

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PASTA  
TIPO TALLARINES A BASE DE HARINAS DE YUCA  
(*Manihot esculenta*), ARROZ (*Oryza sativa*) Y MORINGA  
(*Moringa oleífera*)**

PRESENTADO POR:

**MAYRA ABIGAIL ANZORA BERNAL**

**LUIS RICARDO MEJÍA SIGUENZA**

**SALVADOR ELÍAS MONGE ACEVEDO**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO DE ALIMENTOS**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2019

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR :**

**MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

**SECRETARIO GENERAL :**

**MSc. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BÉNITEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**DECANO :**

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

**SECRETARIO :**

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE QUÍMICA E INGENIERÍA DE  
ALIMENTOS**

**DIRECTORA :**

**DRA. TANIA TORRES RIVERA**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO DE ALIMENTOS**

Título :

**DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PASTA  
TIPO TALLARINES A BASE DE HARINAS DE YUCA  
(*Manihot esculenta*), ARROZ (*Oryza sativa*) Y MORINGA  
(*Moringa oleífera*)**

Presentado por :

**MAYRA ABIGAIL ANZORA BERNAL**

**LUIS RICARDO MEJÍA SIGUENZA**

**SALVADOR ELÍAS MONGE ACEVEDO**

Trabajo de Graduación Aprobado por :

Docente Asesora :

**ING. SILVIA IVETTE SALAZAR DE URRUTIA**

SAN SALVADOR, MARZO DE 2019

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesora:

**ING. SILVIA IVETTE SALAZAR DE URRUTIA**

## Agradecimientos por: MAYRA ABIGAIL ANZORA BERNAL

A Dios, por llenarme de amor y paciencia en toda la carrera, por darme salud y por ser siempre mi luna y mi sol. Inicié mi carrera contigo y es un honor darte la honra y la gloria al culminarla. Gracias por siempre manifestarte de forma increíble en mis dificultades y por enseñarme a confiar en ti y en tus tiempos.

A mi papá, Ramiro Anzora, gracias viejito por no dudar ni un instante de que era capaz, gracias por todos los cafés en los que me diste comprensión, ánimo y amor para impulsarme a seguir adelante, nunca voy a olvidar mi primer parcial de matemáticas I ni tampoco tus palabras: “Hasta los campeones fallan, vas a salir mejor la próxima vez”, lo llevo en mi corazón y siempre me impulsa para no darme por vencida a la primera. Tengo muchas más cosas que agradecerle papá pero por hoy quiero finalizar dándole las gracias por no cortarme las alas jamás y apoyarme en todas las ideas por más alejadas de la realidad que se encuentren.

A las mujeres más importantes de mi corazón: mi mamá Mayra Bernal y mi tía Melani Díaz, gracias por el amor y la empatía, por despertarse a las 4 de la mañana para despertarme y soportar mi humor al despertar, por los cafés a las 2 de la madrugada, por consentirme y porque aunque a veces no entendían de lo que hablaba siempre escucharon. Gracias mami por soñarme tan grande y darme lo mejor de ti. Gracias Melanina, por ser mi fiel amiga y confidente.

A mis amigos y cómplices de siempre: Natalia, Diana, Jenny, Kevin y Fredy gracias por su linda amistad, éste camino no hubiese sido lo mismo sin ustedes, gracias por el apoyo, gracias por las penas y las risas que compartimos. A Ing. Silvia de Urrutia por su exigencia para sacar lo mejor de nosotros, a Ing. Beatriz Lima y Lic. Isabel de Ruíz por su apoyo incondicional. A Salvador y Luis, gracias por todo, siempre vimos el proceso eterno pero ¡finalmente lo terminamos!

A Sebastián Gallardo, niña Paty y Mari por su comprensión en los días malos, por las miles de tazas de café, por apoyar mis sueños y siempre estar ahí para darme un consejo, por cuidarme y consentirme siempre. Sin ustedes, hacer mi tesis hubiese sido más difícil.

## Agradecimientos por: LUIS RICARDO MEJÍA SIGUENZA

Ante este largo recorrido que hace mucho tiempo inicie, agradezco a Dios por permitir concluir este proceso en el cual accedí al aprendizaje no solo académico como física, matemáticas o química, sino también de valores morales y éticos, esto siempre tomando en cuenta que la vida es un camino de continuo aprendizaje del cual aún falta mucho por recorrer.

De igual manera agradecer a mi madre Rosa Dina Sigüenza Melara, quien fue mi apoyo moral y económico durante todo este proceso a quien agradezco el no dejarme declinar y ser una fuente de motivación para seguir adelante; a mi padre Ricardo Mejía Salinas por ser el pilar central de mi familia de quien siempre he tenido su apoyo, también agradecer a mi abuela Santos Melara por sus oraciones en las cuales intercedió porque Dios guiase mi mente por buen camino; a mi hermana Heissy Lisette Mejia Siguenza por su apoyo incondicional y como agradecimiento póstumo, a mi prima Fátima Darlene Mena Siguenza, a quien considere como una hermana y que en vida prometí terminar mis estudios, gracias infinitas por tu apoyo.

Del mismo modo agradecer a mis compañeros Mayra Abigail Anzora Bernal y Salvador Elías Monge Acevedo quienes fueron un apoyo incondicional, además por su amistad, confianza y cariño que fue posible realizar esta investigación, también agradecer a nuestra asesora Silvia Ivette Salazar de Urrutia, quien compartió con nosotros sus conocimientos, que fueron una guía para realizar esta investigación.

Por último, tener presente, que las experiencias son fuente de aprendizaje, y dar gracias a Dios por malas que estas sean; ya que los errores también son útiles de cometer, porque poco a poco nos conducen al éxito.

## Agradecimientos por: SALVADOR ELÍAS MONGE ACEVEDO

A Dios en primer lugar, por la vida, y por las bendiciones brindadas a lo largo de la carrera y de la vida, por la familia que me dio y por los amigos que me permitió tener.

A mis padres, Nora Mexi, Acevedo de Monge y Ernesto Salvador, Monge Mira, por apoyarme en mis decisiones y ayudarme a alcanzar mis metas y sueños, por estar ahí para mí en los momentos difíciles y por todos los sacrificios hecho para culminar esta carrera, a mis hermanos, Irene Monge e Isaac Monge, que siempre han estado a mi lado compartiendo muchos momentos de diversión, enojos, etc. y porque siempre me han brindado su ayuda y amor, gracias.

A los profesores que con su conocimiento ayudaron a mi formación profesional, y que con sus consejos me ayudaron a ser una mejor persona, como Ing. Cecilia de flamenco, Ing Delmy, Rico Peña, y muchos otros que no menciono, pero que ayudaron con su conocimiento a mi formación

A mis amigos y compañeros de la carrea que de una u otra manera aportaron, conocimientos y experiencias que me ayudaron a llegar hasta el final, en especial a los que estuvieron conmigo desde el principio, como Gerson, Astrid y Giovanni, también a aquellos que con el tiempo llegaron a ser parte mi grupo. A mis compañeros amigos del trabajo de graduación: Abigail y Luis que con esfuerzo y paciencia logramos el objetivo, gracias por todo.

## RESUMEN

En la presente investigación se realizó el diseño de una planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca (*Manihot esculenta*), arroz (*Oryza sativa*) y moringa (*Moringa oleífera*) con el objetivo de evaluar su factibilidad en términos económicos, técnicos y de mercado en El Salvador y, de ésta forma ofrecer a los consumidores una alternativa adicional a las pastas alimenticias convencionales elaboradas con harina de trigo y con mejores aportes nutricionales. Adicional a lo anterior fomentar el desarrollo socioeconómico a través de fuentes de empleo puesto que las materias primas de esta pasta alimenticia alternativa propuesta pueden cultivarse y producirse en El Salvador ya que en el país se cumplen la mayoría de los requerimientos agronómicos que dichos cultivos poseen. Al formular una pasta alimenticia con harina de moringa es posible obtener un valor biológico alto del alimento, puesto que el contenido de proteína de la harina de moringa varía del 25 al 29%, superando a alimentos de origen vegetal y animal como la quinoa y la carne de ave. Sin embargo, debido a que la cantidad de harina de moringa utilizada en las formulaciones es baja (de 1 a 3 gramos por cada 100 g) se adicionó proteína aislada de soya para incrementar el aporte proteínico de la pasta y así mismo se adicionó goma xantán para simular la función que realiza el gluten en las pastas alimenticias de trigo.

En el proceso de formulación para la elaboración de la pasta alimenticia se establecieron parámetros de calidad y se sometió a pruebas de aceptabilidad organoléptica solamente a las formulaciones que cumplían los parámetros de calidad previamente establecidos. La pasta alimenticia que mejor aceptación organoléptica obtuvo en el panel sensorial posee 23.32 gramos de harina de yuca, 63.18 gramos de harina de arroz y 2.0 gramos de harina de moringa. A la formulación anterior, se le realizó un análisis proximal, el cual demostró que la pasta alimenticia formulada posee un contenido de proteína de 23.41%, lográndose un aumento en contenido de proteína de 84% respecto a pastas alimenticias elaboradas con harina de trigo y de 275% respecto a pastas libres de gluten de marcas posicionadas en San Salvador. Finalmente, se realizó el diseño de la planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa, determinándose económicamente rentable para las proyecciones de dos y diez años siendo su relación costo-beneficio mayor a la unidad en ambas proyecciones y de valor \$1.22 y \$1.38 respectivamente.

## ÍNDICE GENERAL

TEMA	PÁG.
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1. CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO .....	4
1.1 Aspectos botánicos y agronómicos de los cultivos de Arroz, Yuca, y Moringa .	4
1.1.1 Aspectos agronómicos y requerimientos ambientales.....	5
1.1.1.1 Arroz.....	6
1.1.1.2 Yuca.....	7
1.1.1.3 Moringa .....	8
1.2 Zonas productoras de arroz, yuca y moringa en El Salvador y producción en la Región Centroamericana .....	8
1.2.1 Zonas productoras de arroz, yuca y moringa en El Salvador .....	9
1.2.1.1 Estudios sobre la producción de arroz y yuca en El Salvador.....	11
1.2.1.2 Estudios sobre la producción de Moringa en El Salvador.....	12
1.2.2 Tendencia de exportaciones e importaciones de arroz y yuca en El Salvador..	12
1.2.3 Tendencias de producción de arroz y yuca en la región centroamericana .....	13
1.3 Ventajas y desventajas del arroz, yuca y moringa, en la elaboración de pastas alimenticias, frente al trigo .....	14
1.3.1 Valor biológico de las proteínas .....	18
1.3.2 Información nutricional del arroz .....	19
1.3.3 Información nutricional de la yuca.....	20
1.3.4 Información nutricional de la moringa .....	21
1.4 Definición, clasificación y especificación general en la elaboración de pastas alimenticias.....	23
1.4.1 Definición .....	23

<b>TEMA</b>	<b>PÁG.</b>
1.4.2 Clasificación .....	24
1.4.3 Avances encontrados en investigaciones relacionadas con el desarrollo de pastas alimenticias con harinas de cereales farináceos.....	25
1.4.4 Proceso productivo en la elaboración de pastas alimenticias a partir de harina de trigo .....	27
1.4.5 Especificaciones generales en la elaboración de pastas alimenticias en El Salvador.....	35
1.4.5.1 Fortificación o enriquecimiento.....	36
1.4.5.2 Vitaminas y Minerales.....	37
1.4.5.3 Ingredientes adicionales: proteína de soya .....	38
1.4.5.4 Aditivos .....	39
1.5 Especificaciones técnicas de las pastas alimenticias en El Salvador.....	40
1.5.1 Especificaciones sensoriales.....	41
1.5.2 Especificaciones fisicoquímicas .....	41
1.5.3 Especificaciones microbiológicas .....	42
1.6 Vida de anaquel de las pastas alimenticias.....	43
1.6.1 Factores que intervienen en la alteración de los alimentos .....	43
1.6.2 Ganancia de humedad en alimentos empacados.....	44
1.7 Calidad de las Pastas Alimenticias .....	47
1.7.1 Calidad de las Pastas Alimenticias Crudas.....	48
1.7.2 Calidad Culinaria de las Pastas Alimenticias .....	49
1.7.3 Calidad de las Pastas Alimenticias Cocidas .....	50
2. CAPITULO 2: ESTUDIO DE MERCADO.....	52
2.1 Análisis del mercado salvadoreño de pastas alimenticias .....	52
2.1.1 Mercado potencial .....	53
2.1.2 Mercado objetivo.....	53
2.2 Encuesta poblacional para el cálculo de oferta y demanda del producto .....	54
2.3 Tamaño de la muestra poblacional .....	54

<b>TEMA</b>	<b>PÁG.</b>
2.3.1 Prueba piloto para la determinación del tamaño de la muestra .....	55
2.4 Cálculo de consumidores potenciales a partir de los datos obtenidos en la encuesta .....	59
2.5 Cálculo de la oferta y demanda .....	61
2.6 Análisis de precios y competencia.....	62
2.6.1 Análisis e identificación de productos de competencia.....	62
2.6.2 Análisis de precios de productos competencia posicionados en el mercado del área metropolitana de San Salvador .....	63
2.6.3 Análisis y cálculo de precio del producto.....	65
2.7 Canales de distribución.....	66
3. CAPITULO 3: LOCALIZACIÓN Y DISEÑO DE LA PLANTA .....	68
3.1 Selección de factores utilizados en el estudio de localización de la planta .....	68
3.2 Descripción de alternativas de ubicación .....	69
3.3 Evaluación de alternativas .....	70
3.3.1 Elección de alternativa en base a resultados por el método cualitativo por puntos .....	72
3.4 Diseño de planta y técnica estructural .....	72
3.4.1 Factores a considerar en el diseño de planta.....	72
3.4.1.1 Cantidad que se desea producir .....	73
3.4.1.2 Mano de obra que se desea implementar.....	73
3.4.1.3 Tiempos de turnos de trabajo.....	74
3.4.1.4 Optimización física de los espacios de la planta .....	74
3.4.1.5 Capacidad de los equipos de procesos.....	74
3.4.1.6 Optimización del recurso humano.....	75
3.4.1.7 Consideraciones generales para una planta procesadora de alimentos.....	75
3.4.2 Flujograma del proceso de elaboración de la Pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa.....	75

<b>TEMA</b>	<b>PÁG.</b>
3.4.3 Diseño de proceso de producción de la pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa.....	77
3.4.3.1 Proceso de Producción .....	77
3.4.4 Selección y evaluación de maquinaria.....	79
3.4.5 Dimensionamiento de las plantas propuestas .....	84
3.4.6 Diseño de la planta procesadora de pasta alimenticia propuesta.....	89
3.5 Requisitos de inocuidad del procesamiento de alimentos. Buenas Prácticas de Manufactura.....	91
3.6 Consideraciones medioambientales.....	91
4. CAPITULO 4: ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA PLANTA PROCESADORA DE PASTA.....	93
4.1 Inversión del proyecto .....	93
4.1.1 Inversiones fijas y diferidas o variables .....	93
4.1.1 Pago de salarios .....	94
4.2 Evaluación económica.....	95
4.2.1 Egresos anuales .....	95
4.2.2 Ingresos anuales.....	97
4.2.3 Cálculo de razones económicas (VAN, TIR, B/C), amortización y depreciación .....	98
5. CAPITULO 5: DISEÑO EXPERIMENTAL.....	102
5.1 Metodología del diseño experimental de la formulación de la pasta alimenticia tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa.....	102
5.2 Definición de las materias primas a utilizar en la formulación de la pasta alimenticia .....	107
5.2.1 Selección y definición de ingredientes secundarios .....	107
5.2.2 Disponibilidad de las materias primas.....	111
5.3 Proceso de elaboración de harina de yuca .....	112
5.3.1 Construcción de la curva de secado de la harina de yuca.....	115

<b>TEMA</b>	<b>PÁG.</b>
5.3.2 Datos experimentales obtenidos en el proceso de secado para la construcción de la curva de secado de yuca.....	117
5.4 Caracterización de las materias primas para la elaboración de la pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa .....	124
5.4.1 Ficha técnica de harina de yuca.....	126
5.5 Proceso de formulación de la pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa .....	127
5.6 Proceso de elaboración de las pastas alimenticias formuladas.....	128
5.7 Evaluación de las pastas alimenticias formuladas con parámetros de calidad...	129
5.8 Evaluación de aceptabilidad mediante un panel sensorial.....	132
5.8.1 Evaluación de aceptabilidad por ordenamiento.....	133
5.8.1.1 Diferencias entre el total de pares de la prueba por ordenamiento.....	134
5.8.2 Evaluación de aceptabilidad por comparación .....	137
5.9 Evaluación de la vida de anaquel de la pasta alimenticia seleccionada .....	139
6. CAPITULO 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	142
6.1 Análisis del cálculo de la oferta y demanda de la planta procesadora de pasta tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa.....	142
6.2 Análisis de selección, localización y diseño de la planta procesadora de pasta..	143
6.3 Análisis de la factibilidad económica de la planta .....	144
6.4 Análisis e interpretación de resultados obtenidos en pruebas de aceptabilidad por ordenamiento.....	145
6.5 Análisis e interpretación de resultados obtenidos en pruebas de aceptabilidad por comparación .....	150
6.6 Análisis de la evaluación microbiológica de la pasta alimenticia con mayor aceptación .....	151

<b>TEMA</b>	<b>PÁG.</b>
6.7 Análisis bromatológico nutricional de la pasta alimenticia con mayor aceptación .....	152
6.8 Diseño de etiqueta nutricional de la pasta alimenticia tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa.....	153
6.9 Diseño de etiqueta general de la pasta alimenticia tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa .....	154
6.10 Comparación nutricional del producto formulado con productos similares presentes en el área metropolitana de San Salvador.....	156
6.11 Ficha técnica de la pasta alimenticia formulada.....	159
CONCLUSIONES.....	160
RECOMENDACIONES .....	163
BIBLIOGRAFIA .....	164
ANEXOS .....	172

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁG.</b>
<b>Figura 1.1</b>	Formación de gluten a partir de Gliadina y Gluteina .....	19
<b>Figura 1.2</b>	Flujograma de proceso productivo de pastas alimenticias a base de de harina de trigo .....	29
<b>Figura 1.3</b>	Curva de velocidad de secado teórica.....	33
<b>Figura 1.4</b>	Imágenes de Simulador de SimGH 1.0v .....	46
<b>Figura 2.1</b>	Gráfico de consumo de pastas alimenticia reportada en encuesta re- alizada a muestra poblacional para Junio de 2018 .....	60
<b>Figura 2.2</b>	Pasta de arroz libre de gluten, marca: selectos alimentos.....	63
<b>Figura 2.3</b>	Gráfico de preferencia de lugares para adquirir la pasta alimenticia tipo tallarín de acuerdo a encuesta poblacional .....	67
<b>Figura 3.1</b>	Flujograma del proceso de producción de pasta tipo tallarín a base de harinas de arroz, yuca y moringa .....	76
<b>Figura 3.2</b>	Representación del dimensionamiento de la alternativa “Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca”.....	86
<b>Figura 3.3</b>	Representación del dimensionamiento de la alternativa “Planta con un proceso manual para el corte de yuca” .....	88
<b>Figura 3.4</b>	Diseño de la Planta procesadora de Pasta Alimenticia.....	90
<b>Figura 3.5</b>	Representación de la problemática ambiental actual.....	92
<b>Figura 5.1</b>	Etapas para la determinación de la formulación más aceptada de la pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa .....	102
<b>Figura 5.2</b>	Descripción de Etapa I: Determinación, elaboración y caracterizaci- ón de materias primas .....	103
<b>Figura 5.3</b>	Descripción de Etapa II: Proceso de formulación, elaboración y e- valuación de la calidad de pastas alimenticias con formulaciones preliminares .....	104

<b>FIGURA</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Figura 5.4</b> Descripción de Etapa III: Selección de formulación final a partir de los resultados obtenidos a través del panel sensorial realizado con las formulaciones preliminares (Prueba por ordenamiento).....	105
<b>Figura 5.5</b> Descripción de Etapa IV: Evaluación microbiológica y nutricional de la formulación con mayor aceptación.....	106
<b>Figura 5.6</b> Deshidratador Eléctrico de Alimentos EXCALIBUR 3900B .....	113
<b>Figura 5.7</b> Termostato para control de temperatura del Deshidratador Eléctrico EXCALIBUR 3900B del Laboratorio de Tecnología de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos .....	113
<b>Figura 5.8</b> Flujograma del proceso de elaboración de harina de yuca.....	114
<b>Figura 5.9</b> Flujograma de construcción de la curva de velocidad de secado de la yuca .....	116
<b>Figura 5.10</b> Curva de secado: Humedad libre vs tiempo .....	120
<b>Figura 5.11</b> Gráfico de velocidad de secado “R” .....	122
<b>Figura 5.12</b> Velocidad de secado R de yuca comparado con el comportamiento teórico .....	123
<b>Figura 5.13</b> Proceso de elaboración a nivel de laboratorio de las pastas alimenticias formuladas.....	129
<b>Figura 5.14</b> Gráfico de Tiempo de vida de anaquel vs Humedad crítica.....	141
<b>Figura 6.1</b> Gráfica de Resultados de Textura en Pruebas de Aceptabilidad por Ordenamiento .....	146
<b>Figura 6.2</b> Gráfica de Resultados de Sabor en Pruebas de Aceptabilidad por Ordenamiento .....	147
<b>Figura 6.3</b> Gráfica de Resultados de Olor en Pruebas de Aceptabilidad por Ordenamiento .....	148
<b>Figura 6.4</b> Gráfica de Resultados de Color en Pruebas de Aceptabilidad por Ordenamiento .....	149
<b>Figura 6.5</b> Tabla nutricional de la pasta alimenticia formulada.....	154

<b>FIGURA</b>		<b>PÁG.</b>
<b>Figura 6.6</b>	Panel principal de Etiqueta General de la Pasta Alimenticia .....	155
<b>Figura 6.7</b>	Panel posterior de Etiqueta General de la Pasta Alimenticia .....	155

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>		<b>PÁG.</b>
<b>Tabla 1.1</b>	Clasificación taxonómica de las materias primas.....	5
<b>Tabla 1.2</b>	Fases del desarrollo del arroz y requerimientos ambientales .....	6
<b>Tabla 1.3</b>	Aspectos agronómicos de la yuca y requerimientos ambientales.....	7
<b>Tabla 1.4</b>	Requerimientos ambientales del cultivo de moringa.....	8
<b>Tabla 1.5</b>	Superficie de tierra cultivada con Arroz y yuca en El Salvador.....	10
<b>Tabla 1.6</b>	Exportaciones e importaciones de arroz y yuca .....	13
<b>Tabla 1.7</b>	Producción de arroz y yuca en los países de la Región Centroame- ricana .....	13
<b>Tabla 1.8</b>	Nutrientes contenidos en 100 g de cereales seleccionados.....	15
<b>Tabla 1.9</b>	Comparación nutricional de 100 gramos de harina de trigo, yuca, arroz y moringa.....	16
<b>Tabla 1.10</b>	Comparación de beneficios y contraindicaciones de consumo .....	17
<b>Tabla 1.11</b>	Valores de Valor Biológico de distintas proteínas .....	18
<b>Tabla 1.12</b>	Información nutricional del Arroz.....	20
<b>Tabla 1.13</b>	Información nutricional de la Yuca.....	21
<b>Tabla 1.14</b>	Información nutricional de la Moringa.....	22
<b>Tabla 1.15</b>	Contenido de vitaminas y minerales en pastas alimenticias.....	37
<b>Tabla 1.16</b>	Requisitos fisicoquímicos para pastas alimenticias.....	41
<b>Tabla 1.17</b>	Especificaciones microbiológicas para pastas alimenticias.....	42
<b>Tabla 1.18</b>	Criterios microbiológicos según RTCA 67.04.50:08 para pastas alimenticias.....	43
<b>Tabla 1.19</b>	Factores que intervienen en el deterioro de las pastas alimenticias ..	44
<b>Tabla 2.1</b>	Datos recolectados en muestra poblacional piloto para cálculo de consumo mensual de pastas alimenticias en el área metropolitana de San Salvador .....	56

<b>TABLA</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Tabla 2.2</b>	Datos calculados para la determinación de la desviación estándar del consumo de pastas alimenticias a partir de los datos obtenidos en prueba piloto ..... 57
<b>Tabla 2.3</b>	Tamaño de muestra a encuestar para diferentes valores de “E”... 58
<b>Tabla 2.4</b>	Datos para el cálculo de la oferta y demanda ..... 61
<b>Tabla 2.5</b>	Datos de Supermercados seleccionados en el área metropolitana de San Salvador ..... 63
<b>Tabla 2.6</b>	Cálculo del costo de fabricación de la pasta tipo tallarín a base de harina a base de yuca, arroz y moringa ..... 65
<b>Tabla 3.1</b>	Resumen de la puntuación obtenida por cada alternativa en el análisis del método cualitativo por puntos ..... 70
<b>Tabla 3.2</b>	Descripción de equipos para el proceso semiautomático ..... 80
<b>Tabla 3.3</b>	Dimensionamiento de la alternativa “Planta con un proceso semi-automático para el corte de yuca” ..... 85
<b>Tabla 3.4</b>	Dimensionamiento de la alternativa “Planta con un proceso manual para el corte de yuca” ..... 87
<b>Tabla 4.1</b>	Inversión Total de equipos de las alternativas de la planta de pastas 94
<b>Tabla 4.2</b>	Salarios de empleados de planta ..... 94
<b>Tabla 4.3</b>	Estimación de egresos anuales para las dos alternativas de planta de elaboración de pasta a base de harinas de yuca, arroz y moringa. 95
<b>Tabla 4.4</b>	Ingresos anuales para una producción estimada de pasta ..... 97
<b>Tabla 4.5</b>	Razones económicas de las alternativas de la planta procesadora de pasta tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa ..... 98
<b>Tabla 4.6</b>	Explicación de las razones económicas ..... 99
<b>Tabla 4.7</b>	Cálculo de amortización y depreciación de las propuestas de proceso para el corte de yuca ..... 99

<b>TABLA</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Tabla 5.1</b> Parámetros de medición de la elasticidad en el experimento para la determinación del agente espesante.....	109
<b>Tabla 5.2</b> Resultados de comportamiento de Gomas Xantan (GX), Guar (GG) y su combinación en una formulación preliminar de la pasta alimenticia .....	110
<b>Tabla 5.3</b> Promedios de medidas de masas por lotes en kg de solido.....	117
<b>Tabla 5.4</b> Conversión de pesos en términos de humedad libre $X_t = \text{kg de agua sobre kg de sólido seco}$ .....	118
<b>Tabla 5.5</b> Cálculo y promedio de humedad libre X (kg de agua/kg de sólido seco).....	120
<b>Tabla 5.6</b> Datos experimentales para el cálculo de velocidad de secado R.....	121
<b>Tabla 5.7</b> Resumen de los datos calculados para las propiedades de masas de partículas estudiadas en las materias primas.....	125
<b>Tabla 5.8</b> Ficha técnica de harina de yuca desarrollada .....	126
<b>Tabla 5.9</b> Formulaciones generadas en diseño experimental. Base seca.....	128
<b>Tabla 5.10</b> Resultados obtenidos por las formulaciones preliminares en la evaluación de parámetros de calidad de pastas alimenticias cocidas.....	130
<b>Tabla 5.11</b> Códigos de identificaciones de las formulaciones en la evaluación sensorial .....	134
<b>Tabla 5.12</b> Resumen de datos obtenidos en prueba de aceptabilidad por ordenamiento .....	137
<b>Tabla 5.13</b> Resumen de resultados obtenidos en prueba por comparación .....	138
<b>Tabla 5.14</b> Datos utilizados en la simulación de vida de anaquel .....	140
<b>Tabla 6.1</b> Resultados para prueba de aceptabilidad por comparación en panel sensorial .....	150
<b>Tabla 6.2</b> Resultados de análisis microbiológico en pasta alimenticia.....	151
<b>Tabla 6.3</b> Resultados de análisis bromatológico en pasta alimenticia.....	153

<b>TABLA</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Tabla 6.4</b> Comparación nutricional de la pasta alimenticia formulada con mayor aceptación en comparación con pastas alimenticias a partir de trigo de marcas posicionadas en San Salvador .....	157
<b>Tabla 6.5</b> Comparación nutricional de la pasta alimenticia formulada con mayor aceptación en comparación con pastas alimenticias libres de gluten de marcas posicionadas en San Salvador .....	158
<b>Tabla 6.6</b> Ficha técnica de la pasta alimenticia tipo tallarín formulada .....	159

## INTRODUCCIÓN

El trigo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre, posicionándose como uno de los cereales con mayor producción mundial, esto debido a que puede utilizarse en la elaboración de diversos alimentos, siendo los más representativos los siguientes: el pan, cereales de desayuno, galletas, repostería y pastas alimenticias.

Uno de los alimentos que figuran en la canasta básica de los salvadoreños es el pan francés, situación que evidencia que el trigo es un cereal de consumo masivo en El Salvador, otros productos elaborados a base de harina de trigo, pese a no formar parte de la canasta básica, siguen siendo de alto consumo en el país, un ejemplo muy representativo de lo anterior es el pan de dulce. Examinando lo antes expuesto y la agricultura actual de El Salvador, es posible notar que el trigo no es cultivado en el país, lo cual crea dependencia de otras economías y de sus fluctuaciones. Una alternativa para mejorar tal situación es la creación de nuevos productos, que posean las mismas o similares características a los productos que actualmente se encuentran en el mercado pero elaborados a partir de materias primas que puedan cultivarse localmente y que además, ofrezcan un desarrollo socioeconómico a partir de fuentes de empleo.

Otro factor muy importante a tener en cuenta en la creación de nuevos productos son los cambios en los hábitos y las prácticas alimentarias. En las últimas décadas se han producido cambios drásticos, que han influido en los estilos de vida y en los patrones de consumo alimentario de la población, uno de los cambios más influyentes es la preocupación de la población en el cuidado de la salud, y en la búsqueda de alimentos funcionales que además de saciar una necesidad básica también aporten nutrientes para el organismo humano.

Dado lo anterior y aplicando los conocimientos sobre la química de alimentos, las operaciones unitarias y la tecnología del procesamiento de alimentos, en la presente investigación se plantea el diseño de una planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca (*Manihot esculenta*), arroz (*Oryza sativa*) y moringa (*Moringa oleífera*), tales materias primas aportaran además de una pasta con consistencia similar a la que se obtiene utilizando harina de trigo, un producto con mayor aporte nutricional y libre de gluten, siendo esta última cualidad importante puesto que incluye a un sector de la población que es un mercado existente y creciente en El Salvador y en América Latina.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

- ✓ Desarrollar el diseño de una planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa.

### Objetivos Específicos

- ✓ Analizar las distintas operaciones y procesos unitarios que intervienen en el procesamiento de la pasta tipo tallarines con el objetivo de diseñar la línea de producción de la planta.
- ✓ Elaborar una propuesta para el diseño de la planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa.
- ✓ Elaborar una propuesta para el sistema de gestión de Inocuidad de la planta procesadora de pasta tipo tallarines elaborada a base de harinas de yuca, arroz y moringa.
- ✓ Evaluar la factibilidad económica, técnica y de mercado del proyecto.
- ✓ Desarrollar la formulación de la pasta alimenticia que posea las cualidades nutricionales y organolépticas mejor aceptadas.
- ✓ Comparar el nivel de aceptación de la pasta tipo tallarines elaborada a base de harinas de yuca, arroz y moringa en relación con productos similares que ya se encuentran posicionados en el área metropolitana de San Salvador.
- ✓ Determinar la vida útil del producto a partir de un método predictivo de ganancia de humedad mediante la simulación por medio de Software informático.
- ✓ Comprobar que el producto cumple con los parámetros establecidos para las pastas alimenticias en la legislación salvadoreña vigente.
- ✓ Elaborar la etiqueta general y la etiqueta nutricional del producto con los resultados obtenidos a partir del análisis bromatológico.
- ✓ Comparar los resultados nutricionales obtenidos con productos similares que ya se encuentran posicionados en el área metropolitana de San Salvador.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las pastas alimenticias son un producto de consumo masivo, considerado además un alimento funcional por su bajo aporte de grasa, sodio y baja respuesta glicémica. (Jenkins, Jenkins, & Wolever, 1987)

El trigo, en específico su especie *Triticum durum* comúnmente denominados “trigos duros” o “semoleros”, es la variedad del cereal más adecuado para la elaboración de pastas, ya que posee un mayor contenido de proteínas, las cuales poseen la capacidad de interactuar de forma que el desarrollo de la masa sea elástica y se previene la disgregación de la pasta durante la cocción en agua a temperaturas elevadas. (Feillet, 1984)

Sin embargo, las proteínas del trigo están categorizadas como de bajo Valor Biológico (VB), esto debido a que el cuerpo humano solamente absorbe del 50 a 60% de la cantidad de proteína ingerida, además las proteínas del trigo aportan aminoácidos no esenciales al cuerpo, es decir, aminoácidos que el cuerpo puede sintetizar. (Azcona Carbajal, 2013)

No obstante, las pastas alimenticias también pueden elaborarse a partir de otros cereales, aunque desde el punto de vista tecnológico la sustitución del trigo por otros ingredientes representa una disminución total o parcial de gluten y por ende la pasta alimenticia obtenida es de calidad inferior debido a sus propiedades reológicas (estabilidad y elasticidad). Las propiedades reológicas de las pastas elaboradas con sustitución parcial o total de trigo pueden mejorarse utilizando aditivos alimentarios como gomas y estabilizantes.

Con el desarrollo de la presente investigación se pretenden resolver las siguientes dos interrogantes:

- ✓ ¿Es posible desarrollar una pasta alimenticia tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz, y moringa que provea un mayor aporte nutricional para los consumidores, y que, a su vez cumpla con características organolépticas similares a las pastas obtenidas a base de harina de trigo y parámetros de calidad de las pastas alimenticias?
- ✓ ¿Es factible una planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa en El Salvador?

# 1. CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO

En todo proceso de una investigación científica, el marco teórico es un elemento básico ya que sustenta teóricamente el estudio. En este primer capítulo se abarca la revisión de conceptos previos e información relevante en el estudio de las pastas alimenticias, lo cual, incluye antecedentes científicos, materias primas convencionales y alternativas, estructura y composición nutricional, proceso de fabricación, operaciones unitarias en la industria de las pastas alimenticias, para finalizar con una breve descripción de los principales controles de calidad que se realizan en materias primas y producto terminado.

## 1.1 Aspectos botánicos y agronómicos de los cultivos de Arroz, Yuca y Moringa

El conocimiento del origen de las materias primas es un aspecto importante cuando de calidad se trata, por lo tanto, es indispensable investigar todos los aspectos concernientes a las materias primas para la elaboración de pastas alimenticias, puesto que la finalidad es el diseño de una planta que produzca dicho producto; Convencionalmente para la elaboración de las pastas alimenticias se utiliza harina de trigo, generalmente de la especie *Triticum durum*, sin embargo, en la presente investigación se formuló y desarrolló una pasta alimenticia libre de gluten, elaborada a partir de materias primas no convencionales, las cuales son harinas de yuca, arroz y moringa, por lo tanto, a continuación se realiza una corta descripción de tales materias primas, así como los aspectos botánicos y generalidades acerca del manejo agronómico del cultivo de las mismas (véase Tabla 1.1).

Dado que uno de los pilares de la investigación fue el incentivar el desarrollo de productos alternativos a los convencionales a fin de disminuir la dependencia de otros países y sus economías al no ser un país productor de trigo, en la presente investigación se utilizaron materias primas que se cultivan en El Salvador y en la región Centroamericana.

**Tabla 1.1:** Clasificación taxonómica de las materias primas

<b>Materia prima</b> <b>Taxonomía</b>	<b>Arroz</b>	<b>Yuca</b>	<b>Moringa</b>
Reino	Plantae	Plantae	Plantae
División	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida	Magnoliopsida	Eudicotyledoneae
Orden	Poales	Malpighiales	Brassicales
Familia	Poaceae	Euphorbiaceae	Moringaceae
Género	Oryza	Manihot	Moringa
Especie	Oryza sativa	Manihot esculenta	Moringa oleífera
<b>Materia prima</b>	<b>Arroz</b>	<b>Yuca</b>	<b>Moringa</b>
<b>Descripción<sup>1</sup></b>	El arroz es originario de Asia, Actualmente se siembra en todo el mundo. En América se conoce desde 1591 cuando fue traído por los conquistadores españoles.	La yuca o mandioca es una especie de origen americano, que se ha extendido ampliamente en los trópicos americanos desde Venezuela y Colombia hasta el Noroeste de Brasil.	Moringa oleífera es un cultivo originario del norte de la India, que actualmente abunda en todo el trópico.
<sup>1</sup> (Cruz y Núñez, 2014)			

**Fuente:** (Comité Editorial de Flora de China, 2001)

### 1.1.1 Aspectos agronómicos y requerimientos ambientales

Los aspectos agronómicos se describen a continuación y es necesario estudiarlos, con el objetivo de estimar la disponibilidad de tales materias primas para abastecer la planta procesadora de pastas alimenticias que se plantea en la presente investigación.

### 1.1.1.1 Arroz

Según la Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras (DICTA, 2003) en las plantas que producen semilla, se distinguen tres fases de desarrollo. En el caso del arroz, estas fases se presentan en la Tabla 1.2.

**Tabla 1.2:** *Fases del desarrollo del arroz y requerimientos ambientales*

<b>Fase</b>	<b>Periodo de duración</b>	<b>Importancia</b>
<i>Fase vegetativa</i>	55 - 60 días	Es cuando se determina en gran parte, el número de espigas por planta o por unidad de superficie.
<i>Fase reproductiva</i>	35 - 40 días	En esta fase se determina el número de granos por panícula.
<i>Fase de madurez</i>	30 - 40 días	Se considera que en esta fase se determina el peso del grano a la madurez.
<b>Materia prima</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Otras características</b>
Arroz	Para las diversas etapas de formación la temperatura óptima varía entre 30-34 Celsius, dependiendo de las fases del desarrollo de la planta. Si la temperatura es menor de 15°C durante 1 hora no hay fertilización se vanea el grano.	El arroz de riego y de secano se cultiva en suelos diversos, desde los arenosos hasta los pesados; los más recomendables son los francos arcillosos, apoyados sobre un subsuelo semipermeable.

**Fuente:** (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), 2003)

En general el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano, y cuando se utilizan sistemas de riego, no hay mucha variación en los resultados obtenidos si se siembra en estación seca o lluviosa, puesto que este sistema se encarga de regular el agua al cultivo, en caso de estación seca provee mayor cantidad y realiza lo contrario en estación lluviosa.

### 1.1.1.2 Yuca

La yuca puede crecer desde 1.5 metros hasta los 3 metros de altura, aunque en los diferentes sectores de la parcela se buscan alturas homogéneas para evitar la competencia entre las plantas por la luz solar, así como éste, existen otros requerimientos ambientales importantes para el cultivo de yuca, los cuales se detallan en la tabla 1.3.

**Tabla 1.3:** Aspectos agronómicos de la yuca y requerimientos ambientales

Fases de desarrollo	Suelos	Generalidades
Brotación de las estacas	Se siembra desde suelos con textura arenosa hasta arcillosos pasando por los francos, la yuca se adapta bien a suelos ácidos (pH 5-5.5) y alcalinos (pH 8-9), y es tolerante a altos niveles de Aluminio (Al) y Manganeso.	Suelos con capas impenetrables a 30– 40cm. son aconsejables, pues al impedir la profundización de las raíces, facilitan la cosecha. Después de 3 o 4 meses, la planta comienza a engrosar las raíces, y a traslocar mayor cantidad de nutrientes a estos órganos.
Formación del sistema radicular		
Desarrollo de los tallos y hojas		
Engrosamiento de las raíces reservantes y acumulación de almidón en sus tejidos.		
<b>Requerimientos ambientales</b>		
Los rendimientos máximos se obtienen en un rango de temperatura entre 25-29° C, siempre que haya la suficiente humedad disponible en el periodo de crecimiento. El cultivo puede tolerar el rango 16-38° C, sin embargo, por debajo de los 16° C el crecimiento se detiene.		

**Fuente:** (Ramíres y Jiménez, s.f.)

### 1.1.1.3 Moringa

Este cultivo puede ser propagado por medio de semillas o por reproducción asexual (estacas), aún en suelos pobres; soporta largos períodos de sequía y crece bien en condiciones áridas y semiáridas, por lo que, pese a ser un cultivo originario de la India, crece y se reproduce en casi todos los continentes y países.

Es una de esas especies resistentes que requieren poca atención hortícola y crece rápidamente, hasta cuatro metros en un año. (Folkard y Sutherland, 1996). En la Tabla 1.4 se detallan los requerimientos ambientales para el cultivo de moringa.

**Tabla 1.4:** *Requerimientos ambientales del cultivo de moringa*

<b>Materia prima</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Otras características</b>
Moringa	Los factores de la composición y naturaleza del suelo tienen una alta incidencia en el rendimiento y la vida útil de las explotaciones forrajeras de este cultivo. No prospera en suelos inundables y tanto la sequía como el exceso de lluvias en suelos fértiles y bien drenados provocan la caída de sus hojas.	En cuanto a la altura y frecuencia de corte se ha informado que debe efectuarse cada 45 días, en la época de lluvia y cada 60 días en la época de seca, a una altura de 20 centímetros del suelo.

**Fuente:** (Padilla, Crespo y Rodríguez, 2017)

## 1.2 Zonas productoras de yuca, arroz y moringa en El Salvador y producción en la Región Centroamericana

La región centroamericana y El Salvador cuentan con un clima tropical, el cual es apto para la siembra de diversos cultivos agrícolas, cada país tiene diversas zonas asignadas para la

producción de dichos cultivos, y así mismo, la extensión de tierra y los métodos de siembra varían de país en país, teniendo efecto en los volúmenes de producción.

La producción de arroz y yuca en la región centroamericana, tiene gran importancia en la investigación, ya que permite tener una idea más clara para el abastecimiento de las materias primas a utilizar en la elaboración de la pasta alimenticia planteada, esto con la finalidad de prever situaciones que comprometan en un futuro la producción de la planta procesadora de pasta en el caso en el que la producción no alcance a cubrir la demanda del país o si se presentará un caso de escases en El Salvador.

En cuanto a la producción de moringa, la teoría botánica consultada indica que el clima de la región centroamericana incluyendo a El Salvador, permite que esta se desarrolle en buenas condiciones, tal como se estudió en el apartado anterior (véase contenido 1.1.1.3), sin embargo, no se cuenta con registros oficiales de zonas productoras, más si se tienen registros de árboles de moringa en Centroamérica.

### 1.2.1 Zonas productoras de arroz, yuca y moringa en El Salvador

En El Salvador se cultivan una gran diversidad de productos agrícolas, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), los cuales están adaptados a las condiciones climatológicas de las diferentes regiones en las que está dividido el país. El arroz, por ser un grano básico en los hogares, posee una mayor superficie de cultivo que la yuca, pero al comparar los volúmenes y rendimientos de ambos se observa que la yuca tiene mejores resultados de producción por manzana cultivada, para el periodo 2016 - 2017, como se muestra en la Tabla 1.5.

En el Anexo 1.1 se muestran las zonas productoras de arroz y yuca en El Salvador, así como las zonas a nivel general donde se puede cultivar moringa. Las tierras para siembra están distribuidas en los diferentes departamentos, donde las condiciones climatológicas son las más apropiadas, para obtener mejores resultados de producción y solo se muestran

las tierras de los productores que están registrados en el MAG, con respecto a la moringa, dado que tiene una gran adaptabilidad, toda Centroamérica es apta para su cultivo.

**Tabla 1.5:** *Superficie de tierra cultivada con Arroz y yuca en El Salvador*

Cultivo	Superficie (Unidad/Mz)	Producción		Rendimiento	Precio *
		Volumen	Unidad		
<b>Arroz (granza)</b>	5,693	607,579	Quintal	106.7	\$36.3
<b>Yuca</b>	3,371	672,834	Quintal	199.6	\$38.5**

*Fuente:* Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2017)

\* Precio promedio nacional tomado del MAG, actualizado el 28 de mayo de 2018.

\*\* Precio para un saco de 133-135 libras

La superficie de tierra destinada para el cultivo de yuca a nivel nacional es menor en comparación con la de arroz, lo que supondría un menor rendimiento de cultivo, pero es el caso contrario, ya que la producción de yuca supera la producción de arroz en más de 50,000 quintales, es importante tomar en cuenta este dato para la producción de harina de yuca, ya que la producción de yuca toma en cuenta el peso de total de esta (incluyendo cascara), pero para la fabricación de harina de yuca se tiene considerables pérdidas peso por el descarte de la cascara, en las etapas de limpieza a la que es sometida antes de obtener la harina.

En el Anexo 1.2 se presentan los departamentos productores de arroz, separados en las respectivas regiones en que los divide el MAG, se observó que la mayor producción se obtiene en la región II y III, que incluye los departamentos de la zona central y paracentral del país.

El MAG no tiene datos sobre el cultivo y la cantidad de moringa que se genera en El Salvador no obstante, existen algunas organizaciones no gubernamentales en El Salvador, como Visión Mundial, dedicadas a promover el cultivo de Moringa con fines nutricionales

y así las hojas producidas por el árbol sean incluidas en la dieta alimenticia como fuente de proteínas. Visión Mundial ha promovido campañas a nivel nacional con énfasis en la zona oriental del país en los departamentos de Usulután, San Miguel y Morazán, y en las zonas costeras de Ahuachapán y Sonsonate con más de 30,000 árboles sembrados en dicho proyecto. (Torres, Cubias, y Diaz, 2013). Con respecto a la moringa el MAG no cuenta con precios nacionales, pero en las tiendas naturistas y otros tipos de establecimientos, tiene precios muy variados que van desde los \$5.00 en presentaciones de media libra adelante, ofreciendo diferentes presentaciones, incluso en los mercados locales hay precios desde \$1.00 la media libra.

#### 1.2.1.1 Estudios sobre la producción de arroz y yuca en El Salvador

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) ha realizado estudios para mejorar los cultivos nacionales, haciéndolos más resistentes a plagas, sequías y mejorando su rendimiento. En el caso específico del arroz, se ha trabajado para mejorar su rendimiento y propiedades desde 1992 hasta la fecha; CENTA cuenta con seis (6) variedades mejoradas de semilla de arroz para cultivo, las cuales se evaluaron en las parcelas de investigación de CENTA, localizadas en San Andrés y Santa Cruz Porrillo, departamento de La Paz, éstas variedades presentaron mejores características de producción y resistencia frente a variedades tradicionales de dicho cultivo. (CENTA, 2015).

En cuanto al cultivo de yuca, los expertos de CENTA iniciaron en el 2013 con la búsqueda de mejores variedades que alcanzarán un mayor rendimiento, obteniendo una variedad de yuca denominada: “CENTA Quezaltepeque”, que fue comparada en los departamentos de Ahuachapán, Sonsonate y Usulután con la variedad de yuca tradicional conocida como “Valencia”, obteniendo la variedad de CENTA mejores resultados de producción por manzana de tierra cultivada. En la actualidad CENTA continúa trabajado con 20 variedades de yuca para ser liberada a mediano y largo plazo. (CENTA, 2018)

### 1.2.1.2 Estudios sobre la producción de Moringa en El Salvador

De acuerdo a la investigación de campo acerca del estado actual del cultivo de Moringa en El Salvador se demuestra que el árbol de Moringa oleífera no ha sido un recurso explotado en la agricultura salvadoreña pese a ser una especie con claro valor potencial a futuro. Sin embargo, existen algunas organizaciones no gubernamentales en El Salvador que promueven este cultivo, entre ellas, la Fundación ABA en Ilopango que inició la siembra y promoción de este cultivo en el año 1999 y cuenta con varios árboles para fines de vivero, cerco natural y cortinas rompe-vientos.

Otra organización que promueve el cultivo de Moringa es Visión Mundial, sin embargo, ésta lo realiza con fines nutricionales para que las hojas producidas por el árbol sean incluidas en la dieta alimenticia como fuente de proteínas. Creando así campañas a nivel nacional con énfasis en la zona oriental del país en los departamentos de Usulután, San Miguel y Morazán, y en las zonas costeras de Ahuachapán y Sonsonate ya cuentan con más de 30,000 árboles sembrados en dicho proyecto (García y Otros).

También se conoce de árboles en el Cantón Rio Frio, Hacienda Calera Grande, municipio de Atiquizaya, Departamento de Ahuachapán donde se realizó un estudio utilizando follaje de la planta para dietas experimentales en conejos. En dicha investigación también se conoció la existencia de algunos productores locales que cultivan la Moringa oleífera con fines de comercialización y el resto de árboles sembrados en el país se utilizan únicamente como cortinas rompe-vientos, cercos vivos, árboles forrajeros o plantas ornamentales.

### 1.2.2 Tendencia de exportaciones e importación de arroz y yuca en El Salvador

Según los datos obtenidos de anuario estadístico del MAG para el periodo 2016-2017 las importaciones y exportaciones en el año 2016 y al realizar una comparación entre la producción de yuca y arroz en El Salvador, frente a las exportaciones que se generan se tienen los datos de la Tabla 1.6

**Tabla 1.6:** Exportaciones e importaciones de arroz y yuca

PRODUCTO	EXPORTACION		IMPORTACION		DIFERENCIA
	Kilogramos	\$	Kilogramos	\$	Kilogramos
<b>Arroz con cáscara</b>	8,805,510	7,673,631	73,307,676	23,963,995	-64,502,166.00
<b>Yuca</b>	1,097	1,221	3,932,701	1,029,180	-3,931,604

*Fuente:* Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2017)

Al analizar la diferencia que existe entre las exportaciones y las importaciones se observa un déficit, es decir una cantidad negativa lo que indica que la producción en El Salvador no es capaz de satisfacer la demanda nacional de dichos productos y es debido a que son altamente demandados para consumo. Cabe resaltar que la mayoría de los que cultivan arroz y yuca en El Salvador son pequeños productores, los cuales comercializan el exceso de producto en mercados locales.

### 1.2.3 Tendencias de producción de arroz y yuca en la Región Centroamericana

La producción de arroz a nivel centroamericano está liderada por Nicaragua, país que ha mantenido un importante crecimiento sostenido en su producción. Para 2016, sólo la producción nicaragüense superó a toda la producción de arroz y yuca de los cuatro países restantes analizados, en la Tabla 1.7 se presentan los niveles de producción de arroz y yuca de los países de la región centroamericana en miles de toneladas.

**Tabla 1.7:** Producción de arroz y yuca en los países de la Región Centroamericana.

País \ Producto	Arroz	Yuca
	Toneladas	Toneladas
Costa Rica	203,931	163,118
El Salvador	27,617	34,765

**Continúa...**

**Tabla 1.7:** Producción de arroz y yuca en los países de la región centroamericana.

**Continuación.**

<b>País</b>	<b>Arroz</b>	<b>Yuca</b>
	<b>Toneladas</b>	<b>Toneladas</b>
Guatemala	33,747	4,185
Honduras	56,142	24,690
Nicaragua	335,000	187,781

*Fuente:* (FAO, 2016)

### 1.3 Ventajas y desventajas del arroz, yuca y moringa, en la elaboración de pastas alimenticias, frente al trigo.

El trigo suministra un poco más de proteína que el arroz y el maíz, aproximadamente 11 g, por cada 100 g. El aminoácido limitante es la lisina.

En muchos países industrializados la harina de trigo se fortifica con vitaminas B y algunas veces con hierro y otros nutrientes. Aunque la forma y el tamaño de las semillas pueden ser diferentes, todos los granos de cereales tienen una estructura y valor nutritivo similar; 100 g de grano entero suministran aproximadamente 350 kcal, de 8 a 12 g de proteína y cantidades útiles de calcio, hierro (sin embargo, el ácido fítico puede dificultar su absorción).

En su estado seco, los granos de cereales carecen completamente de vitamina C y excepto en el caso del maíz amarillo, no contienen caroteno (provitamina A).

Para obtener una dieta balanceada, los cereales deben suplementarse con alimentos ricos en proteína, minerales y vitaminas A y C. (La vitamina D puede obtenerse a través de la exposición de la piel a la luz solar.) (FAO, 2004)

**Tabla 1.8:** Algunos nutrientes contenidos en 100 g de cereales seleccionados

Alimento	Energía (kcal)	Proteína (g)	Grasa (g)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg)
Harina de maíz entera	353	9,3	3,8	10	2,5	0,30	0,10	1,8
Harina de maíz refinada	368	9,4	1,0	3	1,3	0,26	0,08	0,10
Arroz pulido	361	6,5	1,0	4	0,5	0,08	0,02	1,5
Arroz precocido	364	6,7	1,0	7	1,2	0,20	0,08	2,6
Trigo entero	323	12,6	1,8	36	4,0	0,30	0,07	5,0
Harina de trigo blanca	341	9,4	1,3	15	1,5	0,10	0,03	0,7
Mijo	341	10,4	4,0	22	3,0	0,30	0,22	1,7
Sorgo	345	10,7	3,2	26	4,5	0,34	0,15	3,3

**Fuente:** (FAO, 2004)

De acuerdo a lo mostrado en la Tabla 1.8, es posible observar que el contenido de proteína en el cereal de trigo (incluso la harina de trigo refinada o blanca) es mayor al del arroz tanto pulido como precocido, sin embargo, en la formulación de pastas alimenticias libres de gluten esto no presenta una mayor preocupación, ya que el arroz únicamente actúa para darle el aporte de carbohidratos, y el resto es complementado con otros cereales ricos en

proteínas e incluso con suplementos, esto para compensar dicha deficiencia. En la presente investigación, tales deficiencias se complementan con la adición de harina de moringa y proteína aislada de soya.

Al estudiar la comparación nutricional en 100 gramos de harinas de trigo, yuca, arroz y moringa (véase Tabla 1.9) es posible notar que el contenido de proteínas en la harina de moringa es 2.8 veces mayor que en la harina de trigo.

**Tabla 1.9:** *Comparación nutricional de 100 gramos de harinas de trigo, yuca, arroz y moringa.*

<b>Macro y micronutrientes</b>	<b>Harina de trigo</b>	<b>Harina de arroz</b>	<b>Harina de yuca</b>	<b>Harina de Moringa*</b>
<b>Calorías</b>	364 kcal	366 kcal	320 Kcal	205 Kcal
<b>Grasa</b>	0,98 g	1,42 g	0,5 g	2,3g
<b>Colesterol</b>	0 mg	0 mg	0,00 mg	-----
<b>Sodio</b>	2 mg	0 mg	0, 0 mg	-----
<b>Carbohidratos</b>	76,31 g	80,13 g	81,00 g	38,2 g
<b>Fibra</b>	2,70 g	2,4 g	0,00 g	19,2 g

**Continúa...**

**Tabla 1.9:** Comparación nutricional de 100 gramos de harinas de trigo, yuca, arroz y moringa. **Continuación.**

<b>Macro y micronutrientes</b>	<b>Harina de trigo</b>	<b>Harina de arroz</b>	<b>Harina de yuca</b>	<b>Harina de Moringa*</b>
<b>Proteínas</b>	10,33 g	1,42 g	1,70 g	27,1 g
<b>Vitamina A</b>	0 ug	0 ug	0 ug	18 mg
<b>Vitamina C</b>	0 mg	0 mg	14,00 mg	17,3 mg
<b>Calcio</b>	15 mg	10 mg	2,60 mg	2,003 mg
<b>Hierro</b>	4,64 mg	0,35 mg	5,40 mg	28,2

**Fuente:** (INCAP, 2007),\* (Price, 1985)

**Tabla 1.10:** Comparación de beneficios y contraindicaciones de consumo

<b>CEREAL</b>	<b>BENEFICIOS</b>	<b>CONTRADICIONES</b>
TRIGO	Mayor contenido de proteínas en comparación al arroz y al maíz.	Contraindicado para personas celiacas y/o con alergia al trigo.
ARROZ	Alto contenido en carbohidratos.	Intolerancia a cualquiera de sus componentes. El arroz puede ocasionar escorbuto si no se mezcla con hortalizas.
YUCA	Alto contenido de carbohidratos.	Bajo contenido en proteína y pocos nutrientes.
MORINGA	Antioxidante, diurética, vitamina B, ayuda a la digestión. Alto aporte de macro y micronutrientes.	Toxicidad muy baja. (Cáseres, 1992)

**Fuente:** (INCAP, 2007)

### 1.3.1 Valor biológico de las proteínas

El valor biológico (denominado abreviadamente BV del inglés Biological Value o VB) es la medida de la absorción y síntesis en el cuerpo de la proteína procedente de la ingesta de alimentos. Las proteínas son la mayor fuente de nitrógeno en el cuerpo. La metabolización de las proteínas forma parte de un equilibrio: el cuerpo absorbe lo que necesita y el resto lo excreta de múltiples formas. El valor biológico es la fracción de nitrógeno absorbido y retenido por el organismo y representa la capacidad máxima de utilización de una proteína. Se suele mencionar en la literatura a veces como calidad de una proteína: las de mayor calidad poseen mayor valor biológico y por lo tanto son mejores para brindar un aporte nutricional completo ya que proveen aminoácidos esenciales. (Mitchell, 1993)

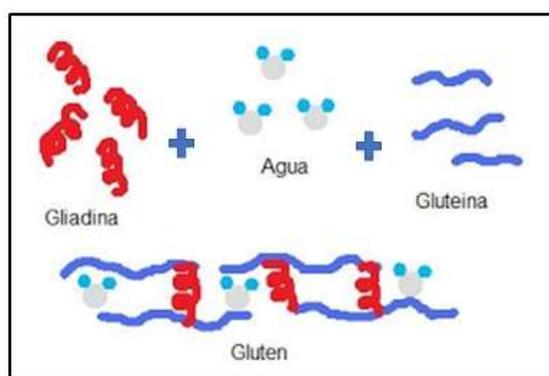
En la Tabla 1.11 se muestran los valores biológicos asociados a distintas proteínas, como es posible notar, el valor de las proteínas más altos son correspondientes con alimentos de origen animal, y los valores más inferiores corresponden a los cereales.

**Tabla 1.11:** *Valores de Valor Biológico de distintas proteínas*

<b>Tipo de proteínas</b>	<b>Valor Biológico</b>
Suero de leche	104-120
Huevo entero	100
Clara de huevo	88
Pescados	80-85
Aislado de guisante	80-85
Carnes	78-80
Caseína	77
Soja	74-90
Gluten de trigo	64
Arroz	59
Legumbres	50
Cereales	<50

**Fuente:** (Mitchell, H.H., 1993)

Las proteínas del trigo son de bajo VB, ya que aportan aminoácidos no indispensables, puesto que el organismo los sintetiza a partir de los nutrientes que se consumen en la dieta regular. El contenido proteico del trigo varía 10-15% (10-15 gramos de proteína cada 100 gramos de cereal). El trigo posee gluten, que es una mezcla de prolaminas, proteínas que en contacto con el agua tienen la propiedad de formar una especie de red que permite el amasado ya que le otorga elasticidad y extensibilidad, estas proteínas que forman parte del gluten se llaman gliadina y glutenina, y representan un 80-85% de las proteínas totales del trigo (véase Figura 1.1). Aquellas que no forman parte del gluten representan solamente el 15-20%. (Ramplona, 2017)



**Figura 1.1:** Formación de gluten a partir de Gliadina y Gluteina

**Fuente:** (Ramplona, 2017)

### 1.3.2 Información nutricional del arroz

El arroz (*Oryza sativa*) es el alimento básico por su contenido en almidón es una excelente fuente de calorías. Sus proteínas tienen un rendimiento superior al de los demás cereales y es un alimento hipoalergénico, fácilmente digerible y tiene propiedades funcionales versátiles. La composición del arroz varía extraordinariamente dependiendo no sólo de la variedad y las distintas partes del grano, como se puede ver en la tabla 1.8, si no del grado de elaboración. El valor biológico de las proteínas del arroz (59%) es inferior al del trigo (64%). Aun así su valor biológico es relativamente alto, comparado con otros cereales, tal como se estudió en el apartado 1.3.1.

El valor biológico de las proteínas del arroz es inferior puesto que en el arroz la lisina es el primer aminoácido limitante y el segundo es la treonina, tales aminoácidos son esenciales y el arroz no los posee. Otra deficiencia del arroz es en vitamina B, sin embargo, como se puede observar a continuación en la Tabla 1.12 el arroz posee otras propiedades nutricionales que lo vuelven un alimento esencial, por ejemplo, es muy rico en potasio, fósforo, magnesio, niacina y ácido fólico. (Villalba, 2016)

**Tabla 1.12:** Información nutricional en 100 gramos de Arroz

Aporte por ración		Minerales		Vitaminas	
Energía [Kcal]	364,00	Calcio [mg]	14,00	Vit. B1 Tiamina [mg]	0,05
Proteína [g]	6,67	Hierro [mg]	0,80	Vit. B2 Riboflavina [mg]	0,04
Hidratos	81,60	Yodo [mg]	14,00	Eq. niacina [mg]	4,87
carbono [g]		Magnesio [mg]	31,00	Vit. B6 Piridoxina [mg]	0,20
Fibra [g]	1,40	Zinc [mg]	1,50	Ac. Fólico [µg]	20,00
Grasa total [g]	0,90	Selenio [µg]	7,00	Vit. B12 Cianocobalamina [µg]	0,00
AGS [g]	0,19	Sodio [mg]	3,90	Vit. C Ac. ascórbico [mg]	0,00
AGM [g]	0,23	Potasio [mg]	109,00	Retinol [µg]	0,00
AGP [g]	0,32	Fósforo [mg]	50,00	Carotenoides (Eq. β carotenos)	0,00
AGP /AGS	1,70			[µg]	
(AGP + AGM) /	2,91			Vit. A Eq. Retinol [µg]	0,00
AGS				Vit. D [µg]	0,00
Colesterol [mg]	0,00				
Alcohol [g]	0,00				
Agua [g]	9,40				

**Fuente:** (Dietas.net, 2017)

### 1.3.3 Información nutricional de la Yuca

Al igual que con las papas, la yuca tiene una alta cantidad de carbohidratos y baja cantidad de proteína. Lo cierto es que se trata de un tubérculo especialmente rico en hidratos de carbono complejos, similar a los cereales. Cada 100 gramos de yuca aportan 120 Kcal y los siguientes nutrientes:

**Tabla 1.13:** Información nutricional en 100 gramos de Yuca

Nutriente	Cantidad
Proteína	3.1 gramos
Carbohidratos	26.8 gramos
Grasa	0.4 gramos
Vitamina B6	0.4 miligramos
Vitamina C	48.2 miligramos
Magnesio	66 miligramos
Potasio	765 miligramos

**Fuente:** (Pérez C. , 2013)

Comparando los valores descritos en la Tabla 1.9 sobre el contenido de proteína en la harina de yuca es posible notar que en comparación con 100 gramos de yuca (tubérculo sin refinar) se tienen valores distintos de proteína, esto es debido a que en el proceso de elaboración de la harina de yuca se pierden proteínas, teniéndose una desventaja en cuanto a la utilización de ésta harina, sin embargo, el aporte calórico de la harina de yuca es menor en casi el 50% respecto a la harina de trigo, lo cual puede aprovecharse para el desarrollo de alimentos como productos “light” o similares. En el caso específico de esta investigación, se aprovechó el aporte de almidón que provee la yuca y su bajo aporte calórico.

#### 1.3.4 Información nutricional de la Moringa

La moringa posee aproximadamente 46 antioxidantes y es una de las fuentes más poderosas de antioxidantes naturales. Los antioxidantes proporcionan los átomos libres que el cuerpo necesita y reducen el efecto de los radicales Libres. Adicional a esto, las hojas de la Moringa son ricas en flavonoides, un tipo de antioxidantes. (Toro, Martínez, Carballo, y Rocha, 2011)

La moringa (*Moringa oleífera*) es una planta que puede ser considerada como alimento funcional. Durante siglos, ha sido utilizada por varias culturas alrededor del mundo como herramienta de la medicina tradicional, hay pruebas históricas que indican que las hojas y

frutos de moringa eran parte de la dieta de los reyes y reinas con el fin de mantener la mente alerta y tener una piel sana. Entre las propiedades que se le otorgaban están: combatir las infecciones de piel, el asma y la bronquitis, prevenir la anemia y diabetes, etc. (Mahmood, Mugal, y Ul, 2010). Su información nutricional resumida se muestra en la Tabla 1.14.

**Tabla 1.14:** Información nutricional de la *Moringa oleífera*

Valor nutricional por cada 100 g	
Energía 65 kcal 270 kJ	
<b>Carbohidratos</b>	8.28 g
• Fibra alimentaria	2 g
<b>Grasas</b>	1.40 g
<b>Proteínas</b>	9.40 g
<b>Agua</b>	78.66 g
Retinol (vit. A)	378 µg (42%)
Tiamina (vit. B <sub>1</sub> )	0.257 mg (20%)
Riboflavina (vit. B <sub>2</sub> )	0.660 mg (44%)
Niacina (vit. B <sub>3</sub> )	2.220 mg (15%)
Vitamina B <sub>6</sub>	1.200 mg (92%)
Vitamina C	51.7 mg (86%)
Calcio	185 mg (19%)
Hierro	4 mg (32%)
Magnesio	147 mg (40%)
Fósforo	112 mg (16%)
Potasio	337 mg (7%)
Sodio	9 mg (1%)
Zinc	0.60 mg (6%)
% de la cantidad diaria recomendada para adultos.	

**Fuente:** (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), 2017)

Como se mencionó en el apartado 1.3.2, el arroz es deficiente en vitamina B, sin embargo, tal y como se muestra en la tabla anterior, la moringa posee altos valores de Vitamina B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> y B<sub>6</sub>, propiedad que se utilizó en la formulación de la pasta alimenticia desarrollada en la investigación para obtener un producto final con altos aportes nutricionales.

## 1.4 Definición, clasificación y especificaciones generales en la elaboración de pastas alimenticias

La pasta es un alimento nutritivo que contiene carbohidratos complejos y es baja en grasa, esto debido a la naturaleza de las materias primas con las que son convencionalmente elaboradas. Es un alimento de bajo costo, fácil de preparar, versátil y que puede ser consumido por todos los sectores de la población.

La elaboración de pastas alimenticias a base de trigo es una práctica antigua que se sigue en países donde se cultiva este cereal como en aquellos en que se importa. Sin embargo, en la actualidad, se desarrollan pastas alimenticias a partir de otros cereales como alternativas con mejores aportes nutricionales y/o que suplan las nuevas demandas de los consumidores que son intolerantes al gluten o alérgicos al trigo o consumidores que buscan alimentos no tradicionales en el mercado actual. La celiaquía es una enfermedad hereditaria y autoinmunitaria en la cual la superficie absorptiva del intestino delgado resulta dañada debido a la intolerancia al gluten, proteína que se encuentra en trigo, avena, cebada y centeno y cuyo principal componente es la gliadina. Esto afecta la capacidad del intestino para absorber nutrientes de forma adecuada, lo que puede conllevar a la persona a padecer de anemia y desnutrición.

Es fácil confundir la enfermedad celíaca con la alergia al trigo, pero se trata de dos afecciones diferentes. Mientras que las personas con alergia al trigo generalmente pueden ingerir otros cereales, las personas afectadas por la enfermedad celíaca no pueden ingerir ningún alimento que contenga gluten.

### 1.4.1 Definición

Según la Norma Salvadoreña Obligatoria “Pastas alimenticias. Especificaciones” (NSO 67.03.03:09) se puede definir a las “Pastas Alimenticias” como aquel producto obtenido por la deshidratación de porciones en formas variadas de masa preparada con: sémola o

semolina de trigos duros o de trigo durum, sémola o semolina de trigo no durum, harina de trigo duro o de trigo durum, harina de trigo no duro o de trigo no durum, maíz, arroz, o cualquier otro cereal diferente al trigo, soya o la combinación de estas, con agua y con o sin uno o más de otros ingredientes opcionales.

#### 1.4.2 Clasificación

En la actualidad existen variadas clasificaciones para las pastas alimenticias, unas de acuerdo a la forma de la pasta, y otras de acuerdo a sus materias primas, sin embargo, en la presente investigación se adaptará la clasificación presentada por la Norma Obligatoria Salvadoreña NSO 67.03.03:09.

Tal clasificación se presenta a continuación y decidió adaptarse debido a que engloba la pasta alimenticia desarrollada en la investigación. Es importante aclarar que actualmente no se cuenta con una clasificación especial para pastas alimenticias libres de gluten, ya que tal como se vió en la sección 1.4.1, la definición de pasta alimenticia incluye las pastas alimenticias elaboradas a partir de materias primas no convencionales, ya sea parcial o totalmente. Teniendo en cuenta lo anterior, las pastas alimenticias se clasifican en:

- a) **Pastas alimenticias con harina integral de trigo:** pastas con adición de harina integral de trigo (harina sin refinar).
- b) **Pastas alimenticias instantánea:** pastas con un pre cocimiento parcial o total.
- c) **Pastas alimenticias cortas:** pastas que presentan dimensiones variables, generalmente de las figuras formadas deriva su nombre, por ejemplo: canelones, codos, conchas, tornillos, etc.
- d) **Pastas enroscadas:** pastas dispuestas en forma de madejas o nidos, por ejemplo: cabello de ángel y nidos.
- e) **Pastas largas:** pastas obtenidas con un tamaño mínimo de veinte centímetros (20 cm) de longitud, que pueden ser de presentación circular o plana. Por ejemplo: espagueti, linguini y macarrón.

Las pastas alimenticias se designan especificando su principal ingrediente cuando éste **no sea trigo**, seguido de la forma de presentación, por ejemplo: “*Pastas alimenticias de maíz*”, “*Espagueti*”. Por lo tanto, la pasta alimenticia de la investigación se adapta a la siguiente designación: “***Pasta alimenticia de yuca, arroz y moringa***”, “***Tallarines***”.

#### 1.4.3 Avances encontrados en investigaciones relacionadas con el desarrollo de pastas alimenticias con harinas de cereales farináceos

Debido al creciente interés en el desarrollo de nuevos productos, el aumento poblacional de personas intolerantes al gluten (celiacos) en América Latina, incrementándose en un 700% solo en Argentina entre 2009 y 2014 (Ministerio de Salud de la República de Argentina, 2014) y sumando a lo anterior, las nuevas tendencias alimentarias y el auge de los super alimentos traen consigo el desarrollo de investigaciones que buscan el desarrollo de nuevos productos que además de ser innovadores provean un beneficio nutricional al consumidor. Al revisar investigaciones previas que sirvan de soporte al nuevo estudio se puede citar los siguientes trabajos realizados en distintas Universidades de El Salvador y de América Latina acerca del uso de mezclas farináceas en la elaboración de pastas alimenticias y análisis reológicos, demuestran que es posible obtener pastas de buena calidad, así:

Un estudio realizado sobre las propiedades reológicas para la elaboración de pastas a base de harina de quinua se basó en la variación de parámetros como la cantidad de harina de quínoa presente en la mezcla, temperatura, y porcentaje de agua en la masa. Se obtuvieron resultados óptimos para mezclas con 50% de harina de quinua y 50% de harina de arroz, obteniendo valores de fuerza elástica de 167 N. (Jara, 2006)

Otro estudio de este tema, pero orientado a analizar el comportamiento reológico de harinas libre de gluten formuladas con harina de arroz y proteína de soya en presencia y ausencia de transglutaminasa fue evaluado mediante el Mixolab y ultrasonido a dos diferentes temperaturas (25 y 65°C), las principales diferencias fueron observadas durante el proceso

de mezclado, donde la proteína de soya y la transglutaminasa inducen a un importante incremento de la consistencia elástica de la masa. (Rosell, 2009)

También, se evaluó el efecto de diferentes hidrocoloides: hidropilmetilcelulosa (HPMC), pectina (PC), goma guar (GG) y goma xantán (XG) en el comportamiento de la masa de trigo utilizando el Mixolab, determinando que la incorporación de HPMC produjo el mayor beneficio en el comportamiento de la masa durante el cizallamiento mecánico, tiempo de desarrollo, y estabilidad durante el mezclado y una disminución del debilitamiento de la masa en el calentamiento. (Rosell, 2009)

El excelente desempeño de las gomas se ha comprobado en diferentes investigaciones, una importante de mencionar se desarrolló en 2014, en una pasta alimenticia con base de harina de amaranto y soya en una proporción del 50%, donde se pudo realizar dicha sustitución con la combinación de goma xantán y goma guar, pues éstas proveen textura y una mayor retención de agua a la pasta manteniendo una buena apariencia y buenas propiedades reológicas. (Fauca Marengo, 2014)

Las investigaciones relacionadas con gomas son de vital importancia en la elaboración de pastas libres de gluten, ya que éste, es quien posee elasticidad, buena apariencia y excelentes propiedades reológicas en las pastas alimenticias de trigo. Por lo tanto, en pastas libres de gluten se vuelve necesario compensar tal deficiencia, y en la actualidad se utilizan gomas, de las cuales existe una gran variedad en el mercado, sin embargo, de acuerdo con una investigación de campo realizada se comprobó que las más utilizadas son las goma guar y xantán. De hecho, ésta última fue recomendada por una industria procesadora de pastas en El Salvador, ya que provee mejores resultados que la utilización de goma guar, según indicaron los encargados del área de control de calidad de la industria consultada, en el capítulo 5 se amplía la información sobre la investigación de campo realizada.

Se tienen también estudios en cuanto al aumento de macro y/o que involucran el desarrollo de pastas alimenticias sustituyendo en la formulación de estas hasta un 50% del trigo, y

además se han desarrollado formulaciones libres de trigo como propuestas de pastas alimenticias libres de gluten, encontrándose lo siguiente:

*“Es posible incrementar el valor biológico proporcionado por las pastas alimenticias elaboradas a partir de trigo, al sustituir parte de la harina de trigo por harina de quinoa y zanahoria, ya que la quinoa es muy rica en lisina y se incrementa el contenido de fibra soluble y vitamina A con la adición de zanahoria”.* (Astaíza M., 2010)

Estos y otros estudios han demostrado que es posible sustituir la función que realiza el gluten en pastas alimenticias de trigo en pastas alimenticias con mezclas farináceas sin gluten.

#### 1.4.4 Proceso productivo en la elaboración de pastas alimenticias a partir de harina de trigo

El proceso de producción para la elaboración de pastas alimenticias a partir de harina de trigo es de tipo homogéneo, obteniéndose un sólo tipo de producto con un proceso similar. La variedad de las pastas alimenticias en la actualidad se debe fundamentalmente a la gran diversidad de olores, sabores, formas y recetas de preparación.

El proceso productivo a considerar en este apartado es diferente al proceso productivo de pastas alimenticias a base de mezclas de harinas farináceas diferentes al trigo. Las escalas posibles de producción dependen directamente de los niveles producción, y de forma general pueden agruparse así:

- a) **Microempresa/artesanal:** De 250 a 500 kg/día
- b) **Pequeña empresa:** De 500 a 3,000 kg/día
- c) **Mediana empresa:** De 3,000 a 6,000 kg/día
- d) **Gran empresa:** Más de 6,000 kg/día. (Instituto Nacional del Emprendedor, s.f.)

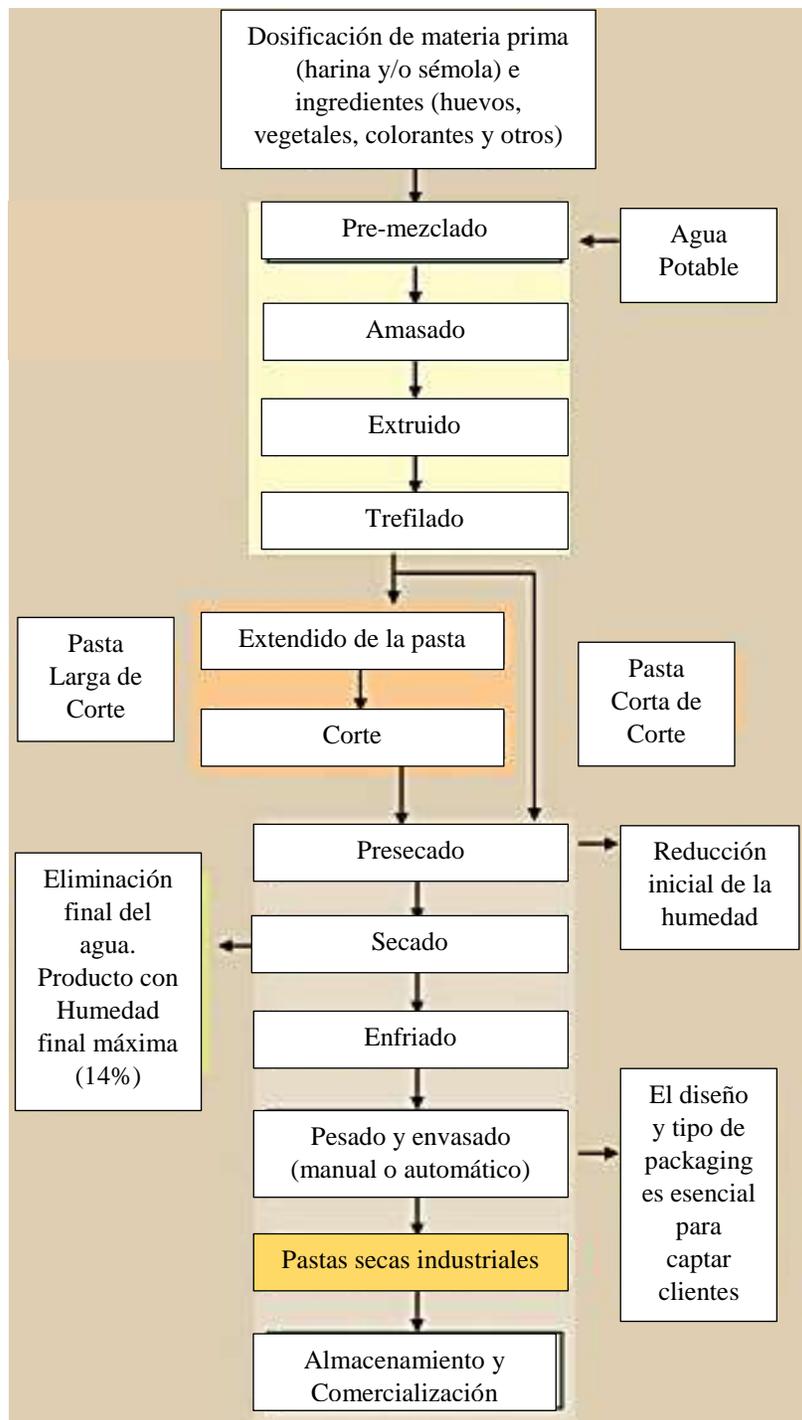
La tecnología de producción de las pastas secas industriales tiene un costo elevado; los mejores y más modernos equipos son de origen italiano y resultan inaccesibles para la gran mayoría de las pequeñas y medianas empresas (pymes) del país. Por otra parte, las escalas que ofrecen los proveedores de esos equipos no se adaptan a la realidad del mercado que abastecen las pymes productoras de pastas alimenticias nacionales, que en general requieren equipos de capacidad máxima de producción de 700/800 Kg/hora. Esto explica que sea frecuente que el sector se provea de tecnología nacional o que adapte tecnología importada usada.

La producción para la elaboración de pastas alimenticias es un proceso tradicional. En la microempresa se realizan algunas operaciones de forma manual, mientras que en la pequeña empresa se hacen mecánicamente, lo cual redundaría en una mayor calidad del producto final, uniformidad y en un mayor volumen de producción a menor costo. Los cambios o modificaciones que ha sufrido el proceso de producción en el transcurso del tiempo se refieren fundamentalmente a la modernización en el equipo y maquinaria, lo que ha incrementado notablemente los volúmenes de producción.

Adicional a los volúmenes de producción que se manejan en las industrias, el proceso que se lleva a cabo en una planta procesadora de alimentos depende tanto del producto que se fabrica como de sus materias primas y la transformación que éstas sufren en el proceso. Por lo tanto, las operaciones unitarias que intervienen en una planta procesadora de pasta son muy importantes para identificar y establecer un proceso productivo. Existen en este proceso operaciones preliminares, que son aquellas como recepción de materia prima, lavado, pelado y selección o clasificación de materia prima, y así mismo, existen operaciones unitarias tales como la molienda y el secado.

Es evidente que el proceso varía (aunque como se mencionó anteriormente, no en una cantidad significativa) si la pasta procesada es una pasta alimenticia a base de harina de trigo o a base de otras harinas, por supuesto, también varía el proceso si el fabricante

elabora la harina o compra la materia prima lista para utilizarse. En la Figura 1.2 se presenta el proceso productivo para pastas alimenticias a base de harina de trigo.



**Figura 1.2:** *Proceso productivo de pastas alimenticias a base de harina de trigo*

**Fuente:** (Instituto Nacional del Emprendedor, s.f.)

En el flujograma anterior (véase Figura 1.2) se muestran el proceso productivo en forma general de la producción de pastas alimenticias a base de harina de trigo, las cuales se describen a continuación, así mismo se añaden operaciones que se tienen en todo proceso productivo como la recepción y el almacenamiento de materias primas:

- I. Recepción y almacenamiento de las materias primas:** en esta actividad se efectúa la recepción y almacenamiento temporal de las materias primas necesarias para el proceso de la elaboración de las pastas alimenticias. En particular se registran los datos del proveedor, procedencia, costo y cantidad entregada. Dependiendo del nivel de producción y la empresa procesadora se realizan análisis de calidad previo a la recepción de la materia prima, esto para verificar la calidad de las mismas.
- II. Preparación del agua:** en esta fase del proceso se procede a purificar y quitar todo residuo orgánico e inorgánico que se encuentre en el agua, así como a descalcificarla, para calentarla y producir vapor. El vapor es necesario para calentar el agua dentro de la fábrica, la cual es utilizada para agregarse a las harinas en la cantidad precisa. El agua debe ser potable y cumplir con las legislaciones vigentes.
- III. Premezclado:** en esta parte del proceso, se tienen las materias primas pesadas en las cantidades indicadas en la formulación y normalmente solamente se tienen los ingredientes secos, los cuales se mezclan de forma que se encuentren homogeneizados al momento de agregar el agua y realizar el mezclado.
- IV. Mezclado:** una vez se tienen totalmente combinados los ingredientes secos se procede a agregar el agua potable y a mezclar todos los ingredientes, intentando obtener una masa totalmente uniforme, en ésta etapa se busca obtener una masa firme pero no reseca, es decir, sin agrietamientos.
- V. Amasado de la pasta:** es un proceso en la fabricación que se utiliza para mezclar los ingredientes y añadir resistencia al producto final. Su importancia radica en la mezcla de la harina con el agua. Cuando estos dos ingredientes se combinan y amasan, las proteínas gliadina y glutenina en la harina se expanden y forman hebras de gluten, que dan al producto su textura (véase sección 1.3.1). El proceso de amasado calienta y estira estas cadenas de gluten, creando finalmente una masa elástica. Si la masa no se amasa lo suficiente, no va a ser capaz de mantener las

diminutas bolsas de gas (CO<sub>2</sub>) creadas por el agente leudante (como la levadura), perdiendo la consistencia elástica y dejando un producto de mala calidad. El amasado se puede realizar a mano (forma tradicional), o con un mezclador equipado con un gancho de amasado. De la forma tradicional la masa se coloca sobre una superficie con harina, se presiona y se estira con la palma de la mano, doblada sobre sí misma, y rotada mediante un giro de 90° de forma repetida, éste proceso continúa hasta que la masa esté elástica y suave. La operación del amasado se realiza en un tiempo preciso de entre 15 a 25 minutos, a partir de los cuales estará en las suficientes condiciones de homogeneidad para su refinado y cilindrado.

En pastas alimenticias sin gluten, este paso, sigue siendo indispensable, ya que se produce la elasticidad, gracias a las gomas utilizadas en su elaboración, puesto que éstas crean redes junto con todos los ingredientes, simulando de esta forma, la función del gluten en las pastas alimenticias convencionales.

**VI. Extruido de la pasta:** la etapa de extrusión consiste básicamente en comprimir un alimento hasta conseguir una masa semisólida, que luego es forzada a pasar por un orificio de determinada forma geométrica, lo que permite obtener una gran variedad de texturas y formas. La extrusión es un proceso que combina diversas operaciones unitarias como el mezclado, el amasado y el moldeo.

La capacidad de los sistemas de extrusión de realizar simultáneamente y de manera continua una serie de operaciones unitarias, disminuye el espacio ocupado en la planta procesadora y permite bajar costos de operación y uso de energía, incrementando así la productividad. Esta eficiencia en la operación, aunado a la posibilidad de obtener formas no fácilmente obtenidas con otros métodos manuales ha hecho que la extrusión emplee un proceso indispensable en la mayoría de industrias procesadoras de pastas alimenticias.

**VII. Trefilado:** esta operación consiste en dar un acabado a la forma de la pasta, introduciéndola en cilindros cortadores (trefiladora) para obtener cintas de pastas largas (tallarines) o cortas (codos) del mismo espesor y cortándolos en diferentes longitudes, posteriormente se coloca sobre bandejas (mallas) con el objetivo de que exista ventilación por toda la pasta.

**VIII. Secado:** es una operación de transferencia de masa de contacto gas-sólido, donde la humedad contenida en el sólido se transfiere por evaporación hacia la fase gaseosa, en base a la diferencia entre la presión de vapor ejercida por el sólido húmedo y la presión parcial de vapor de la corriente gaseosa. Cuando estas dos presiones se igualan, se dice que el sólido y el gas están en equilibrio y el proceso de secado cesa.

En el caso específico de las pastas alimenticias normalmente se utiliza el secado por arrastre en el exterior del alimento. Cuando el alimento húmedo se pone en contacto con una corriente de aire, o de cualquier otro gas, suficientemente caliente y seco, se establece entre ellos una diferencia de temperatura y una diferencia de presión parcial de agua dando como resultado una transferencia de calor y masa entre el gas y el alimento. La transferencia de calor ocurre desde el aire hacia el alimento ya que la temperatura del alimento es inferior a la del aire y por otro lado, la transferencia de masa ocurre del alimento hacia el aire puesto que el mayor contenido de humedad en el alimento hace que la presión parcial de agua en él sea mayor que en el aire. Conforme el alimento pierde humedad se establecen en su interior diferencias de concentración, por lo que existen dos mecanismos de transferencia de masa en el secado:

**a) Convección:** entre la superficie del alimento y la corriente de aire.

**b) Difusión:** desde el interior del alimento hacia su superficie.

Como se mencionó antes, cuando el alimento y el aire llegan a un equilibrio el proceso termina, y conforme las condiciones se acercan a dicho equilibrio la velocidad de secado disminuye; cada alimento posee distintas formas de comportarse durante un proceso de secado y, para modelar dicho proceso se elaboran *Curvas de Velocidad de Secado*. La curva se obtiene sobre el contenido de humedad por exposición de la muestra húmeda a una corriente de aire a temperatura, humedad, velocidad y dirección de flujo constantes. El peso de la muestra es reducido continuamente como función del tiempo. Este dato permite

calcular el contenido de humedad en base seca que es la cantidad de agua que tiene el alimento en relación solamente a la cantidad del alimento totalmente seco y se representará por  $H$  en el presente documento, y enseguida, el contenido de humedad libre (exceso de humedad sobre el contenido de humedad de equilibrio) se calcula de la siguiente manera:

$$H_L = H - H_C$$

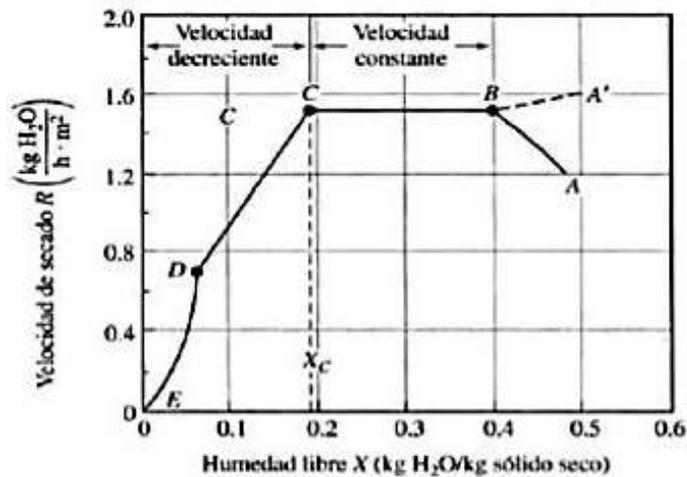
Donde,

$H$ = Humedad en base seca

$H_C$ = Contenido de humedad en el equilibrio

$H_L$ = Humedad libre. (Fennema, 1973)

Con los respectivos datos de humedad, área conocida del alimento y tiempo se construye la curva de secado, que teóricamente daría un resultado como el siguiente:



**Figura 1.3:** Curva de velocidad de secado teórica

**Fuente:** (Fennema, 1973)

Generalmente se pueden apreciar dos partes notorias de la curva de régimen de secado: un período de régimen constante y uno de caída de régimen, aunque teóricamente existen o se pueden apreciar tres etapas del proceso de secado.

**Etapa A-B:** Es una etapa de calentamiento (o enfriamiento) inicial del sólido normalmente de poca duración en la cual la evaporación no es significativa por su intensidad ni por su cantidad.

**Etapa B-C:** Es el llamado primer período de secado o período de velocidad de secado constante; donde se evapora la humedad libre o no ligada del material y predominan las condiciones externas. La velocidad de secado se mantiene constante.

**Etapa C-E:** Es el segundo período de secado o período de velocidad de secado decreciente; donde se evapora la humedad ligada del material y predominan las condiciones internas o las características internas y externas simultáneamente. Durante el período, la temperatura del material sobrepasa la de bulbo húmedo debido a que el descenso de la velocidad de secado rompe el equilibrio térmico. Ahora la humedad es extraída del interior del material con el consiguiente incremento de la resistencia a la evaporación. Este período de velocidad decreciente puede dividirse en dos partes, con diferentes comportamientos de la velocidad de secado, la cual decrece cada vez más al disminuir la humedad del sólido. Esto implica dos modelos de secado diferente en dicha zona como puede observarse en la figura en los tramos de C-D y de D-E.

En las pastas alimenticias esta operación se realiza en una cámara de secado con el objeto de disminuir el contenido de humedad del producto hasta llegar a 12 o 13% de manera que los fideos tengan un tiempo largo de vida útil, mantengan su forma y se almacenen sin deteriorarse, por lo que es la operación más delicada y difícil del proceso de fabricación. Un inadecuado secado conllevaría a una fermentación de la pasta si este fuera muy lento, o de lo contrario si fuera muy rápido se tuviera la formación de micro fisuras las cuales conllevarían a la rotura de la pasta. (Nogara, S., 1964)

- IX. Inspección de control de calidad:** las pruebas se realizan en el laboratorio de control de calidad. Concluido el proceso anterior se toman muestras con el objeto de realizar las pruebas de inspección para garantizar que el producto cumpla con los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos que exija la legislación vigente del país productor y de los países donde pretende comercializarse.
- X. Envasado:** el producto entra en la máquina envasadora y empaquetadora automática, la cual lo pesa y coloca en bolsas de celofán o plástico. Llenas las bolsas de producto, la máquina las sella automáticamente, con dos placas calientes que unen el extremo por donde se llenan y una vez selladas, la máquina las deposita en cajas de cartón y otro operador las sella con pegamento o cinta canela a fin de tener el producto envasado y listo para su almacenamiento y posterior distribución.
- XI. Almacenamiento:** puesto que las pastas alimenticias de acuerdo a la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.03.03:09 pueden contener un nivel máximo de humedad del 13%, las condiciones de almacenamiento deben adecuarse de manera que no se permita la transferencia de masa de agua al producto, a fin de evitar que éste se dañe durante el almacenamiento; en cuanto a las condiciones de temperatura, éstas deben mantenerse en un promedio de 16 a 30°C, para conservar el alimento en óptimas condiciones. (Instituto Nacional del Emprendedor, s.f.)

#### 1.4.5 Especificaciones generales en la elaboración de pastas alimenticias en El Salvador

Las pastas alimenticias deben ser elaboradas con materias primas que estén limpias, libres de contaminación y de insectos (en cualquiera de sus etapas evolutivas) u otras materias extrañas; la elaboración y envasado, deben llevarse en condiciones higiénicas sanitarias. Para la elaboración de las pastas alimenticias, se deben utilizar las siguientes materias primas y aditivos de acuerdo a la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.03.03:09: Pastas alimenticias. Especificaciones.

### **I) Ingredientes específicos:**

- a) Sémola o semolina de trigo duro o de trigo durum (*Triticum durum*), con sémola o semolina de trigo no duro o no durum (*Triticum aestivum* o *Triticum vulgare*), harina de trigo duro o de trigo durum, harina de trigo no duro o no durum solos o mezclados.
- b) Agua potable que cumpla con lo establecido en la NSO 13.07.01:08 Agua. Agua Potable (Segunda actualización) o con el Reglamento Técnico Salvadoreño vigente sobre la materia.
- c) Harina de arroz, maíz o **cualquier otro cereal diferente de trigo** (en este apartado se incluyen el arroz, soya y otros tipos de cereales).
- d) Harina de trigo fortificada, que cumpla con el RTCA Harinas. Harina de trigo fortificada. Especificaciones, en su edición vigente.
- e) Vitaminas y minerales.

### **II) Ingredientes opcionales:**

- a) Huevos, claras de huevo, yemas de huevo, en estado fresco, deshidratado o congelado.
- b) Vegetales, por ejemplo: zanahoria, tomate, espinacas, remolacha, entre otros.
- c) Colorantes naturales o artificiales aprobado por la autoridad sanitaria competente.
- d) Otros ingredientes de calidad comestible, cuyo uso sea reconocido en la elaboración de pastas alimenticias.

#### 1.4.5.1 Fortificación o enriquecimiento

La **Fortificación o Enriquecimiento** se entiende como la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento, tanto si esta como si no está contenido normalmente en el alimento, con el fin de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de la población. Existe diferencia entre lo que se conoce como alimento enriquecido o alimento fortificado.

El primero, el enriquecido, es aquel al que se han añadido aquellos nutrientes perdidos durante su procesado industrial. Cuando se refina por ejemplo el trigo o el arroz, suelen disminuir las concentraciones de vitaminas del grupo B, que al añadirlas en cantidades supuestas a las pérdidas, se obtiene un producto más cercano al natural. Es un alimento enriquecido. (Organización Alimentos y Nutrición , 2015)

Algunos alimentos no contienen por si, determinados nutrientes. Si se añaden, se consigue que el alimento reúna características distintas, supuestamente mejoradas, del inicial. Por ejemplo, la leche se fortifica con vitamina D para que mejore la absorción de sus componentes, calcio y fósforo. Incluso se puede realizar un doble procedimiento, enriquecimiento y fortificación.

Así se hace con algunos productos derivados de cereales que se enriquecen con vitaminas hidrosolubles y se fortifican con ácido fólico. Un intento de reducir la incidencia de algunas enfermedades o insuficiencias en el nacimiento. (Organización Alimentos y Nutrición , 2015)

#### 1.4.5.2 Vitaminas y Minerales

En El Salvador las pastas alimenticias deben ser fortificadas con vitaminas y minerales en las cantidades indicadas en la Tabla 1.15.

**Tabla 1.15:** *Contenido de vitaminas y minerales en pastas alimenticias*

<b>Nutriente</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Tiamina, en mg/kg	8.8	11.0

**Continúa...**

**Tabla 1.15:** *Contenido de vitaminas y minerales en pastas alimenticias. Continuación.*

<b>Nutriente</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Riboflavina, en mg/kg	3.7	4.8
Niacina, en mg/kg	59.5	74.9
Hierro, en mg/kg	28.6	36.3
Ácido Fólico, en mg/kg	1.9	2.6

**Fuente:** (Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.03.03:09)

#### 1.4.5.3 Ingredientes adicionales: proteína de soya

Los ingredientes adicionales que comúnmente se añaden con el fin de enriquecer las propiedades nutritivas o sensoriales de las pastas alimenticias son: albúmina de huevo en polvo, huevo entero o clara de huevo (líquido o en polvo), *harina de soya o proteína de soya*, sal yodada, ajo, perejil, apio, tomate, cebolla, espinaca, saborizantes, y colorantes naturales o artificiales. (Mackay y Stimson, 1993)

La proteína de soya es una proteína de alta calidad, tal y como se estudió en el apartado 1.3.1 que puede utilizarse eficazmente para el mantenimiento, restauración y síntesis de proteínas debido a que posee aminoácidos esenciales.

La proteína de soya o la soya misma es utilizada en la elaboración de pastas alimenticias libres de gluten para incrementar el valor biológico de la pasta obtenida y el contenido de proteínas del producto final, es válido aclarar, que no solamente se utiliza dicha proteína para pastas alimenticias sino para una gran cantidad de productos, como son barras nutricionales, galletas, etc.

#### 1.4.5.4 Aditivos

Para los fines del Codex Alimentarius:

Se entiende por "*aditivo alimentario*" cualquier sustancia que por sí misma no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición al alimento en sus fases de producción, fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte (o pueda esperarse que razonablemente resulte) directa o indirectamente por sí o sus subproductos, un componente del alimento o bien afecte a sus características. Esta definición no incluye "contaminantes" o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales.

En el caso de las pastas alimenticias se utilizan aditivos reguladores de la acidez, antioxidantes, colorantes, acentuadores del aroma, estabilizantes, espesantes, humectantes, emulsionantes, conservantes, y agentes antiaglutinantes.

Las gomas son ingredientes de origen natural utilizados como emulsionantes y espesantes, es decir, permiten que las mezclas se mantengan unidas, ya que las moléculas del aceite o grasa presente no tienen separación entre ellas. Las gomas son solubles en agua y, debido a esto, es que mejoran la sensación del alimento en la boca, porque dan consistencia, ayudan también a que la mezcla mantenga humedad, dan elasticidad y extienden la vida de anaquel, conservan los sabores y estabilizan las preparaciones horneadas de manera que se pueden congelar o descongelar exitosamente. (Angioloni, 2003)

En general, los agentes espesantes se utilizan regularmente en las pastas alimenticias libres de gluten, especialmente tres de ellas, las cuales se describen a continuación:

- a) **Goma Xantan (GX):** Generalmente, la función de Goma Xantan es la de actuar como coloide hidrofílico para espesar, suspender, y estabilizar emulsiones y otros sistemas basados en agua.
- b) **Goma Guar (GG):** es el hidrocoloide natural que alcanza uno de los niveles más altos de viscosidad. Esta característica es resultado del efecto de las largas estructuras ramificadas del polisacárido. Es muy estable en un amplio intervalo de pH (1 a 10.5).
- c) **Pectinas (PC):** Para definir químicamente lo que es la pectina es posible decir que es un polisacárido cuya principal función es ser el elemento enlazante de las paredes celulares de frutas y vegetales. Cuando la pectina está en presencia de agua se convierte en una sustancia con forma de gel. Esta característica le da propiedades estabilizantes, gelificantes y espesantes. (Badui Dergal, 1993)

De acuerdo con el CODEX STAN 1992-1995 las gomas son aditivos alimentarios con Ingestión diaria admisible (IDA) “No especificadas”. IDA es una estimación efectuada por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) de la cantidad de aditivo alimentario, expresada en relación con el peso corporal, que una persona puede ingerir diariamente durante toda la vida sin riesgo apreciable para su salud.

Cuando a un aditivo se le ha asignado una IDA “no especificada”, en principio su utilización podría estar permitida en todos los alimentos, sin otra limitación que su conformidad con las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF). No obstante, debe tenerse presente que una IDA no especificada no significa que se acepta una ingestión ilimitada.

### 1.5 Especificaciones técnicas de las pastas alimenticias en El Salvador

Las especificaciones técnicas de las pastas alimenticias son de utilidad para verificar que el producto cumple con los requerimientos mínimos que establece la legislación vigente y aplicable (Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.03.03:09: Pastas alimenticias. Especificaciones). En éstos se incluyen parámetros sensoriales, fisicoquímicos y

microbiológicos para obtener un producto de calidad y así mismo apto para el consumo humano.

### 1.5.1 Especificaciones sensoriales

Las pastas alimenticias deben tener apariencia, tamaño, forma, y sabor característico. El color debe ser el natural procedente de los macro y micro ingredientes utilizados como materia prima, aunque se permite el uso de colorantes naturales y artificiales. El olor de la pasta no debe ser rancio ni ácido, deberá ser característico de sus ingredientes. El aspecto de la pasta cruda no debe ser mohoso; por el contrario, deberá ser uniforme, vítreo, translúcido y frágil. (Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.03.03:09: Pastas alimenticias. Especificaciones).

### 1.5.2 Especificaciones fisicoquímicas

Las pastas alimenticias de acuerdo con sus ingredientes, debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 1.16:

**Tabla 1.16:** *Requisitos fisicoquímicos para pastas alimenticias*

No.	Parámetros	Valor
1	Humedad (% máximo)	13,0
2	Proteínas en % en masa, en base seca, mínimo	10,5
3	Cenizas en % en masa, en base seca máximo	1,0

**Fuente:** (Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.03.03:09)

Para el caso de pastas alimenticias elaboradas a partir de harinas diferentes al trigo como arroz, soya u otros, la Norma Salvadoreña Obligatoria no hace especificaciones sobre un valor de cenizas, sin embargo, en el presente estudio se tomará el valor especificado para las pastas alimenticias elaboradas con harina de trigo, es decir, 1%. (Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.03.03:09)

### 1.5.3 Especificaciones microbiológicas

Las pastas alimenticias no deben contener microorganismos en número mayor a lo especificado en la Tabla 1.17.

**Tabla 1.17:** Especificaciones microbiológicas para pastas alimenticias

Microorganismo	Pastas sin huevo			
	n (1)	c (2)	m (3)	M (4)
<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	5	1	10	10 <sup>2</sup>
Mohos y Levaduras UFC/g	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Escherichia coli NMP/g	5	0	<3	<3

**Fuente:** (Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.03.03:09)

- (1) n= Número de muestras que debe analizarse
- (2) c= Número de muestras que se permite que tenga un recuento mayor que “m”, pero no mayor que “M”
- (3) m=Recuento máximo recomendado
- (4) M=Recuento máximo permitido

Otra legislación similar pero no aceptable en este caso, es el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 ALIMENTOS. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS. No es aceptable puesto que en la clasificación que realiza dicha legislación únicamente establece el subgrupo 6.2 como pastas (rellenas), y la pasta alimenticia que se desarrolló en la investigación no es del tipo rellena, sin embargo, para fines comparativos se presentan la Tabla 1.18 que muestra los parámetros microbiológicos de dicho reglamento.

**Tabla 1.18: Criterios microbiológicos de RTCA 67.04.50:08 para pastas alimenticias**

**6.0 Grupo de Alimento: Productos elaborados a partir de cereales.** Cereales y productos a base de cereales, derivados de granos de cereales, de raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas, excluidos los productos de panadería de la categoría de alimentos 7.0.

**6.1 Subgrupo del alimento: Cereales hojuelas y polvo; mezclas para refresco y cereales para desayuno.**

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	5	C	< 3 NMP/g

**6.2 Subgrupo del alimento: Pastas ( rellenas)**

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	C	10 <sup>2</sup> UFC/g
<i>Salmonella ssp</i> /25 g (para los que contengan huevo)	10		Ausencia

**Fuente:** (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08)

## 1.6 Vida de anaquel de las pastas alimenticias

La vida útil o vida de almacén de un alimento se define como el tiempo que transcurre hasta que el producto se convierte en inaceptable. En muchos casos la vida útil es el periodo de tiempo durante el cual el producto permanece en buenas condiciones de venta. Es un juicio que debe llevar a cabo el fabricante o el vendedor del producto. El fabricante debe definir la calidad mínima aceptable del producto, la cual dependerá del grado de degradación que el fabricante permita en el producto antes de que decida no venderlo. (Potter y Hotchkiss, 1995)

### 1.6.1 Factores que intervienen en la alteración de los alimentos

Las causas de deterioro de los alimentos, se encuentran influenciadas por una serie de factores ambientales como lo son la temperatura, la humedad, las reacciones con el oxígeno, la luz y el tiempo; este último influencia la magnitud de degradación del producto pues “una vez sobrepasado el periodo transitorio en el cual la calidad del alimento está al

máximo, cuanto mayor sea el tiempo transcurrido mayores serán las influencias destructoras". (Vanclocha y Requena, 1999)

**Tabla 1.19:** Factores que intervienen en el deterioro de las pastas alimenticias

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
<b>Temperatura</b>	Tanto temperaturas bajas como altas, pueden alterar los alimentos no solo por sus efectos sobre los microorganismos sino que también incide sobre la velocidad de las reacciones químicas pues estas se duplican en cada aumento de 10°C.
<b>Humedad</b>	El incremento de humedad del ambiente, implica un problema para los productos secos. La cantidad más pequeña de condensación superficial es suficiente para permitir la proliferación de bacterias o el desarrollo de mohos.
<b>Oxígeno</b>	El aire y el oxígeno ejercen efectos destructores sobre las vitaminas, los colores, los sabores y otros componentes del alimento.
<b>Luz</b>	Es la responsable de la destrucción de algunas vitaminas, como la Riboflavina, la vitamina A y la vitamina C. EL deterioro del color de los alimentos es otro efecto de este factor. Los alimentos sensibles a la luz pueden ser protegidos mediante empaques que eviten su efecto en el producto.

**Fuente:** (Vanclocha y Requena, 1999)

### 1.6.2 Ganancia de humedad en alimentos empacados

Cuando un alimento sensible a la humedad se coloca en un ambiente a una temperatura constante y humedad relativa, con el tiempo llega a un equilibrio con el entorno. El contenido de humedad correspondiente en el estado estacionario se refiere como el contenido de humedad de equilibrio. Cuando el contenido de humedad (expresadas como masa de agua por unidad de masa de materia seca) se representa frente a la humedad o la

actividad de agua ( $a_w$ ) correspondiente a temperatura constante, resultando una isoterma de absorción. Tales valores son muy útiles en la evaluación de la estabilidad de los alimentos y la selección del envasado eficaz.

Las propiedades del empaque pueden tener un efecto significativo en muchos de los factores extrínsecos y por tanto indirectamente en las tasas de las reacciones de deterioro. Por lo tanto la vida en anaquel de un alimento puede ser alterado cambiando su composición y formulación, los parámetros de procesamiento, el sistema de envasado o el medio ambiente a los que está expuesto.

El simulador denominado "SimGH 1.0 v" es una aplicación computacional desarrollada en la plataforma Visual Studio-2015, la aplicación de prueba es de uso libre y si se desea la aplicación liberada también puede obtenerse en el sitio web de Teach Food Engineering. El simulador sirve para simular la ganancia de humedad de alimentos deshidratados, sometidos a condiciones de almacenamiento constante en temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y Humedad Relativa (%HR), considerando tanto las propiedades de sorción de agua del alimento, como las propiedades del empaque, como: espesor, permeabilidad, WVTR, etc.

SimGH 1.0 v, tiene la capacidad de simular el comportamiento de ganancia de humedad en un alimento seco, considerando la típica forma de linealizar la isoterma de absorción, así como también puede incluir un modelo más complejo de isoterma, como el modelo de GAB. Utilizando un método numérico para desarrollar la ecuación diferencial ordinaria de transferencia de masa, SimGH 1.0v, puede simular con excelentes resultados la ganancia de humedad.



**Figura 1.4:** *Imágenes de Simulador de SimGH 1.0v*

El único material utilizado en el proceso de fabricación de la pasta alimenticia es el material de empaque. El material de empaque debe ser inerte al producto, y a su vez, debe brindarle óptimas condiciones higiénicas y organolépticas durante su manejo, almacenamiento, transporte y distribución al mercado.

La forma de presentación de los productos del giro pastas alimenticias es con materiales de empaque en celofán, polietileno y polipropileno principalmente, aunque en la actualidad, ya se utilizan otros tipos de empaques más sofisticados, sin embargo, éstos siguen siendo los más utilizados. A continuación, se describen los tipos de materiales de empaque que más se utilizan en la industria de las pastas alimenticias:

- a) **Celofán:** el celofán es un polímero natural derivado de la celulosa. Tiene el aspecto de una película fina, transparente, flexible y resistente a esfuerzos de tracción. Actualmente el celofán ha sido sustituido por el polipropileno ya que por costos de fabricación ha sido más práctico. (Tecnología de los plásticos, 2011)
- b) **Polietileno:** es químicamente el polímero más simple y es de origen sintético, que se obtiene mediante la polimerización de etileno. Fundamentalmente podemos decir que existen dos grandes tipos de polietileno: el de alta densidad y el de baja densidad. El primero se caracteriza por ser termoplástico, recibe el nombre de HDPE y

básicamente se emplea para llevar a cabo la creación de envases plásticos desechables. Por otro lado, nos encontramos con el llamado polietileno de baja densidad, que es aquel que también se da en llamar LDPE y que tiene la particularidad de que se puede reciclar. En la industria de pastas alimenticias se utiliza el polietileno de alta densidad, es decir, HDPE. (Pérez Porto y Merino, 2013)

- c) **Polipropileno:** es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo. El polipropileno es el material plástico de menor peso específico (0,9 g/cm<sup>3</sup>), lo que implica que se requiere de una menor cantidad para la obtención de un producto terminado, evita el traspaso de humedad y posee buenas propiedades organolépticas, químicas, de resistencia y transparencia. (Nicholson, 2006)

Las especificaciones técnicas de densidad, permeabilidad, estabilidad, temperaturas, entre otras se encuentran listadas en las fichas técnicas de cada uno de los materiales mencionados anteriormente, dichas fichas se encuentran en los anexos del 1.3 al 1.5.

Al observar los valores de las fichas técnicas de los productos, es evidente que el mejor empaque para las pastas alimenticias es el celofán, esto debido a que pese a poseer mayores valores de densidad posee mejores propiedades en cuanto a estabilidad y permeabilidad contra el vapor de agua, esto sin mencionar que el costo de este producto es competitivo respecto al polipropileno y al polietileno.

## 1.7 Calidad de las Pastas Alimenticias

La calidad de las pastas alimenticias se evalúa como paso final y fundamental del proceso de producción, y se tienen parámetros establecidos ya sean fijados por la industria, por Normas y Reglamentos o por preferencias de los consumidores. La calidad de las pastas alimenticias se evalúa en tres etapas: calidad de pasta cruda, calidad culinaria de la pasta y calidad de la pasta cocida.

### 1.7.1 Calidad de las pastas alimenticias crudas

Es importante llevar a cabo la determinación de la calidad de la pasta cruda ya que es el primer contacto que tiene con el consumidor y éste lo relaciona directamente con la calidad culinaria que presentará la pasta. Para evaluar la calidad se tienen los siguientes parámetros:

- a) **Color:** el color final de la pasta está influenciado en función de varias características físicas de la sémola que se utilice en su elaboración, tipo de molienda, así como la contaminación con salvado. (Milatovic y mondelli, 1991)

En la última década se ha mejorado la medida del color en la industria de la pasta. Actualmente se emplean con frecuencia técnicas espectrofotométricas, que expresan el color de la sémola o la pasta empleando los colores triestímulo  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  (o una variación de los mismos). El valor  $L^*$  registra el brillo de la muestra, el  $b^*$  el tono amarillo y el  $a^*$  el rojo/marrón. El valor  $a^*$  se correlaciona bien con la contaminación del salvado, mientras que el  $L^*$  y el  $b^*$  reflejan lo brillante y amarilla que será la pasta tras la cocción. Un buen ejemplo de un equipo con este fin es el Hunterlab (Matissek et al., 1998)

- b) **Aspecto:** la pasta cruda, debe tener consistencia dura, ser fuerte mecánicamente, de tal manera que conserve su tamaño y forma durante el empaque y transporte, no debe presentar agrietamientos, burbujas y al romperse, la fractura debe ser vítrea, uniforme y sin producción de astillas. Las características de calidad de la pasta cruda se evalúan por inspección visual y son:

- I. **Pasta estrellada:** se presenta en forma de grietas en la superficie de la pasta y es el resultado de un proceso de secado deficiente. No debe exceder el 5% del total en peso de la pasta para poder ser considerada de calidad aceptable. (Salazar, 2000)

- II. *Pasta con burbujas:*** es un producto de un proceso carente de vacío o con vacío deficiente y se presenta en forma de burbujas en la superficie de la pasta generando un producto áspero y frágil. (Salazar, 2000)
- III. *Pasta apelmazada:*** Es el resultado de un proceso de secado inadecuado lo que provoca la formación de masas sin forma o de pastas (hebras o figuras pegadas unas con otras. No debe presentarse. (Salazar 2000)

La presencia de alguno de estos factores, ocasionará que la pasta presenta características de calidad culinaria indeseables, como son: altos porcentajes de sedimentación y pasta frágil principalmente (Escamilla, 2001)

#### 1.7.2 Calidad Culinaria de las Pastas Alimenticias

La calidad culinaria de una pasta puede ser interpretada de distintas maneras, de acuerdo a los hábitos culinarios de los consumidores, debido a esto, las pruebas se evalúan variando entre países e incluso dentro de un mismo país. (Kill et Turnbull, 2004)

Algunas características que permitirán clasificar este concepto son:

- a) Hinchamiento debido a la absorción de agua
- b) Firmeza y viscoelasticidad de la pasta después de la cocción
- c) Pegajosidad de la superficie de la pasta cocida
- d) Desintegración del producto deseado
- e) Aroma y gusto. (Gilles et Youngs, 2000)

La capacidad que tienen las pastas de conservar su integridad después de la cocción está en función de la posibilidad que tienen las proteínas de formar una red insoluble que sea impermeable a la salida de los almidones, lo cual está asociado a ciertas proteínas de bajo peso molecular ricas en azufre. (Feillet, 1974)

Las pruebas que se suelen llevar a cabo varían de país en país, pero generalizando, se pueden mencionar las siguientes:

- a) **Tiempo de cocimiento:** es el tiempo empleado para la total gelatinización del almidón presente en la pasta (Becerra, 1985). La pasta debe tolerar un calentamiento en agua a ebullición por un tiempo de 10 minutos, manteniendo su forma y sin ponerse pegajosa ni desintegrarse. (Hoseney, 1998; Kent, 1987)
- b) **Porcentaje de sedimentación:** Se determina pesando el residuo del agua de cocción después de la evaporación o después de la liofilización (método de conservación). Es el volumen en mililitros que ocupa el sedimento producido por la pasta durante el cocimiento. El agua de cocción debe quedar libre de almidón, cuanto más turbia, sea más almidón se habrá disuelto. (Araya et al, 2003)
- c) **Índice de tolerancia al cocimiento:** es el tiempo en que la pasta comienza a romperse por acción del cocimiento menos su grado de cocimiento. Cuanto más resistente sea la pasta, más tardará a empezar a romperse, lo que está relacionado con un semolina de mejor calidad. La pasta debe ser resistente al exceso de cocción. (Rasper, 1997)

### 1.7.3 Calidad de las Pastas Alimenticias Cocidas

Entre los parámetros para evaluar la calidad de las pastas alimenticias cocidas se tienen:

- a) **Ganancia de peso:** es la cantidad de agua absorbida por el producto durante su cocimiento. Un buen producto absorbe por lo menos el doble de su peso en agua (Becerra, 1985)
- b) **Grado de hinchamiento:** los productos de buena calidad se hinchan tres o cuatro veces a su volumen original o al menos deben hincharse al doble de su volumen (Kent, 1987)
- c) **Olor y sabor:** existen algunos aparatos para evaluar el olor y el sabor, pero las sutilezas del aroma de la pasta, entre otros, son muy difíciles de cuantificar y es mejor

confiar en un panel de catadores entrenados. La cata regular de la pasta comparándola con una muestra estándar detectara si existen variaciones en los sabores básicos, y también señalará la presencia de olores anómalos o desagradables debido a las materias primas o a la contaminación del producto.

## 2. CAPITULO 2: ESTUDIO DE MERCADO

En el presente capítulo se detallan los principales conceptos del estudio de mercado, el método que se utilizó en la presente investigación y los resultados obtenidos a partir de los cuales se realizó la estimación del volumen de producción requerido por la planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz, y moringa para suplir a la demanda, los resultados de este capítulo serán utilizados en apartados posteriores para determinar el dimensionamiento de la planta, el tamaños y capacidad de los equipos y el cálculo de los costos de la inversión.

### 2.1 Análisis del mercado salvadoreño de pastas alimenticias

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) en su estudio “La canasta básica de alimentos en Centroamérica” reveló que un hogar de cinco (5) personas, compra 1.12 libras de pastas alimenticias en una semana, que equivale a un valor promedio de \$19.14 al mes, a la vez indicó que el consumo per cápita de pasta alimenticias es de: 4.87 kilogramos por año; el estudio también reveló que las pastas alimenticias no forman parte de la canasta básica de los hogares salvadoreños pero su consumo aumenta con el paso del tiempo. (Menchu E. y Osegueda, 2006)

Otro estudio realizado por el INCAP en el año 2011 reveló que el 44% de los hogares salvadoreños consumen pastas alimenticias y que en la zona central del país el 51% consumen pastas alimenticias, seguido de la zona occidental; adicionalmente el estudio reveló que en el área metropolitana de San Salvador, el 48% son consumidores de pastas alimenticias. (Menchu y Mendez, 2011)

### 2.1.1 Mercado potencial

El mercado potencial es aquel público que no consume el producto pero que tiene o puede llegar a tener la necesidad de consumirlo. Tal como se describió en la sección anterior más del 40% de la población salvadoreña consume pastas alimenticias, y por tanto, el mercado potencial para este estudio es el restante de la población que no consume pastas alimenticias, más específicamente en el área metropolitana de San Salvador, donde de acuerdo al estudio realizado por el INCAP en el 2011, aproximadamente el 50% de la población consume pastas alimenticias regularmente.

En la presente investigación el mercado potencial se estimó en base a los resultados obtenidos de las encuestas (véase apartado 2.4), revelando que en el área de San Salvador el 90.6% de la población son consumidores de pastas, pero los que indicaron que consumirían la pastas tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa, solo fue el 10%, el cual será nuestro mercado objetivo.

### 2.1.2 Mercado objetivo

El mercado objetivo es el grupo de consumidores que poseen una alta probabilidad de adquirir el producto debido a que son consumidores activos de productos similares, además que poseen las características del grupo al que está dirigido el producto. El mercado objetivo de la presente investigación se ubicó en el área metropolitana de San Salvador, dirigido a una población en general desde los más pequeños del hogar hasta los más adultos, sin incluir a los menores de tres (3) años, debido a que es muy variada la edad en que los menores inician a consumir alimentos sólidos, y apto para personas con alergia al trigo o intolerancia al gluten, además de aquellas personas que buscan alimentos alternativos a los convencionales y con iguales o mayores aportes nutricionales.

## 2.2 Encuesta poblacional para el cálculo de oferta y demanda del producto

Para esta investigación se escogió la encuesta poblacional como método para la recopilación de datos, método que consiste en realizar una serie de preguntas referentes a datos de consumo, marcas, preferencias, entre otros referentes a la investigación, y así mismo, el tipo de encuesta realizada para el dimensionamiento de la muestra fue presencial, y una vez obtenido el número de personas a encuestar como muestra poblacional (número mínimo de personas que representen a la población total) se realizó una encuesta en línea.

Para la encuesta presencial, los integrantes del grupo pasaron las encuestas en tres municipios del área metropolitana de San Salvador: San Marcos, Santa Tecla y Antiguo Cuscatlán. En éstos puntos se pasó la encuesta a personas que voluntariamente deseaban responder, el modelo de encuesta utilizado puede consultarse en el Anexo 2.1 y de igual forma se amplía más adelante en el apartado 2.4.

## 2.3 Tamaño de la muestra población

Para calcular el tamaño de la muestra (valor “n”) se utilizó la metodología descrita por Baca Urbina, 2010, en la cual se deben tomar en cuenta algunas propiedades y el error máximo que se permitirá en los resultados a obtener. Para su cálculo se puede emplear la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\sigma^2 Z^2}{E^2} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde  $\sigma$  (sigma) es la desviación estándar, que puede calcularse por criterio, por referencia a otros estudios o mediante una prueba piloto, en el caso de esta investigación se calculó mediante una prueba piloto. El nivel de confianza deseado (valor “Z”), el cual se acepta que sea de 95% en la mayoría de las investigaciones. Su valor se obtiene de la tabla de probabilidades de una distribución normal.

Para un nivel de confianza de 95%,  $Z$  es una constante y obtiene el valor de  $Z = 1.96$ . Finalmente, el error máximo permitido (valor “E”).

El primer paso para la cuantificación es la determinación del tamaño de la muestra que se efectúa como sigue:

Se debe realizar una encuesta a una muestra piloto de al menos 30 personas de acuerdo al teorema del límite central, la distribución de alguna de las propiedades de este tamaño de muestra tiende a una distribución normal, que es lo que se busca en una investigación de mercado. Y en base a las respuestas obtenidas en la muestra piloto, se calcula la media aritmética, la desviación estándar y éstas se sustituyen en la Ecuación 2.1.

El objetivo de cuantificar la demanda de un producto mediante encuestas, obliga a que dentro de la misma se incluyan preguntas sobre el consumo del producto a través del tiempo. Durante la prueba piloto se encuestó de forma presencial a treinta (30) personas voluntarias que residen en el área metropolitana de San Salvador, la encuesta realizada puede consultarse en el Anexo 2.1, y tal como se mencionó anteriormente, los datos proporcionados en las mismas se utilizaron para el cálculo de la muestra poblacional.

### 2.3.1 Prueba piloto para la determinación del tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de muestra poblacional se siguió el procedimiento descrito en el apartado 2.3, que conlleva la realización de una prueba piloto en la cual además de permitir el cálculo de la desviación estándar, el promedio y el error máximo. También se empleó para la validación de las preguntas empleadas en la encuesta del Anexo 2.1. Los datos recolectados por pregunta se muestran de forma detallada en el Anexo 2.2, sin embargo, dado que el presente apartado tuvo la finalidad de obtener el número de personas que conforman la muestra poblacional, a continuación se muestran los datos referentes al consumo de pastas alimenticias que se utilizaron para el cálculo de la media aritmética y la desviación estándar.

**Tabla 2.1:** Datos recolectados en prueba piloto para cálculo del consumo mensual de pastas alimenticias en el área metropolitana de San Salvador

Consumo mensual	Frecuencia
12 días/mes (tres veces por semana)	2
4 días/mes (una vez por semana)	14
2 días/mes (una vez cada quince días)	8
1 día/mes (una vez al mes)	4
0 día/mes (no consumen)	2
<b>Total</b>	<b>30</b>

Para lograr la total sustitución de la Ecuación 2.1 es necesario primeramente definir el valor E y así mismo, calcular la desviación estándar y la media aritmética, tales variables se calcularon como sigue:

➤ **Media aritmética**

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i * f}{n} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Dónde:

$\bar{X}$  = Media aritmética

$x_i$  = Días de consumo/mes

$f$  = Frecuencia

$n$  = Número de encuestados

➤ **Desviación estándar**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum |x_i - \bar{X}|^2}{n}} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Dónde:

$\sigma$  = Desviación estándar

$\bar{X}$  = Media aritmética

$x_i = \text{Días de consumo/mes}$

$n = \text{Número de encuestados}$

Conociendo lo anterior se sustituyeron los valores contenidos en la Tabla 2.1 en la ecuación 2.2 y se obtuvo que el valor de la media aritmética es de 3.33 días al mes, es decir:

$$\bar{X} = 3.33 \text{ días/mes}$$

Con lo anterior, se calculan los valores necesarios para la solución de la Ecuación 2.3, obteniéndose los datos mostrados a continuación en la Tabla 2.2

**Tabla 2.2:** Datos calculados para la determinación de la desviación estándar del consumo de pastas alimenticia a partir de los datos obtenidos en prueba piloto

Consumo mensual	Frecuencia	$ x_i - \bar{X} $	$ x_i - \bar{X} ^2$
12 días/mes (tres veces por semana)	2	1.33	1.77
4 días/mes (una vez por semana)	14	10.67	113.85
2 días/mes (una vez cada quince días)	8	4.67	21.81
1 día/mes (una vez al mes)	4	0.67	0.45
0 día/mes (no consumen)	2	3.33	11.09
<b>Total</b>	<b>30</b>		<b>148.97</b>

Con los datos presentados en la Tabla 2.2 se sustituyeron los valores en la Ecuación 2.3 y se obtuvo lo siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{148.97}{30}} = 2.2284$$

$$\sigma = 2.2284$$

Calculados los valores de media aritmética y desviación estándar, únicamente es necesario fijar el valor de E para resolver la ecuación 2.1 y obtener así el tamaño de la muestra poblacional. Fijando el valor de E en 40%, 35%, 30% y 25%, y resolviendo la Ecuación 2.1 se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 2.3, un ejemplo de cálculo se muestra a continuación para un valor de 40%:

$$n = \frac{2.2284^2 1.96^2}{0.4^2} \quad \text{sustituyendo los valores de la ecuación 2.1}$$

$$n = 119.23 \text{ personas a encuestar}$$

Dado que el número de personas es un número entero, se aproxima a 119 personas a encuestar.

**Tabla 2.3:** *Tamaño de muestra poblacional para diferentes valores de “E”*

<b>Error máximo permitido (E)</b>	<b>Tamaño de muestra (personas a encuestar)</b>
40%	119
39%	125
37%	139
35%	156
30%	212
25%	305

Para la presente investigación se fijó un error de 39%, que es un valor aceptable puesto que conforme el valor del error máximo permitido E disminuye el tamaño de muestra aumenta, de forma que si el error máximo permitido fuese de tan solo 5% hubiese sido necesario encuestar a más de 800 personas, debido a que el objetivo es una estimación aproximada de la posible oferta y demanda, se considera aceptable. Al fijar el valor de E en 39%, tal y como se muestra en la Tabla 2.3 se determinó que el tamaño de muestra fue de **125 personas**, las cuales debían pertenecer al área metropolitana de San Salvador.

Con los datos recolectados de la muestra poblacional se determinó la oferta y demanda para una planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa.

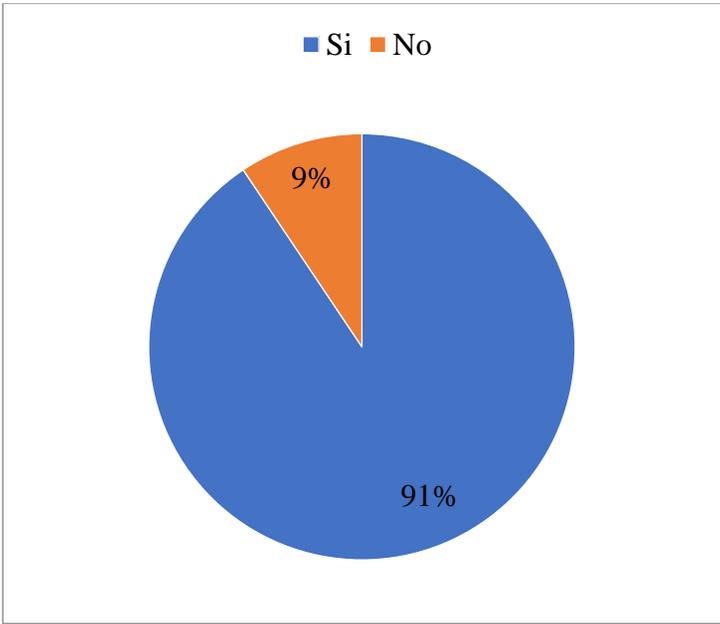
#### 2.4 Cálculo de consumidores potenciales a partir de muestreo poblacional en el área metropolitana de San Salvador

Una vez conocido el número de personas que conformaron la muestra poblacional (véase apartado 2.3), fue necesario pasar la encuesta a 125 personas que conformaron la muestra, las cuales debían pertenecer al área metropolitana de San Salvador para junio de 2018 ya que en tal fecha se realizó el estudio de mercado. La encuesta se realizó de manera virtual, por medio del programa estadístico “Survey Monkey”, dicho programa permite recopilar la información de la encuesta, aplicar filtros (por ejemplo, documentar las respuestas de las personas que pertenecen al área metropolitana de San Salvador), y adicional a esto genera un enlace web (link), el cual se envió por redes sociales, y correo electrónico al azar, ya que se publicó en páginas de redes sociales con más de 20,000 personas. Como ya se mencionó los filtros se utilizaron debido a que la encuesta se envió y publicó en línea a la población en general, por lo que el servidor se programó para contabilizar únicamente las respuestas de las personas que residen en el área metropolitana de San Salvador, otro de los filtros aplicados fue el redireccionar a las personas que no consumían pastas alimenticias a las preguntas que debían responder, ya que a las personas que no consumían pastas no se les preguntaba la frecuencia de consumo.

Las 125 personas encuestadas proporcionaron los datos frecuencia y preferencia de consumo de pastas alimenticias, además se consultó sobre el posible consumo de la pasta alimenticia formulada, y tal estimado se utilizó para el cálculo de la oferta y demanda de la planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa. El modelo de la encuesta realizada a la muestra poblacional se encuentra en el Anexo 2.3, y así mismo, en el Anexo 2.4 se encuentra un resumen de los resultados obtenidos.

Dado que el estudio está enfocado al área metropolitana de San Salvador, el cálculo de los consumidores potenciales, también se basa en la población de dicha área, para lo cual se utilizaron los datos presentados por DIGESTYC en 2007 durante el último censo oficial (véase Anexo 2.5); reportando una población de 316,090 habitantes en el municipio de San Salvador.

Teniendo una población total de 316,090 habitantes, se parte de la pregunta 9 de la encuesta poblacional realizada (ver anexo 2.4), donde se reporta que el 90.60% de los habitantes consumen pastas alimenticias, es decir, que la población se reduce a 286,377 habitantes, adicional a lo anterior, el 95.92% estaría dispuesto a consumir pastas alimenticias de yuca, arroz y moringa, el 95% sustituiría el consumo de pasta regular por la pasta antes mencionada y únicamente el 10% lo sustituiría totalmente. Con lo anterior, se tiene que los consumidores potenciales son 26,095 personas que residen en el área metropolitana de San Salvador. En la Figura 2.1 se muestra un gráfico de pastel con los resultados al consumo de pastas alimenticias.



**Figura 2.1:** Gráfico de consumo de pastas alimenticias reportada en encuesta realizada a muestra poblacional para Junio de 2018.

De acuerdo al estudio realizado por el INCAP el 50% de la población consume pastas alimenticias **regularmente** (véase apartado 2.1), sin embargo, en el estudio realizado en la presente investigación el 90% de la población consume pastas alimenticias, dicha diferencia entre ambos estudios se debe a que el término “regularmente” con el que INCAP reporta los resultados ya que el estudio de la presente investigación se toman los resultados de 90% de consumidores de pastas independientemente si consumen 1 día por mes o 12 días por mes, para tomar un término “regularmente” en la presente investigación tendría que definirse un valor aceptado como consumo regular.

## 2.5 Cálculo de la oferta y demanda.

El tamaño de porción estimada de acuerdo a la FAO, es el tamaño de porción del alimento que una persona normalmente ingiere de dicho alimento, y para adultos de 18 a 45 años en el grupo alimenticio de pastas estima una ración de 50 a 70 gramos de alimento, sin embargo, al comparar las marcas disponibles en El Salvador, y específicamente en el área metropolitana de San Salvador, se toman 55 gramos de porción, por lo que se decidió asumir tal porción con fines comparativos de valores nutricionales. El consumo total se calculó así:

$$\text{Consumo total} = 26,095 * 55 \times 10^{-3} * 12 * 0.0806 = 1,388.14 \text{ kg/mes}$$

**Tabla 2.4:** Datos para el cálculo de la oferta y demanda

<b>Población</b>	<b>Porción estimada (kg/persona)</b>	<b>Consumo (día/mes)</b>	<b>Porcentaje de consumo (%)</b>	<b>Consumo total</b>
26,095 personas	55x10 <sup>-3</sup>	12	8.06	1,388.14
		4	38.71	2,222.30
		2	37.1	1,064.94
		1	16.13	231.50
	<b>Consumo mensual</b>			4906.88 kg/mes

Siendo entonces 4,906.88 kg/mes la demanda de los consumidores, y dado que la oferta debe ser mayor a la demanda, se asume una producción de 15% mayor que la demanda, valor tomado de acuerdo a (Baca Urbina, 2010) se puede exceder la demanda entre un 10 a 25%. Por lo tanto, la oferta de la planta procesadora de pasta tipo tallarines es de 5,642.12 kg/mes.

## 2.6 Análisis de precios y competencia

En el presente apartado se analizarán las características de mercado a las cuales se enfrentará el producto desarrollado, así como se analizarán los productos alimenticios de mayor trayectoria que se encuentran en la competencia, esto con la finalidad de acercarse a lo que necesita y a las preferencias del consumidor, así mismo se realizará el análisis de distintos factores que pueden afectar el precio del producto, la exclusividad de éste ante otras marcas, y el público al cual se desea acercarse según la región y tendencias actuales del mercado.

### 2.6.1 Análisis e identificación de productos de competencia

En este apartado se estudiarán productos con características similares a una pasta tipo tallarín existentes en el mercado, marcas posicionadas en los respectivos mercados de mayor afluencia o mayor preferencia por los consumidores, obteniendo información de los listados de empresas dedicadas al comercio de este tipo de productos se tomara en cuenta la distinción de marca y materias primas de fabricación.

En El Salvador existen empresas dedicadas a la elaboración de pastas a partir de harinas tradicionales como el trigo, estas empresas obtienen su materia prima de proveedores como Molinos de El Salvador y Harisa que son los principales importadores de trigo en el país.

## 2.6.2 Análisis de precios de productos de competencia posicionados en el mercado

A pesar del extenso catálogo de marcas disponibles en este sector, la mayoría cuenta con una formulación a base de harina de trigo difiriendo en su composición, siendo algunas de harinas integrales; pero solo una marca que se caracteriza por ser libre de gluten, está elaborada a partir de harina de arroz, potencialmente ésta es la única que representaría una competencia directa, en el sector de pastas libres de gluten pero que difiere en su formulación, localizada en Supermercados de El Salvador.



**Figura 2.2:** Pasta de arroz libre de gluten, marca: selectos alimentos.

Es importante mencionar que en la Tabla 2.5 se mencionan todas las marcas encontradas en los supermercados descritos en la sección 2.6.1.

**Tabla 2.5:** Marcas de pastas y su tipo presentes en supermercados del municipio de San Salvador.

Supermercado	Marca	Tipos de pasta
A	Ina, Fama, Moderna, Dany Roma, Vigo, pasta zara, Robertoni, Milano, Italiana, pince, riscossa, cantonesa, eliche buitoni, divela fusillini, carozzi	Macarrones, Coditos, Lasaña, Fideos, Espaguetti, Tagliatelle, Canelón, Integral , Tornillos,

Continúa...

**Tabla 2.5:** *Marcas de pastas y su tipo presentes en supermercados del municipio de San Salvador. Continuación.*

<b>Supermercado</b>	<b>Marca</b>	<b>Tipos de pasta</b>
B	Ina, Fama, Moderna, Dany Roma, Vigo, pasta zara, Robertoni, Milano, Italiana, pince, riscossa, cantonesa, eliche buitoni, divela fusillini, carozzi, Novapaste	Macarrones, Coditos, Lasaña, Fideos, Espagueti, Tagliatelle, Canelón, Integral , Tornillos,
C	Barilla ,Buitoni, Lucciola , Vigo, Fama, Ina, Dany, Roma	Macarrones, Coditos, Lasaña, Fideos, roscas, Tallarines

Las pastas alimenticias presentadas en la Tabla anterior poseían un precio de entre \$1.50 a \$2.5 por 250 gramos de producto en los tres supermercados seleccionados, siendo las pastas alimenticias Ina, Dany, Fama y Roma las pastas alimenticias más conocidas y consumidas de acuerdo al estudio de mercado realizado en la presente investigación y así mismo las de precios más económicos (entre \$1.50 y \$2.00 por 250 gramos). Sin embargo, éstas pastas son elaboradas a partir de trigo, las pastas libres de gluten encontradas en el mercado poseen precios más elevados oscilando entre \$2.50 a \$3.75 por 250 gramos de producto, siendo elaboradas a partir de arroz, maíz, quinoa y otras materias primas libres de gluten.

### 2.6.3 Análisis y cálculo de precio del producto

El presente cálculo se realizó utilizando el Método de la Utilidad Bruta, y tomando en cuenta que, además de los costos de producción también se encuentran otros costos asociados.

**Tabla 2.6:** *Cálculo del costo de fabricación de la pasta alimenticia libre de gluten a base de harinas de yuca, arroz y moringa*

<b>Materia Prima</b>	<b>Costo asociado</b>	<b>Cantidad utilizada</b>	<b>Para empaque</b>	<b>Total</b>
<b>Energía</b>	0.13 \$/h	2 h	2	0.26
<b>Harina de yuca</b>	0.00704 \$/g	10	25	0.176
<b>Harina de arroz</b>	0.0011 \$/g	32	80	0.088
<b>Moringa</b>	0.0704 \$/g	2	5	0.352
<b>Proteína de soya</b>	0.013 \$/g	11	27.5	0.3575
<b>Goma Xantan</b>	0.0226 \$/g	1	2.5	0.0565
<b>Agua</b>	0.000132 \$/g	59	147.5	0.033
<b>Mano de obra</b>	1.85\$/h	4 h	1	0.004
<b>Empaque</b>				0.05
<b>Precio sugerido</b>	2.00		<b>Precio + Ganancia</b>	2.50
<b>Ganancia</b>			0.50	

El precio sugerido del producto es aquel que cumple con los costos de producción, para lo que se utilizó energía eléctrica cuyo cálculo se analiza en base a los precios estandarizados por CAEES para el sector industrial para un promedio del periodo de Abril a Junio de 2018, sin embargo, dicho análisis se amplía en capítulo 4. Los demás costos de producción fueron tomados como el costo de las materias y el empaque. Así mismo, los costos de mano de

obra fueron obtenidos en base al salario mínimo para el año 2018 de acuerdo al Ministerio de Trabajo de El Salvador.

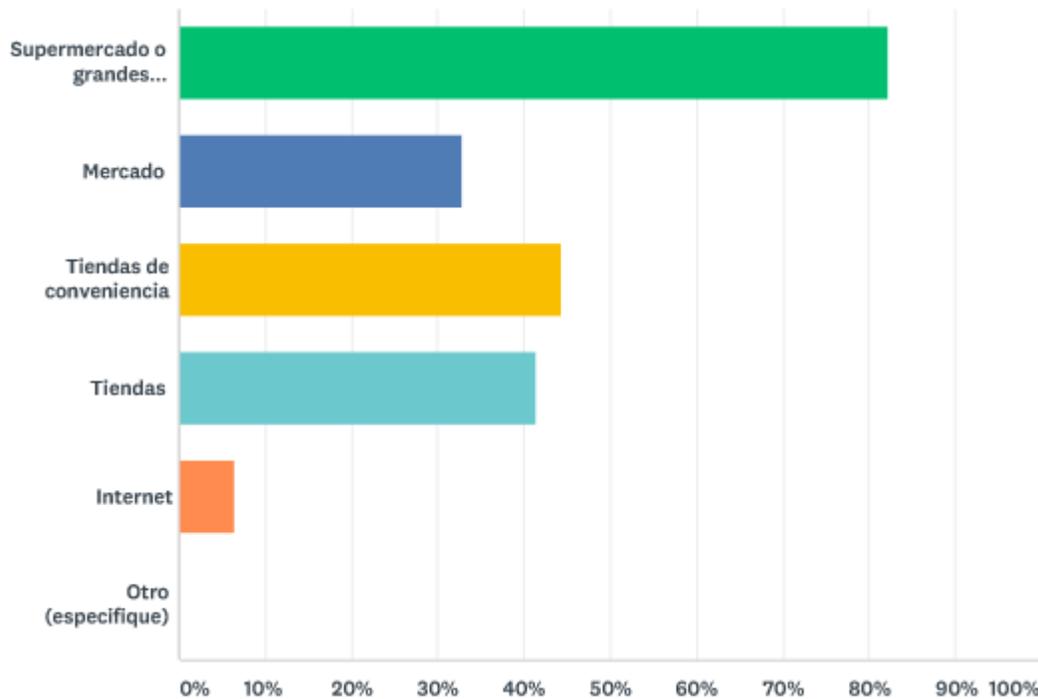
El anterior precio es aceptable ya que los productos de pastas alimenticias que se encuentran en el mercado y son libres de gluten poseen un precio que varían de \$2.50 a \$3.75 (véase apartado 2.3.2). Es indispensable comentar que, la disponibilidad de pastas alimenticias libres de gluten en el área metropolitana de San Salvador es escasa, se cuenta con un promedio de tres variedades de pastas libres de gluten como máximo por supermercado contra un promedio de diez marcas de pastas alimenticias elaboradas a partir de harina de trigo.

## 2.7 Selección de canales de distribución

La selección de los canales de distribución suelen ser a largo plazo y hay que tener ciertas variables en cuenta para una buena elección, más información sobre lo anterior puede encontrarse en el Anexo 2.6, sin embargo, de forma general pueden mencionarse los siguientes:

- a) Naturaleza del producto
- b) Precio de venta
- c) Estabilidad del producto y del distribuidor en el mercado
- d) Reputación del intermediario
- e) Calidad de la fuerza de ventas. (Sánchez Galán, 2016)

Adicional a lo anterior, dentro de la encuesta realizada se consultó sobre la preferencia en cuanto a los canales de distribución, a lo que el 83% de los encuestados respondió supermercados. Por lo anterior, los canales de distribución seleccionados para el producto “Pasta alimenticia tipo tallarines a base de yuca, arroz y moringa” se tomó en consideración la encuesta realizada, siendo la pregunta: ¿Dónde le gustaría adquirir el producto?, y obteniendo los resultados mostrados en la Figura 2.3:



**Figura 2.3:** Gráfico de preferencia de lugares para adquirir la pasta alimenticia tipo tallarín de acuerdo a la encuesta poblacional.

Teniendo un 82.14% de respuestas favorables a supermercados y un 32.86% a mercados locales se definieron para la comercialización de la pasta tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa los siguientes canales:

- a) **Empresa/Fabricador:** Sin ningún intermediario, será un canal de distribución directo mediante el cual la empresa pondrá a disposición el producto fabricado mediante una sucursal dentro de la empresa.
- b) **Supermercados masivos y posicionados en El Salvador:** Despensa de Don Juan, Super Selectos, Walmart, y Despensa Familiar.

### 3. CAPITULO 3: LOCALIZACIÓN Y DISEÑO DE LA PLANTA

Para la localización de la planta se utilizó la metodología planteada en el libro evaluación y formulación de proyectos (Padilla. M. C., 2011) y se analizaron tres (3) alternativas de ubicación, tomando como base seis (6) factores. Cada factor fue evaluado con información, del sitio web del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), del MAG y con información obtenida de leyes y decretos nacionales, de las tres (3) alternativas sometidas a estudios. Con respecto al diseño de la planta procesadora de pasta tipo tallarín, se tomaron en consideración los principios básicos para una planta procesadora de alimentos, consideraciones de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) que permitan obtener alimentos inocuos y de calidad, así como el dimensionamiento de espacio utilizado, basado en las características y especificaciones de los equipos a utilizar.

#### 3.1 Selección de factores utilizados en el estudio de localización de la planta

Para evaluar las diferentes alternativas de ubicación de la planta productora de pasta tipo tallarines, a base harinas de yuca, arroz y moringa, se analizaron seis (6) factores importantes los cuales son: Servicios públicos, Características climatológicas y geográficas, Distancia desde el departamento al área metropolitana de San Salvador, Aspectos fiscales y financieros, Factores de la comunidad y Suministro de materias primas, dichos factores se consideraron debido a que se tomó como base para la selección de la ubicación de la planta de pastas, la metodología planteada según (Padilla M. C., 2011). En el Anexo 3.1 se describen con mayor detalle estos factores, así como su respectiva puntuación. Cada uno de los factores anteriores es de vital importancia para determinar la mejor ubicación de la planta de pastas y la información para el estudio se tomó de los sitios mencionados al inicio del capítulo.

### 3.2 Descripción de alternativas de ubicación de la planta

La selección de las alternativas de ubicación de la planta, se basó en la cercanía de los proveedores de materia prima y se consideró la distancia desde la zona de ubicación de la planta, hasta la zona urbana de San Salvador donde se localizan las zonas de comercialización del mercado. A continuación, se describen cada una de las alternativas y el porqué de su elección y en el anexo 3.2 se muestran las imágenes de las alternativas.

- a) **Alternativa 1:** se ubica en el departamento de Usulután, municipio de Usulután a la orilla de la ruta cañera, se escogió tal alternativa debido a la disponibilidad de las materias primas, ya que en este departamento hay producción tanto de yuca como de arroz (Ver anexo 1.1 y 1.2), además Visión Mundial promueve el cultivo de moringa para su uso alimenticio; otro aspecto importante para su elección es la distancia hasta la zona metropolitana de San Salvador, la cual es de 116 Km con un tiempo estimado de una (1) hora con 46 minutos.
- b) **Alternativa 2:** se ubica en el departamento de La Libertad, en un terreno a la orilla de calle a finca monte Moria en Sacacoyo, esta posible ubicación se escogió debido a que en municipios aledaños se cultiva arroz y yuca (Ver anexo 1.1 y 1.2), y es un departamento cercano a San Salvador con una distancia de 35.6 Km con un tiempo aproximado de 52 minutos hasta el área metropolitana de San Salvador.
- c) **Alternativa 3:** se ubica en San Salvador a la orilla de la calle Troncal del Norte, debido a que el estudio se centra en la zona metropolitana de dicho departamento, y según datos de la FAO, en este departamento se consume gran cantidad de pastas alimenticias. Además en el municipio de Guazapa se cultiva arroz y en los límites de Apopa y Tonacatepeque hay cultivos de yuca. Teniendo en cuenta que la distancia desde la posible ubicación de la planta hasta la zona metropolitana de San Salvador es de 20.1 Km se estima un tiempo aproximado de 34 minutos hasta las zonas de comercialización del mercado.

### 3.3 Evaluación de alternativas de la posible ubicación de la planta procesadora de pastas tipo tallarín

La evaluación de las alternativas se realizó por el **método cualitativo por puntos** (Padilla M. C., 2011), en el anexo 3.3 se amplía el método utilizado. Los resultados se presentan en forma resumida en la Tabla 3.1, se puede observar con mayor detalle los puntajes obtenidos de las diferentes alternativas evaluadas en el anexo 3.4.

**Tabla 3.1:** *Resumen de la puntuación obtenida por cada alternativa en el análisis del método cualitativo por puntos*

<b>Factores</b>	<b>Descripción</b> (puntuación máxima asignada)	<b>Alternativa 1</b> (puntos obtenidos)	<b>Alternativa 2</b> (puntos obtenidos)	<b>Alternativa 3</b> (puntos obtenidos)
<b>1. Servicios Públicos</b>	20	17	17	17
<b>2. características climatológicas y geográficas</b>	10	8	5	7
<b>3. Distancia hacia la zona urbana de san salvador</b>	20	12	16	18

**Continúa...**

**Tabla 3.1:** Resumen de la puntuación obtenida por cada alternativa en el análisis del método cualitativo por puntos.

**Continuación.**

<b>Factores</b>	<b>Descripción</b> (puntuación máxima asignada)	<b>Alternativa 1</b> (puntos obtenidos)	<b>Alternativa 2</b> (puntos obtenidos)	<b>Alternativa 3</b> (puntos obtenidos)
<b>4. Aspectos fiscales y financieros</b>	10	9	8	7
<b>5. Factores de la comunidad</b>	10	10	10	10
<b>6. Suministros de materias primas</b>	30	27	23	22
<b>TOTAL</b>	100	83	79	81

### 3.3.1 Elección de alternativa en base a resultados por el método cualitativo por puntos

De acuerdo con el puntaje obtenido en la sección anterior (véase Tabla 3.1), la mejor alternativa para ubicar la planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa, es Usulután, que es la alternativa 1, dado que cuenta con la mejor cercanía de los proveedores de las materias primas, impuestos más bajos, y un clima más cálido, sumando un total de 83 de 100 puntos; seguido de San Salvador como segunda mejor opción, sumando un total de 81 de 100 puntos posibles, y finalmente, La Libertad sumando un total de 79 de 100 puntos posibles. A partir de lo anterior, es posible notar que los puntos obtenidos por las tres alternativas fueron similares, siendo una diferencia máxima de 2 puntos entre ellas, esto debido a que todas proponían grandes ventajas en cuanto a la ubicación de la planta se refiere.

## 3.4 Diseño de planta y técnica estructural

Para la determinación de un diseño óptimo de la planta fue necesario conocer algunos factores, estos regulan el tipo de planta y el proceso de fabricación de alimentos, los factores que se tomaron en cuenta para el diseño de planta fueron la demanda potencial (ver apartado 2.5) el cual fue clave para la estimación de la capacidad de producción, y estimar el posible crecimiento la planta, y con ese enfoque la capacidad de cada equipo; por lo que el dimensionamiento determino los espacios de la planta, y ya que el diagrama de flujo (ver figura 3.1) nos permite realizar un diseño lineal, se escogió un diseño en forma de “L” pues este permite un funcionamiento en el que las áreas no se entrecrucen, permitiendo de esta manera evitar la contaminación cruzada.

### 3.4.1 Factores a considerar en el diseño de planta.

Los factores que se consideran pueden variar dependiendo del tipo de producto y del nivel de producción que se desea, en este caso se tomaron en consideración los siguientes:

1. La cantidad que se desea producir
2. Mano de obra que se desea implementar
3. Tiempos de turnos de trabajo
4. Optimización física de los espacios de la planta
5. La capacidad de los equipos en cada proceso
6. Optimización del recurso humano
7. Consideraciones generales para el diseño de una planta procesadora de alimentos

A continuación se describe cada uno de los factores que se tomaron en cuenta para el posible diseño de una planta para producción de tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa.

#### 3.4.1.1 Cantidad que se desea producir

Según el análisis de estudio de mercado, la demanda es de 36.06 kg/h (ver apartado 2.5), considerando que es una cantidad que se adapta a las condiciones de mercado metropolitano es posible optar por equipos que satisfagan la demanda sin dejar de lado una posible expansión a futuro que permita manejar volúmenes mayores de producción, sin que estos necesiten de una mayor infraestructura o modificaciones costosas.

#### 3.4.1.2 Mano de obra que se desea implementar

Según Urbina (2010) este factor ha de ser utilizado para determinar el grado de automatizaciones que se desea que tenga la planta, puesto que se pueden considerar procesos semiautomáticos, por dos razones:

- a) Un proceso automatizado conlleva un elevado costo económico
- b) La naturaleza de los productos.

El primer punto, aunque desde un punto de vista se muestra muy atractivo por el grado de tecnicismo y la minimización de errores humanos, es claramente el más costoso pues se requiere de una fuerte inversión inicial, el siguiente punto muestra que a pesar de que se cuenta con tecnologías modernas hoy en día, métodos de proceso convencionales son de gran aplicación sin comprometer la integridad del producto.

#### 3.4.1.3 Tiempos de turnos de trabajo

Ya que la producción puede adoptarse por un sistema de jornadas de ocho horas labores sin que esto afecte el nivel de producción utilizando procesos discontinuos sin que esto requiera un mayor uso de fuerza laboral, esta puede apartarse a la jornada semanal de lunes a viernes; destinando 4 horas en un turno los días sábados dedicados especialmente a la realización de limpieza que abarque equipos como infraestructuras.

#### 3.4.1.4 Optimización física de los espacios de la planta

La producción de pastas, que está constituida de harinas alternativas a la harina de trigo, se consideró de manera que siga un recorrido en “L”, ya que de esta manera se evita una posible contaminación cruzada, de manera que un producto terminado no puede entrar en contacto con partículas de polvo proveniente de las materias primas.

#### 3.4.1.5 Capacidad de los equipos de procesos

Los equipos pueden ser fácilmente adaptados a procesos discontinuos, que permitan una flexibilidad laboral ya que el nivel de producción requerido es de 36.06kg/h (Ver apartado 2.5), y los equipos evaluados manejan volúmenes de producción mínimos 50 kg/h se permite manejar sin ningún problema las cantidades requeridas, sin embargo en procesos donde la maquinaria sobrepasa los niveles de producción estos pueden volverse subutilizados por lo que solo generarían un costo excesivo en la inversión inicial sin justificar

su aplicación práctica, por esta razones debe considerarse el uso de procesos discontinuos en los que se requiera el uso de mano de obra.

#### 3.4.1.6 Optimización del recurso humano

El uso de mano de obra no se puede tomar a la ligera, ya que es uno de los recursos más importantes dentro de una planta, no solo el personal de elaboración, si no también otras áreas como las administrativas, por lo que el cálculo del personal requerido es primordial evitando tener demasiado personal o un déficit del mismo que genere un agotamiento laboral en los mismos.

#### 3.4.1.7 Consideraciones generales para una planta procesadora de alimentos

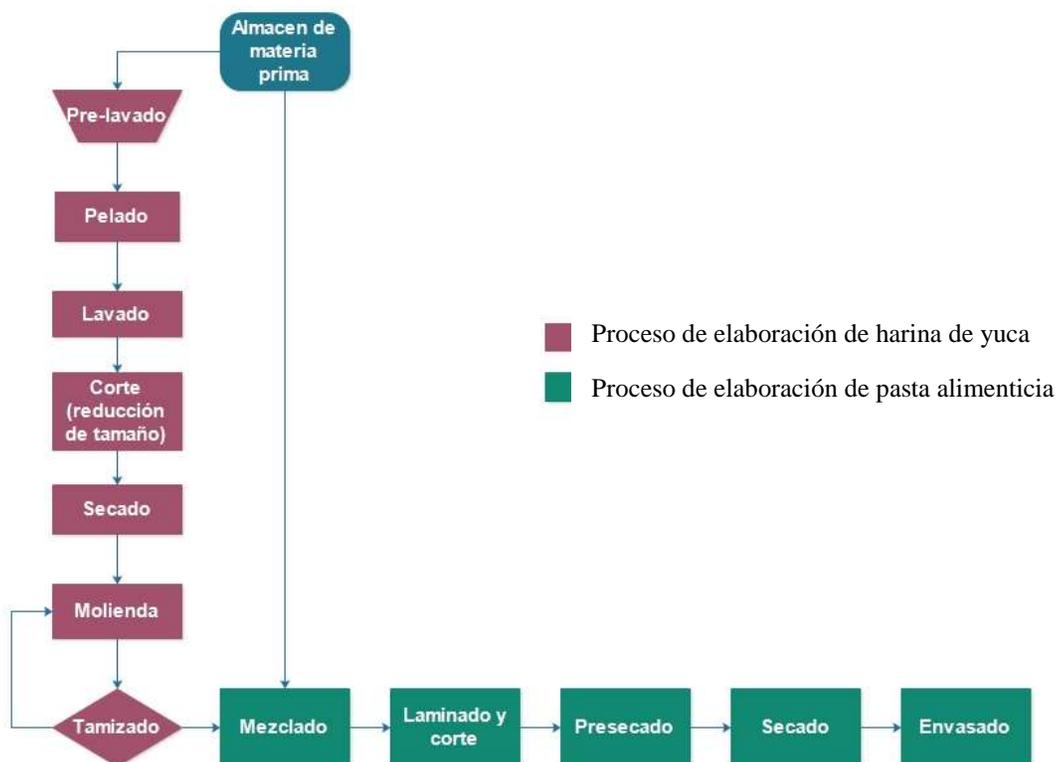
Para esta investigación se tomaron en cuenta las consideraciones generales para una planta procesadora de alimentos descritas en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06: Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales; en dicho reglamento se consideran aspectos de localización, requerimientos mínimos para el diseño de pisos, ventanas, puertas, paredes, entre otro.

#### 3.4.2 Flujoograma del proceso de elaboración de la Pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa

El flujoograma de proceso permitió identificar visualmente una línea de pasos que conlleva la elaboración de las pastas tipo tallarín, dado que en este se utilizan harinas alternativas a la de trigo, se consideró visualizar los sub procesos, de manera que permite ver las entradas de y las salidas materias primas del proceso. En el flujoograma se identificaron dos subprocesos que son: es la elaboración de la harina de yuca y la elaboración de la pasta tipo tallarín. Estos procesos son consecutivos y no paralelos.

En el primer sub proceso se encuentran el pelado, lavado, reducción de tamaño, secado, molienda y tamizado. En esta fase se elabora la harina de yuca por lo cual está para generar un subproducto que pasa a ser la materia prima de siguiente subproceso; esto, aunque separa los sectores, también permite la adaptación con una configuración en “L” en la cual, en la primera fase se obtiene la harina de yuca y en el siguiente sector se lleva a cabo la fabricación de tallarines; lo cual permite controlar en gran medida el flujo de materias primas evitando contaminación cruzada del producto terminado.

En la Figura 3.1 se identifican: los procesos de elaboración de harina de yuca y la elaboración de la pasta tipo tallarín. El proceso forma una configuración en “L” para el proceso total lo que definirá el diseño de la planta procesadora de pasta tipo tallarín a base de harinas de arroz, yuca, y moringa.



**Figura 3.1:** *Flujograma de proceso de pastas tipo tallarín a base de harinas de arroz, yuca y moringa.*

Existen variantes en cuanto al mejor diseño del proceso pudiéndose optar por unos procesos totalmente manuales o semiautomáticos, por lo cual se plantea el diseño de dos tipos de procesos uno manual y otro con operaciones continuas, los tipos de operaciones se detallan a continuación en las secciones 3.4.5

### 3.4.3 Diseño de proceso de producción de pastas tipo tallarines a base de harina de arroz, yuca y moringa

Existen variantes en cuanto al mejor diseño del proceso pudiéndose optar por unos procesos totalmente manuales o semi automáticos, por lo cual se diseña dos tipos de procesos: uno manual y otro con operaciones continuas, los tipos de operaciones se detallan a continuación.

#### 3.4.3.1 Proceso de producción

El proceso de producción de pastas consta de diferentes etapas, por lo cual se consideró el análisis por separado de cada una de ellas las cuales se describen brevemente a continuación.

##### a) **Lavado**

Lavado de materia prima, se consideró de vital importancia, el retiro de material extraño y control de calidad, agua y cepillos utilizados para eliminación de partículas de tierra y sedimentos procedentes del campo de cultivo, de manera de evitar que se comprometa la inocuidad de la materia prima.

##### b) **Pelado y lavado (manual)**

Se consideró el uso de maquinaria para el pelado, este utiliza rodillos de tipo cepillo con cerdas resistentes capaces de retirar la corteza de la yuca y simultáneamente lava y desinfecta; de igual manera se tomó en cuenta, la acción manual, en la cual los operarios harán uso de guantes de cota de malla y cuchillos para proceder a retirar la corteza de la raíz de la yuca, mandioca para su posterior lavado y desinfección en tinas.

**c) Corte (reducción de tamaño)**

Se propuso el corte mecanizado, con una cortadora de disco en la cual la yuca, se rebajará en pequeñas piezas de corte transversal y esta será colada de forma ordenada en los bastidores del secador.

**d) Secado**

Se consideró el uso de un secador compuesto de bastidores, en los cuales la yuca ya cortada se ordenó de manera que permitiera exponer la mayor superficie del alimento a la corriente de aire dentro del secador (el diseño de esta etapa se ampliará en el capítulo 5), esta operación es de suma importancia pues la aglutinación de los sólidos no permite un secado uniforme, Lo que conlleva más uso de recursos y pérdida de eficiencia en el proceso.

**e) Molienda**

En este sector se tomó en cuenta el uso de molinos de disco que trituran las partículas secas de yuca hasta ser pulverizados en polvo fino, los encargados del área deben mantener en constante monitoreo la operación, pues el uso prolongado de los discos, ocasiona desgaste y problemas de calidad en la harina de yuca.

**f) Tamizado**

La harina de yuca pasa por proceso de tamizado para eliminar partículas grandes que puedan pasar por el proceso de molienda sin ser triturados, estas partículas de gran tamaño retornarían al proceso anterior para ser convertidos en harina fina (entre 0.15 y 0.25 mm).

**g) Mezclado**

Se consideró el uso de una mezcladora de polvos y líquidos compuesta de un sistema hélices helicoidales; donde se colocarán las proporciones adecuadas de los componentes, según la formulación, los operarios deberán llevar siempre su indumentaria y acatar los manuales de BPM para evitar cualquier tipo de contaminación. En el mezclado se agregan las harinas de yuca, arroz y moringa, así como los ingredientes secundarios y el agua. Los ingredientes secundarios se determinan y se amplían los criterios de selección en el capítulo 5.

**h) Amasado y laminado**

Para esta etapa se tomó el uso de una amasadora de rodillos mecánicos en el cual el bol de masa es llevado desde la mezcladora hasta los rodillos, en este punto será amasada hasta lograr la consistencia deseada y laminada con el grosor deseado aproximadamente 7 mm de espesor de lámina de la masa compuesta.

**i) Corte**

En esta operación se consideró la presentación pues a la hora de cocinar los alimentos no solo se trata de la reducción del tiempo de cocción de la pasta; por lo que, la lámina de pasta pasará a través de rodillos de corte, donde será seccionado y cortado transversalmente según la presentación deseada.

**j) Presecado**

Los tallarines ya cortados serán ordenados y procesados a temperatura ambiente en los bastidores que posteriormente pasarán a la unidad de secado.

**k) Secado**

Los tallarines ordenados en los bastidores serán trasladados en su carretilla y se colocarán en la unidad de secado a una temperatura de 135°F durante 2 horas (ver capítulo 5) hasta que se encuentren libres de humedad, según lo establecido por la norma de humedad mínima para pastas secas.

**l) Empacado manual**

Se tomó en cuenta la cantidad de una porción, según la cantidad ofertada (ver apartado 2.5) sobre una báscula, para corroborar su peso, luego se procedió a colocar la bolsa sobre una selladora de calor con la temperatura ajustada a los materiales de empacado aplicando la presión necesaria para su sellado.

#### 3.4.4 Selección y evaluación de máquinas.

En esta sección se tomó en cuenta el tipo de maquina según su funcionalidad y adaptación a los procesos; en el apartado 2.5 del capítulo 2 se estableció la demanda potencial y los equipos se seleccionaron en base a volumen potencial calculado en dicho apartado, el tipo de maquina también puede satisfacer las necesidades de una o varias operaciones, con la

finalidad de llevar a cabo el proceso sin sobre cargar los equipos y poder suplir la demanda. Se evaluó su capacidad para realizar la operación, así como su capacidad de producción. En la Tabla 3.2 se detalla cada uno de los equipos, así como se muestra su representación gráfica.

**Tabla 3.2:** Descripción de equipos para el proceso semiautomático

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Figura</b>
<b>Mesas de acero inoxidable 304</b>	Las mesas de acero inoxidable son ideales para el procesamiento de alimentos previenen en oxido y son de fácil limpieza, las mesas seleccionadas cuentan con una longitud de 2 metros, para un desarrollo de las operaciones de limpieza y pelado con toda normalidad y comodidad para el personal.	
<b>Cuchillos</b>	Para el proceso manual de pelado se hace uso de cuchillos con hojas de acero inoxidable con longitudes de aproximadamente 15 centímetros para proporcionar un área de corte óptima.	

**Continúa...**

**Tabla 3.2: Descripción de equipos para el proceso semiautomático. Continuación.**

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Figura</b>
<b>Tina de lavado de acero inoxidable</b>	Tinas de acero inoxidable para el lavado y desinfección son en materiales resistentes con láminas de acero de calibre 20, resistente a golpes y ralladuras cada tina tiene medidas de 40x40 cm y una profundidad de 25 permitiendo al operario manejar la materia prima con suficiente espacio.	
<b>Guante De Acero Inoxidable</b>	Guantes de cota de malla y kevlar resistentes para la protección contra posibles cortaduras flexibles y resistentes a cortes hecho con alambres de acero inoxidable empleados por las secciones de pelado	

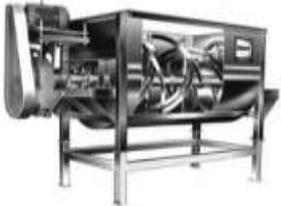
**Continúa...**

**Tabla 3.2: Descripción de equipos para el proceso semiautomático. Continuación.**

Equipo	Descripción	Figura
<p><b>Cortadora de alimentos</b></p>	<p>Cortadora de alimentos de operación manual con disco de corte en láminas perfecto para el rebanado de tubérculos y otro tipo de alimentos en secciones pequeñas.</p>	
<p><b>Secador</b></p>	<p>Secador de alimentos con corriente de aire caliente impulsado por un motor de 9 kw y una capacidad de 24 racks para el secado de alimentos por lotes. Con una capacidad de hasta 50 kg de material.</p>	
<p><b>Molino de discos</b></p>	<p>El molino de discos ideal para la producción de harinas ideal usado para la producción de harinas de maíz y otros materiales secos como café y cacao se adapta a la producción harina de yuca después de haber sido secada produciendo un polvo fino.</p>	

**Continúa...**

**Tabla 3.2:** Descripción de equipos para el proceso semiautomático. Continuación.

Equipo	Descripción	Figura
<b>Tamiz</b>	En material de acero 304 ideal para procesos en alimentos, para el control de granulometría en harinas con su pequeño motor de 5 kw de potencia es capaz de procesar 50 kg de material, además de ser de fácil uso y limpieza.	
<b>Mezcladora</b>	Mezcladora con alavés helicoidales construida en acero grado alimenticio ideal para mezclar polvos y líquidos de fácil uso y tolva diseñada para su descarga con capacidad de 25 kg.	
<b>Amasadora y laminadora manual</b>	Amasadora de rodillos mecánicos de fácil uso con banda que desplaza el bol de masa permite al operario manejo de materia prima con total facilidad permitiendo al operario controlar el espesor de la lámina al ser esta regulable alcanza grosores de hasta 6 mm ideales para la laminación de pasta.	
<b>Cortadora</b>	Hecha con cabezales de corte en acero inoxidable para uso en alimentos con un ancho de 30 cm y con espesor de entre 2 y 5 mm se adapta a las necesidades. Capacidad de 50kg/h con su motor de ½ HP.	

Continúa...

**Tabla 3.2:** Descripción de equipos para el proceso semiautomático. Continuación.

Equipo	Descripción	Figura
<b>Secador</b>	Secador de alimentos con corriente de aire caliente con 25 bastidores (racks). Permite el secado por lotes diseñado para el secado de pastas permite secar hasta 100 kg de producto, además de poseer válvulas de expulsión de vapor para un secado eficiente.	
<b>Selladora</b>	Selladora de bolsa consta de una resistencia de calor manipulada a mano permite regular la potencia de la resistencia para adaptar a diferentes tipos de material plástico, ancho sellado de entre 6 a 15 mm.	

### 3.4.5 Dimensionamiento de las propuestas: “Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca” y “Planta con un proceso manual para el corte de yuca”

Para el dimensionamiento de la planta procesadora de pastas tipo tallarín, se consideraron dos alternativas, la primera alternativa “planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca” y una segunda alternativa “planta con un proceso manual para el corte de yuca”. Las dimensiones de las líneas de producción se basan en los estudios realizados en el apartado 2.5 del capítulo 2, y se consideró las medidas de los equipos utilizados para la línea de producción en base a 36.06 kg/h, esto termina el espacio necesario para la producción de pastas de las propuestas según los tipos de procesos que se tomaron en cuenta con equipos semiautomáticos, y manuales. Una norma muy implementada es calcular la superficie en metros cuadrados y con las distancias longitud y ancho, se añaden 60 cm en los lados donde se situarán a los operarios, y 45 cm para dejar espacio a las áreas de limpieza, agregando un coeficiente de área de 1.3 para movimientos.

**Tabla 3.3:** Dimensionamiento de la alternativa “planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca”

Operación	Longitud (m)	Ancho (m)	Aumento L (m)	Aumento A (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Área total en (m <sup>2</sup> )
Pelado y lavado	1.56	0.45	0.45	1.2	3.3165	4.3
Corte	0.49	0.21	0.45	0.6	0.7614	1.0
Secado	1.5	0.8	0.45	0.6	2.73	3.5
Molienda	0.47	0.61	0.6	0.6	1.2947	1.7
Tamizado	1	1.5	0.45	0.6	3.045	4.0
Mezclado	1.5	0.6	0.45	0.6	2.34	3.0
Amasado y laminado	1.6	0.58	0.45	0.6	2.419	3.1
Presecado	1.2	0.6	0.6	0.45	1.89	2.5
Secado	2.15	0.95	0.6	0.45	3.85	5.0
Empacado	2	0.9	0.6	0.45	3.51	4.6

**Ejemplo de cálculo:**

**Lavado 1:**

Cálculo de área incluyendo aumento para operaciones de trabajo y limpieza.

$$\text{Longitud} + \text{Aumento L} * \text{Ancho} + \text{Aumento A} = \text{Area}$$

Cálculo de área:

$$(1.56 \text{ m} + 0.45 \text{ m}) * (0.45 \text{ m} + 1.2 \text{ m}) = 3.3165 \text{ m}^2$$

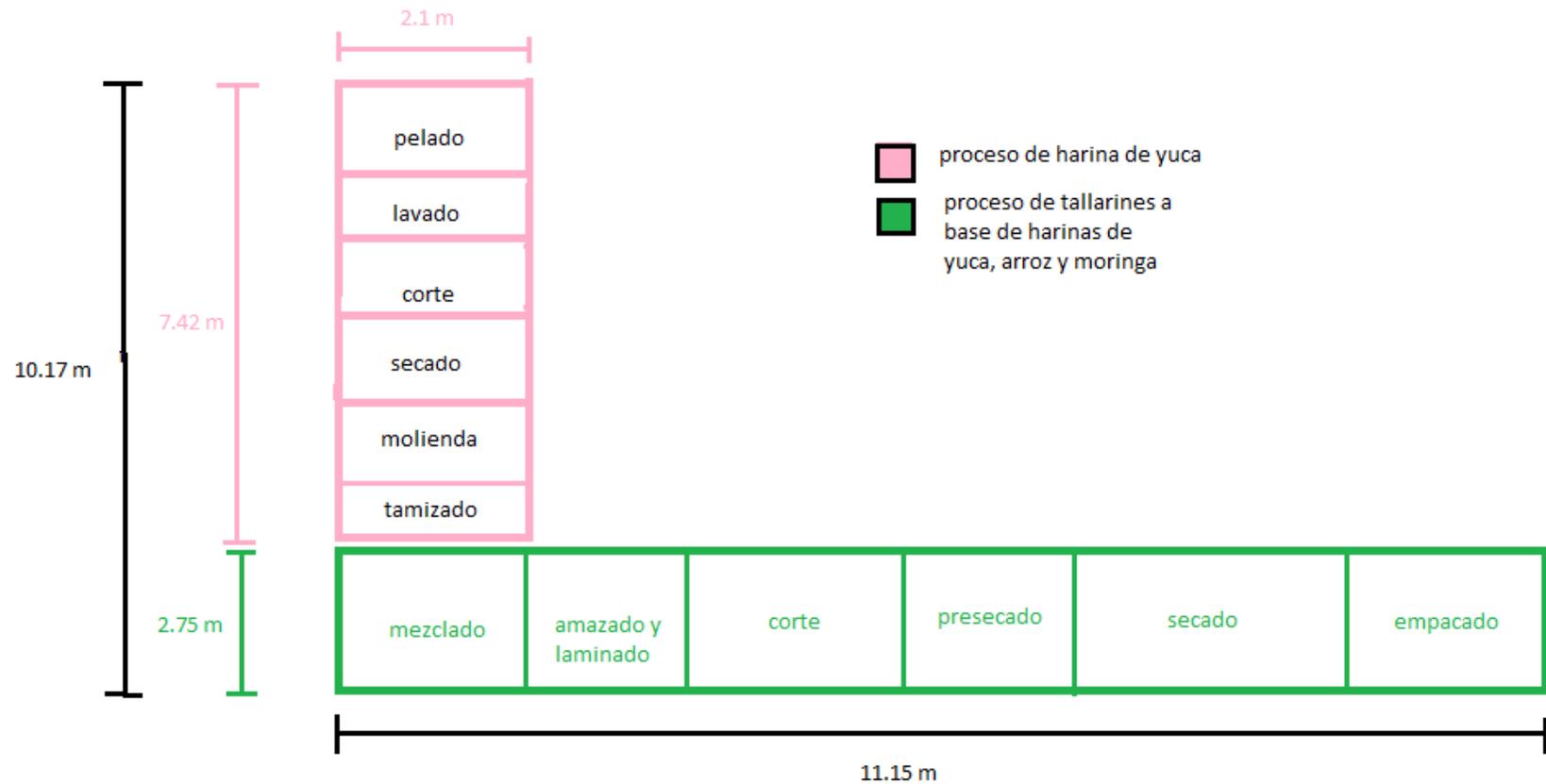
Cálculo de área total multiplicada por el coeficiente de área para movimientos igual a 1.3

$$3.3165 \text{ m}^2 * 1.3 = 4.3 \text{ m}^2$$

Este ejemplo sirve de ejemplo para la Tabla 3.4, ya que se utilizó la misma metodología.

$$3.07 \text{ m}^2 * 1.3 = 3.99 \text{ m}^2$$

Este ejemplo sirve de ejemplo para la Tabla 3.4, ya que se utilizó la misma metodología.



**Figura 3.2:** Representación del dimensionamiento de la alternativa “planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca”

De la misma forma, se calculó y dimensiono la planta con proceso automatizado o continuo, las medidas se muestran en la Tabla 3.4 y su representación en la Figura 3.3.

**Tabla 3.4:** Dimensionamiento de la alternativa Representación del dimensionamiento de la alternativa “planta con un proceso manual para el corte de yuca”

<b>Operación</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Aumento L (m)</b>	<b>Aumento A (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área total en (m<sup>2</sup>)</b>
<b>Pelado y lavado</b>	1.60	0.90	0.45	0.60	3.07	3.99
<b>Corte</b>	2.00	0.90	0.45	1.20	5.14	6.70
<b>Secado</b>	1.60	0.90	0.45	0.60	3.07	3.99
<b>Molienda</b>	0.49	0.21	0.45	0.60	0.76	1.00
<b>Tamizado</b>	1.50	0.80	0.45	0.60	2.73	3.50
<b>Mezclado</b>	1.50	0.60	0.45	0.60	2.34	3.00
<b>Amasado y laminado</b>	1.60	0.58	0.45	0.60	2.41	3.10
<b>Presecado</b>	2.00	0.90	0.60	0.45	3.51	4.60
<b>Secado</b>	1.20	0.60	0.60	0.45	1.89	2.50
<b>Empacado</b>	2.15	0.95	0.60	0.45	3.85	5.00



**Figura 3.3:** Representación del dimensionamiento de la alternativa “planta con un proceso manual para el corte de yuca”

Al comparar las dos figuras 3.2 y 3.3 de dimensiones de equipos, la alternativa 1 “planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca”; tiene un recorrido de proceso de 21.32 m lineales y la alternativa 2 “planta con un proceso manual para el corte de yuca” una distancia de 28.76 m. aunque la segunda alternativa “planta con un proceso manual para el corte de yuca”; tiene una distancia mayor de 7,44 m lineales se sugiere esta alternativa pues esta opción permite intercambiar equipos de mayor tamaño o reemplazar por equipos más pequeños sin modificar el área construida permitiendo flexibilidad del diseño de planta, la alternativa más convenientes dependen de la evaluación económica que se describe en el capítulo 4.

#### 3.4.6 Diseño de la planta procesadora de pasta alimenticia propuesta

Dado que el dimensionamiento de la “planta con un proceso manual para el corte de yuca” y “planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca”, son muy similares el diseño de la planta no presenta un cambio significativo, y por tanto, solamente se propone el mostrado en la Figura 3.4 y descrito en la Tabla 3.4. Además de ser clave en la decisión la recuperación de la inversión que se detalla en la evaluación económica que se describe en el capítulo 4.



Figura 3.4: Diseño de la Planta procesadora de Pasta Alimenticia

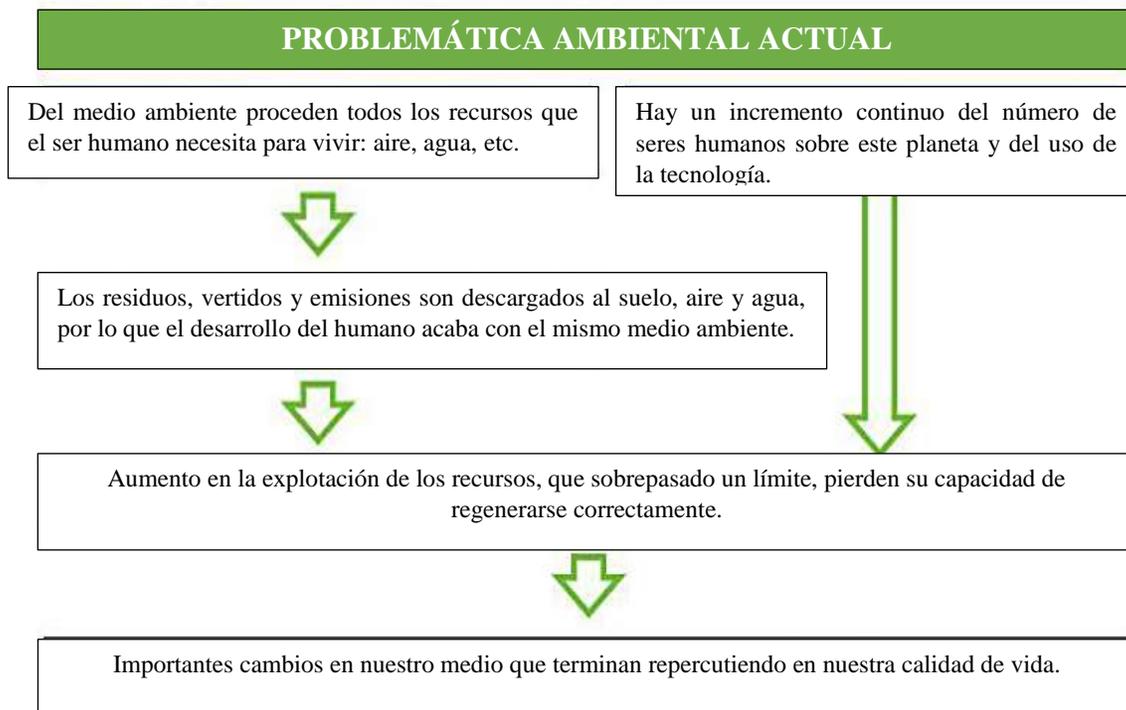
### 3.5 Requisitos de inocuidad del procesamiento de alimentos. Buenas Prácticas de Manufactura

Para garantizar la inocuidad de los alimentos es necesario contar con Buenas Prácticas de Manufactura, las cuales son las bases para nuevos sistemas de inocuidad como pueden ser HACCP, ISO 22000, entre otros. Por lo cual, para la planta procesadora de pastas de la presente investigación se ha realizado un manual de BPM, como un propuesta al procesamiento, el manual y sus formatos de control pueden consultarse en el Anexo 3.5 y 3.6. y el análisis de peligros y puntos críticos en el anexo 3.7

### 3.6 Consideraciones medioambientales

En la actualidad, la utilización racional de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente se están convirtiendo en un importante factor de competitividad, sobre todo en el sector alimentario, donde la principal materia prima son recursos vivos tanto animales como vegetales.

Se considera esencial prestar atención a las repercusiones que sobre el medio ambiente tienen las distintas labores profesionales que componen la actividad alimentaria y en qué medida es posible colaborar en la conservación del medio evitando los impactos negativos y las conductas inadecuadas.



**Figura 3.5:** *Representación de la problemática ambiental actual*

**Fuente:** (Bohórquez, 2008)

La planta procesadora de pastas tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa, de igual forma que otras plantas alimenticias generan desperdicios, y contaminación, por lo que además de las BPM, la planta tendrá responsabilidad medioambiental aplicando las Buenas Prácticas Medioambientales que son procedimientos de actuación tendentes a reducir el impacto ambiental negativo a través de cambios en los modos de actuación y en la organización de los procesos y actividades.

Estas prácticas están orientadas específicamente a la:

- a) Reducción del uso de recursos naturales (agua, energía, combustibles y materiales).
- b) Mejora en la eficiencia del uso de dichos recursos.
- c) Disminución de la generación de vertidos, residuos y emisiones.
- d) Correcta gestión de los mismos.

## 4. CAPITULO 4: ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD ECONOMICA DE LA PLANTA PROCESADORA DE PASTA

En el estudio de pre-factibilidad económica, se evaluó si la inversión obtendría beneficios económicos, mediante el cálculo de factores como: la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), el Beneficio-Costo (B/C) y el Valor Actual Neto, que permite saber si el proyecto será rentable o no.

### 4.1 Inversión del proyecto

La inversión de proyecto abarca todos los aspectos que impliquen una salida de dinero en el presente (al inicio del proyecto), para ser recuperada en un periodo de tiempo establecido, dando beneficios económicos al finalizar dicho periodo.

#### 4.1.1 Inversiones fijas y diferidas o variables

Las inversiones fijas son aquellos recursos necesarios para la realización del proyecto así como: maquinaria, equipo, etc. Las inversiones diferidas o variables son aquellas que no están sujetas a desgastes físicos y son la adquisición de servicios como: agua potable, energía eléctrica, etc. que son incorporados al costo de producción para ser recuperados.

En la Tabla 4.1 se observa el monto de la inversión total de proyecto, para las 2 propuestas del proceso que se planteó en capítulo 3 en el apartado 3.4.5, para una planta con proceso semiautomático (con una máquina que pele, corte y lave la yuca), y para una planta con un proceso manual en el área de corte de yuca, la descripción de los equipos puede observarse el Anexo 4.1

**Tabla 4.1:** *Inversión Total de equipos de las alternativas de la planta de pastas*

Resumen de la inversión de la inversión de equipos		
Descripción	Planta A*	Planta B**
Subtotal equipos industriales	\$31,158.18	\$25,120.10
Subtotal equipos de oficina	\$9,556.8	\$9556.80
Total	\$39,529.98	\$34,218.06
* Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca		
**Planta con un Proceso manual para el corte de yuca		

#### 4.1.2 Pago de salarios

Se tomó como referencia un turno de 8 horas diarias de lunes a viernes, con un descanso de 1 hora para almorzar, planteando el inicio del turno a las 8:00 am con la recepción de materia prima en la planta y terminará a las 5:00 pm, para poder alcanzar las metas de producción planteadas en el apartado 2.5 del estudio de mercado, se realizara una limpieza de los equipos, infraestructura, fumigación en planta, etc. que será programada los días sábados de 8 am a 12 de medio día. En la Tabla 4.2 se muestra los trabajadores de la planta y su salario mensual, para el proceso manual de corte de yuca se contempla 3 personas más.

**Tabla 4.2:** *Salarios de empleados de planta*

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Personal asignado</b>	<b>Salario (\$/mes)</b>	<b>Total (\$/mes)</b>
<b>Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca</b>			
Personal diverso	8	400 c/u	3,200
Jefaturas	3	700 c/u	2,100
Total	11	-----	5,300

**Continúa...**

**Tabla 4.2:** *Salarios de empleados de planta. Continuación.*

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Personal asignado</b>	<b>Salario (\$/mes)</b>	<b>Total (\$/mes)</b>
<b>Planta con un proceso manual de corte de yuca</b>			
Personal diverso	11	400 c/u	4,400
Jefaturas	3	700 c/u	2,100
Total	14	-----	6,500

## 4.2 Evaluación económica

Durante el proceso de evaluación económica se calcularon todos los gastos de los equipos en cuanto a dinero, en el periodo de un año, y posteriormente con la ayuda del programa de Excel y sus fórmulas ya instaladas se obtendrán diversos valores que nos facilitaran la evaluación económica del proyecto.

### 4.2.1 Egresos anuales

Los egresos son todas aquellas salidas de dinero en las que incurrirá la planta, por ejemplo, compra de materias primas, salarios, costo de energía eléctrica, etc. En la Tabla 4.3 se pueden observar estos costos para las dos alternativas de plantas.

**Tabla 4.3:** *Estimación de egresos anuales para las dos alternativas de planta de elaboración de pastas a base de harinas de yuca, arroz y moringa*

<b>Salarios anuales</b>	<b>Consumo energético</b>	<b>Compra de materia prima</b>	<b>Gastos administrativos</b>	<b>Total</b>
<b>Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca</b>				
\$63,600.00	\$1,749.33	\$55,270.00	\$2,400.00	\$123,019.33

Continúa...

**Tabla 4.3:** *Estimación de egresos anuales para las dos alternativas de planta de elaboración de pastas a base de harinas de yuca, arroz y moringa. Continuación.*

<b>Planta con un proceso manual para el corte de yuca</b>				
\$78,000.00	\$1,739.53	\$55,270.00	\$2,400.00	\$137,409.53
<b>Consumo de Agua</b>				
<b>Consumo de agua anual</b>	<b>Tarifa de Acueducto</b>	<b>Tarifa de alcantarillado</b>	<b>Total de consumo de agua</b>	
96m <sup>3</sup>	\$2.34	\$7.50	\$232.14	
<b>Total de egresos anuales de Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca</b>				\$199,266.45
<b>Total de egresos anuales de Planta con un proceso manual para el corte de yuca</b>				\$207,618.57
<b>Inversión Total</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca</b>	<b>Planta con un proceso manual para el corte de yuca</b>		
Equipos principales	\$31,158.18	\$25,120.10		
Equipos auxiliares	\$9,556.8	\$9,556.8		
Compra de terreno	\$20,000	20,000		
Construcción	\$15,300	15,300		
Materia prima	\$55,270.00	\$55,270.00		
<b>Total</b>	<b>\$132,284.98</b>	<b>\$125,246.90</b>		

Se puede observar que el valor de los salarios anuales se ve afectado ya que en el proceso manual de corte de yuca se requerirá de 3 personas más, aumentando los egresos anuales para ese caso, cabe aclarar que para el análisis de evaluación económica se estimó, un valor del 80% del valor total de la inversión, asumiendo que el otro 20% un aporte de los socios fundadores de la planta de pastas tipo tallarín.

#### 4.2.2 Ingresos anuales

Los ingresos anuales serán únicamente los provenientes de las ventas, asumiendo que se venderá completamente el volumen de producción, obtenido en base al estudio de mercado realizado en el capítulo 2 en el apartado 2.5. En la Tabla 4.4 podemos observar la producción mensual y anual, así como los ingresos anuales y su cálculo en paquetes que contendrán 250 gramos de producto, el precio será de \$2.50 obtenido en el apartado 2.6.3 del capítulo 2.

$$\text{Ingresos anuales} = \text{Produccion anual} * \text{Precio de venta}$$

$$\text{Ingresos anuales} = 69,235.2 \frac{\text{Kg}}{\text{año}} * \frac{2.5 \$}{0.25 \text{ Kg paquete}}$$

$$\text{Ingresos anuales} = 692,352.00 \frac{\$}{\text{año}}$$

Calculo de ingresos anuales con el incremento del 10% en la producción

$$\text{Ingresos anuales} = \text{Produccion anual} * 1.1 * \text{Precio de venta}$$

$$\text{Ingresos anuales} = 69,235.2 \frac{\text{Kg}}{\text{año}} * 1.1 * \frac{2.5 \$}{0.25 \text{ Kg paquete}}$$

$$\text{Ingresos anuales} = 761,587.20 \frac{\$}{\text{año}}$$

**Tabla 4.4:** Ingresos anuales para un estimado de 69,235.2Kg de pasta

Años	Ventas mensuales	Ventas anuales	Ingresos
1-5	$5,769.6 \frac{\text{Kg}}{\text{mes}}$	$69,235.2 \frac{\text{Kg}}{\text{año}}$	$692,352.00 \frac{\$}{\text{año}}$
6-10 *	$6,346.56 \frac{\text{Kg}}{\text{mes}}$	$76,158.72 \frac{\text{Kg}}{\text{año}}$	$761,587.20 \frac{\$}{\text{año}}$
* Asumiendo un aumento del 10% a partir del año 6			

#### 4.2.3 Cálculo de razones económicas (VAN, TIR, B/C), amortización y depreciación

El cálculo de las razones económicas nos permitirá saber si la inversión es rentable o no, la evaluación económica se realizó para un periodo de 2 y 10 años, para las 2 alternativas de proceso que se han planteado anteriormente en el capítulo 3 en el apartado 3.4.3. Para facilitar la evaluación económica se utilizó el programa de Excel, debido a que contiene fórmulas de cálculo apropiadas para dicha evaluación, en la Tabla 4.5 se muestran los valores de las razones económicas

**Tabla 4.5:** Razones económicas de las alternativas de la planta de pastas tipo tallarín

	Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca		Planta con un proceso manual para el corte de yuca	
	2 años	10 años	2 años	10 años
<b>Razón económica</b>	2 años	10 años	2 años	10 años
<b>TMAR</b>	14.1%	14.1%	14.1%	14.1%
<b>VAN</b>	\$1,561.47	\$523,388.13	\$7,475.62	\$533,045.77
<b>TIR</b>	13%	103%	20%	108%
<b>B/C</b>	1.22	1.38	1.22	1.38

Para nuestra investigación la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) es 14.1%, este valor de referencia se utilizara para nuestra evaluación económica y su cálculo lo podemos ver en el Anexo 4.3. Al analizar los resultados obtenidos, la mejor opción para el periodo de 2 años, es la planta con un proceso manual para el corte de yuca, esta decisión se basó en los conceptos teóricos de la razones económicas que se explican en la tabla 4.6.

**Tabla 4.6:** Explicación de las razones económicas

Razón económica	Explicación	Valor obtenido
Valor Actual Neto (VAN)	Para que la inversión se acepte el VAN debe ser mayor a cero	\$7,475.62
Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	Para 2 alternativas se escoge la de mayor rentabilidad	20%
B/C	El valor de la relación Beneficio-Costo debe ser mayor a 1 para obtener beneficios	1.22

El valor de la amortización y depreciación se muestran en la Tabla 4.7 y se realizó auxiliado del programa de Excel, en el anexo 4.4 se muestran los flujos de efectivo para periodos económicos de 2 y 10 años con las razones económicas de cada propuesta de proceso.

**Tabla 4.7:** Cálculo de amortización y depreciación de las propuestas de proceso para el corte de yuca

Alternativas	Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca																																																																																							
2 años																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Calculo de amortizaciones</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Calculo de depreciación</th> </tr> <tr> <th>año</th> <th>deuda</th> <th>cuota</th> <th>interés</th> <th>amortización</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">depreciación=inv. inicial/vida util</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>\$ 105.027,98</td> <td>\$ 59.826,64</td> <td>\$ 9.610,06</td> <td>\$ 50.216,58</td> <td>inversion inicial</td> <td>\$ 131.284,98</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>\$ 54.811,40</td> <td>\$ 59.826,64</td> <td>\$ 5.015,24</td> <td>\$ 54.811,40</td> <td>vida util</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>\$ -0,00</td> <td>\$ 59.826,64</td> <td>\$ -0,00</td> <td>\$ 59.826,64</td> <td><b>depreciación</b></td> <td>\$ 6.564,25</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>\$ -59.826,64</td> <td>\$ 59.826,64</td> <td>\$ -5.474,14</td> <td>\$ 65.300,78</td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>Intereses por préstamo</b></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>\$ -125.127,43</td> <td>\$ 59.826,64</td> <td>\$ -11.449,16</td> <td>\$ 71.275,80</td> <td>INVERSION INICIAL</td> <td>\$ 131.284,98</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>\$ -196.403,23</td> <td>\$ 59.826,64</td> <td>\$ -17.970,90</td> <td>\$ 77.797,54</td> <td>% otorgado</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>\$ -274.200,77</td> <td>\$ 59.826,64</td> <td>\$ -25.089,37</td> <td>\$ 84.916,01</td> <td>Periodo (años)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>\$ -359.116,78</td> <td>\$ 59.826,64</td> <td>\$ -32.859,19</td> <td>\$ 92.685,83</td> <td>Tasa de interes anual</td> <td>9,15%</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>\$ -451.802,61</td> <td>\$ 59.826,64</td> <td>\$ -41.339,94</td> <td>\$ 101.166,58</td> <td><b>Intereses anuales</b></td> <td>\$ 59.826,64</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>\$ -552.969,19</td> <td>\$ 59.826,64</td> <td>\$ -50.596,68</td> <td>\$ 110.423,33</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Calculo de amortizaciones					Calculo de depreciación		año	deuda	cuota	interés	amortización	depreciación=inv. inicial/vida util		1	\$ 105.027,98	\$ 59.826,64	\$ 9.610,06	\$ 50.216,58	inversion inicial	\$ 131.284,98	2	\$ 54.811,40	\$ 59.826,64	\$ 5.015,24	\$ 54.811,40	vida util	20	3	\$ -0,00	\$ 59.826,64	\$ -0,00	\$ 59.826,64	<b>depreciación</b>	\$ 6.564,25	4	\$ -59.826,64	\$ 59.826,64	\$ -5.474,14	\$ 65.300,78	<b>Intereses por préstamo</b>		5	\$ -125.127,43	\$ 59.826,64	\$ -11.449,16	\$ 71.275,80	INVERSION INICIAL	\$ 131.284,98	6	\$ -196.403,23	\$ 59.826,64	\$ -17.970,90	\$ 77.797,54	% otorgado	0,8	7	\$ -274.200,77	\$ 59.826,64	\$ -25.089,37	\$ 84.916,01	Periodo (años)	2	8	\$ -359.116,78	\$ 59.826,64	\$ -32.859,19	\$ 92.685,83	Tasa de interes anual	9,15%	9	\$ -451.802,61	\$ 59.826,64	\$ -41.339,94	\$ 101.166,58	<b>Intereses anuales</b>	\$ 59.826,64	10	\$ -552.969,19	\$ 59.826,64	\$ -50.596,68	\$ 110.423,33		
Calculo de amortizaciones					Calculo de depreciación																																																																																			
año	deuda	cuota	interés	amortización	depreciación=inv. inicial/vida util																																																																																			
1	\$ 105.027,98	\$ 59.826,64	\$ 9.610,06	\$ 50.216,58	inversion inicial	\$ 131.284,98																																																																																		
2	\$ 54.811,40	\$ 59.826,64	\$ 5.015,24	\$ 54.811,40	vida util	20																																																																																		
3	\$ -0,00	\$ 59.826,64	\$ -0,00	\$ 59.826,64	<b>depreciación</b>	\$ 6.564,25																																																																																		
4	\$ -59.826,64	\$ 59.826,64	\$ -5.474,14	\$ 65.300,78	<b>Intereses por préstamo</b>																																																																																			
5	\$ -125.127,43	\$ 59.826,64	\$ -11.449,16	\$ 71.275,80	INVERSION INICIAL	\$ 131.284,98																																																																																		
6	\$ -196.403,23	\$ 59.826,64	\$ -17.970,90	\$ 77.797,54	% otorgado	0,8																																																																																		
7	\$ -274.200,77	\$ 59.826,64	\$ -25.089,37	\$ 84.916,01	Periodo (años)	2																																																																																		
8	\$ -359.116,78	\$ 59.826,64	\$ -32.859,19	\$ 92.685,83	Tasa de interes anual	9,15%																																																																																		
9	\$ -451.802,61	\$ 59.826,64	\$ -41.339,94	\$ 101.166,58	<b>Intereses anuales</b>	\$ 59.826,64																																																																																		
10	\$ -552.969,19	\$ 59.826,64	\$ -50.596,68	\$ 110.423,33																																																																																				

Continúa...

**Tabla 4.7:** Cálculo de amortización y depreciación de las propuestas de proceso para el corte de yuca. **Continuación.**

Alternativas		Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca																																																																										
10 años																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Calculo de amortizaciones</th> </tr> <tr> <th>año</th> <th>deuda</th> <th>cuota</th> <th>interés</th> <th>amortización</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>\$ 105.027,98</td><td>\$ 16.473,68</td><td>\$ 9.610,06</td><td>\$ 6.863,62</td></tr> <tr><td>2</td><td>\$ 98.164,36</td><td>\$ 16.473,68</td><td>\$ 8.982,04</td><td>\$ 7.491,64</td></tr> <tr><td>3</td><td>\$ 90.672,72</td><td>\$ 16.473,68</td><td>\$ 8.296,55</td><td>\$ 8.177,13</td></tr> <tr><td>4</td><td>\$ 82.495,60</td><td>\$ 16.473,68</td><td>\$ 7.548,35</td><td>\$ 8.925,33</td></tr> <tr><td>5</td><td>\$ 73.570,26</td><td>\$ 16.473,68</td><td>\$ 6.731,68</td><td>\$ 9.742,00</td></tr> <tr><td>6</td><td>\$ 63.828,26</td><td>\$ 16.473,68</td><td>\$ 5.840,29</td><td>\$ 10.633,39</td></tr> <tr><td>7</td><td>\$ 53.194,87</td><td>\$ 16.473,68</td><td>\$ 4.867,33</td><td>\$ 11.606,35</td></tr> <tr><td>8</td><td>\$ 41.588,51</td><td>\$ 16.473,68</td><td>\$ 3.805,35</td><td>\$ 12.668,33</td></tr> <tr><td>9</td><td>\$ 28.920,18</td><td>\$ 16.473,68</td><td>\$ 2.646,20</td><td>\$ 13.827,48</td></tr> <tr><td>10</td><td>\$ 15.092,70</td><td>\$ 16.473,68</td><td>\$ 1.380,98</td><td>\$ 15.092,70</td></tr> </tbody> </table>					Calculo de amortizaciones					año	deuda	cuota	interés	amortización	1	\$ 105.027,98	\$ 16.473,68	\$ 9.610,06	\$ 6.863,62	2	\$ 98.164,36	\$ 16.473,68	\$ 8.982,04	\$ 7.491,64	3	\$ 90.672,72	\$ 16.473,68	\$ 8.296,55	\$ 8.177,13	4	\$ 82.495,60	\$ 16.473,68	\$ 7.548,35	\$ 8.925,33	5	\$ 73.570,26	\$ 16.473,68	\$ 6.731,68	\$ 9.742,00	6	\$ 63.828,26	\$ 16.473,68	\$ 5.840,29	\$ 10.633,39	7	\$ 53.194,87	\$ 16.473,68	\$ 4.867,33	\$ 11.606,35	8	\$ 41.588,51	\$ 16.473,68	\$ 3.805,35	\$ 12.668,33	9	\$ 28.920,18	\$ 16.473,68	\$ 2.646,20	\$ 13.827,48	10	\$ 15.092,70	\$ 16.473,68	\$ 1.380,98	\$ 15.092,70	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calculo de depreciación</th> </tr> <tr> <th colspan="2">depreciación=inv. inicial/vida util</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>inversion inicial</td> <td>\$ 131.284,98</td> </tr> <tr> <td>vida util</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td><b>depreciación</b></td> <td><b>\$ 6.564,25</b></td> </tr> </tbody> </table>		Calculo de depreciación		depreciación=inv. inicial/vida util		inversion inicial	\$ 131.284,98	vida util	20	<b>depreciación</b>	<b>\$ 6.564,25</b>
Calculo de amortizaciones																																																																												
año	deuda	cuota	interés	amortización																																																																								
1	\$ 105.027,98	\$ 16.473,68	\$ 9.610,06	\$ 6.863,62																																																																								
2	\$ 98.164,36	\$ 16.473,68	\$ 8.982,04	\$ 7.491,64																																																																								
3	\$ 90.672,72	\$ 16.473,68	\$ 8.296,55	\$ 8.177,13																																																																								
4	\$ 82.495,60	\$ 16.473,68	\$ 7.548,35	\$ 8.925,33																																																																								
5	\$ 73.570,26	\$ 16.473,68	\$ 6.731,68	\$ 9.742,00																																																																								
6	\$ 63.828,26	\$ 16.473,68	\$ 5.840,29	\$ 10.633,39																																																																								
7	\$ 53.194,87	\$ 16.473,68	\$ 4.867,33	\$ 11.606,35																																																																								
8	\$ 41.588,51	\$ 16.473,68	\$ 3.805,35	\$ 12.668,33																																																																								
9	\$ 28.920,18	\$ 16.473,68	\$ 2.646,20	\$ 13.827,48																																																																								
10	\$ 15.092,70	\$ 16.473,68	\$ 1.380,98	\$ 15.092,70																																																																								
Calculo de depreciación																																																																												
depreciación=inv. inicial/vida util																																																																												
inversion inicial	\$ 131.284,98																																																																											
vida util	20																																																																											
<b>depreciación</b>	<b>\$ 6.564,25</b>																																																																											
					<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Intereses por préstamo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INVERSION INICIAL</td> <td>\$ 131.284,98</td> </tr> <tr> <td>% otorgado</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>Periodo (años)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Tasa de interes anual</td> <td>9,15%</td> </tr> <tr> <td><b>Intereses anuales</b></td> <td><b>\$ 16.473,68</b></td> </tr> </tbody> </table>		Intereses por préstamo		INVERSION INICIAL	\$ 131.284,98	% otorgado	0,8	Periodo (años)	10	Tasa de interes anual	9,15%	<b>Intereses anuales</b>	<b>\$ 16.473,68</b>																																																										
Intereses por préstamo																																																																												
INVERSION INICIAL	\$ 131.284,98																																																																											
% otorgado	0,8																																																																											
Periodo (años)	10																																																																											
Tasa de interes anual	9,15%																																																																											
<b>Intereses anuales</b>	<b>\$ 16.473,68</b>																																																																											
Alternativas		Planta con un proceso manual para el corte de yuca																																																																										
2 años																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Calculo de amortizaciones</th> </tr> <tr> <th>año</th> <th>deuda</th> <th>cuota</th> <th>interés</th> <th>amortización</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>\$ 100.197,58</td><td>\$ 57.075,12</td><td>\$ 9.168,08</td><td>\$ 47.907,04</td></tr> <tr><td>2</td><td>\$ 52.290,54</td><td>\$ 57.075,12</td><td>\$ 4.784,58</td><td>\$ 52.290,54</td></tr> <tr><td>3</td><td>\$ -0,00</td><td>\$ 57.075,12</td><td>\$ -0,00</td><td>\$ 57.075,12</td></tr> <tr><td>4</td><td>\$ -57.075,12</td><td>\$ 57.075,12</td><td>\$ -5.222,37</td><td>\$ 62.297,50</td></tr> <tr><td>5</td><td>\$ -119.372,62</td><td>\$ 57.075,12</td><td>\$ -10.922,59</td><td>\$ 67.997,72</td></tr> <tr><td>6</td><td>\$ -187.370,34</td><td>\$ 57.075,12</td><td>\$ -17.144,39</td><td>\$ 74.219,51</td></tr> <tr><td>7</td><td>\$ -261.589,85</td><td>\$ 57.075,12</td><td>\$ -23.935,47</td><td>\$ 81.010,59</td></tr> <tr><td>8</td><td>\$ -342.600,44</td><td>\$ 57.075,12</td><td>\$ -31.347,94</td><td>\$ 88.423,06</td></tr> <tr><td>9</td><td>\$ -431.023,51</td><td>\$ 57.075,12</td><td>\$ -39.438,65</td><td>\$ 96.513,77</td></tr> <tr><td>10</td><td>\$ -527.537,28</td><td>\$ 57.075,12</td><td>\$ -48.269,66</td><td>\$ 105.344,79</td></tr> </tbody> </table>					Calculo de amortizaciones					año	deuda	cuota	interés	amortización	1	\$ 100.197,58	\$ 57.075,12	\$ 9.168,08	\$ 47.907,04	2	\$ 52.290,54	\$ 57.075,12	\$ 4.784,58	\$ 52.290,54	3	\$ -0,00	\$ 57.075,12	\$ -0,00	\$ 57.075,12	4	\$ -57.075,12	\$ 57.075,12	\$ -5.222,37	\$ 62.297,50	5	\$ -119.372,62	\$ 57.075,12	\$ -10.922,59	\$ 67.997,72	6	\$ -187.370,34	\$ 57.075,12	\$ -17.144,39	\$ 74.219,51	7	\$ -261.589,85	\$ 57.075,12	\$ -23.935,47	\$ 81.010,59	8	\$ -342.600,44	\$ 57.075,12	\$ -31.347,94	\$ 88.423,06	9	\$ -431.023,51	\$ 57.075,12	\$ -39.438,65	\$ 96.513,77	10	\$ -527.537,28	\$ 57.075,12	\$ -48.269,66	\$ 105.344,79	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calculo de depreciación</th> </tr> <tr> <th colspan="2">depreciación=inv. inicial/vida util</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>inversion inicial</td> <td>\$ 125.246,98</td> </tr> <tr> <td>vida util</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td><b>depreciación</b></td> <td><b>\$ 6.262,35</b></td> </tr> </tbody> </table>		Calculo de depreciación		depreciación=inv. inicial/vida util		inversion inicial	\$ 125.246,98	vida util	20	<b>depreciación</b>	<b>\$ 6.262,35</b>
Calculo de amortizaciones																																																																												
año	deuda	cuota	interés	amortización																																																																								
1	\$ 100.197,58	\$ 57.075,12	\$ 9.168,08	\$ 47.907,04																																																																								
2	\$ 52.290,54	\$ 57.075,12	\$ 4.784,58	\$ 52.290,54																																																																								
3	\$ -0,00	\$ 57.075,12	\$ -0,00	\$ 57.075,12																																																																								
4	\$ -57.075,12	\$ 57.075,12	\$ -5.222,37	\$ 62.297,50																																																																								
5	\$ -119.372,62	\$ 57.075,12	\$ -10.922,59	\$ 67.997,72																																																																								
6	\$ -187.370,34	\$ 57.075,12	\$ -17.144,39	\$ 74.219,51																																																																								
7	\$ -261.589,85	\$ 57.075,12	\$ -23.935,47	\$ 81.010,59																																																																								
8	\$ -342.600,44	\$ 57.075,12	\$ -31.347,94	\$ 88.423,06																																																																								
9	\$ -431.023,51	\$ 57.075,12	\$ -39.438,65	\$ 96.513,77																																																																								
10	\$ -527.537,28	\$ 57.075,12	\$ -48.269,66	\$ 105.344,79																																																																								
Calculo de depreciación																																																																												
depreciación=inv. inicial/vida util																																																																												
inversion inicial	\$ 125.246,98																																																																											
vida util	20																																																																											
<b>depreciación</b>	<b>\$ 6.262,35</b>																																																																											
					<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Intereses por préstamo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INVERSION INICIAL</td> <td>\$ 125.246,98</td> </tr> <tr> <td>% otorgado</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>Periodo (años)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Tasa de interes anual</td> <td>9,15%</td> </tr> <tr> <td><b>Intereses anuales</b></td> <td><b>\$ 57.075,12</b></td> </tr> </tbody> </table>		Intereses por préstamo		INVERSION INICIAL	\$ 125.246,98	% otorgado	0,8	Periodo (años)	2	Tasa de interes anual	9,15%	<b>Intereses anuales</b>	<b>\$ 57.075,12</b>																																																										
Intereses por préstamo																																																																												
INVERSION INICIAL	\$ 125.246,98																																																																											
% otorgado	0,8																																																																											
Periodo (años)	2																																																																											
Tasa de interes anual	9,15%																																																																											
<b>Intereses anuales</b>	<b>\$ 57.075,12</b>																																																																											
10 años																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Calculo de amortizaciones</th> </tr> <tr> <th>año</th> <th>deuda</th> <th>cuota</th> <th>interés</th> <th>amortización</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>\$ 100.197,58</td><td>\$ 15.716,03</td><td>\$ 9.168,08</td><td>\$ 6.547,95</td></tr> <tr><td>2</td><td>\$ 93.649,63</td><td>\$ 15.716,03</td><td>\$ 8.568,94</td><td>\$ 7.147,09</td></tr> <tr><td>3</td><td>\$ 86.502,54</td><td>\$ 15.716,03</td><td>\$ 7.914,98</td><td>\$ 7.801,05</td></tr> <tr><td>4</td><td>\$ 78.701,50</td><td>\$ 15.716,03</td><td>\$ 7.201,19</td><td>\$ 8.514,84</td></tr> <tr><td>5</td><td>\$ 70.186,65</td><td>\$ 15.716,03</td><td>\$ 6.422,08</td><td>\$ 9.293,95</td></tr> <tr><td>6</td><td>\$ 60.892,70</td><td>\$ 15.716,03</td><td>\$ 5.571,68</td><td>\$ 10.144,35</td></tr> <tr><td>7</td><td>\$ 50.748,35</td><td>\$ 15.716,03</td><td>\$ 4.643,47</td><td>\$ 11.072,56</td></tr> <tr><td>8</td><td>\$ 39.675,79</td><td>\$ 15.716,03</td><td>\$ 3.630,34</td><td>\$ 12.085,70</td></tr> <tr><td>9</td><td>\$ 27.590,10</td><td>\$ 15.716,03</td><td>\$ 2.524,49</td><td>\$ 13.191,54</td></tr> <tr><td>10</td><td>\$ 14.398,56</td><td>\$ 15.716,03</td><td>\$ 1.317,47</td><td>\$ 14.398,56</td></tr> </tbody> </table>					Calculo de amortizaciones					año	deuda	cuota	interés	amortización	1	\$ 100.197,58	\$ 15.716,03	\$ 9.168,08	\$ 6.547,95	2	\$ 93.649,63	\$ 15.716,03	\$ 8.568,94	\$ 7.147,09	3	\$ 86.502,54	\$ 15.716,03	\$ 7.914,98	\$ 7.801,05	4	\$ 78.701,50	\$ 15.716,03	\$ 7.201,19	\$ 8.514,84	5	\$ 70.186,65	\$ 15.716,03	\$ 6.422,08	\$ 9.293,95	6	\$ 60.892,70	\$ 15.716,03	\$ 5.571,68	\$ 10.144,35	7	\$ 50.748,35	\$ 15.716,03	\$ 4.643,47	\$ 11.072,56	8	\$ 39.675,79	\$ 15.716,03	\$ 3.630,34	\$ 12.085,70	9	\$ 27.590,10	\$ 15.716,03	\$ 2.524,49	\$ 13.191,54	10	\$ 14.398,56	\$ 15.716,03	\$ 1.317,47	\$ 14.398,56	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calculo de depreciación</th> </tr> <tr> <th colspan="2">depreciación=inv. inicial/vida util</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>inversion inicial</td> <td>\$ 125.246,98</td> </tr> <tr> <td>vida util</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td><b>depreciación</b></td> <td><b>\$ 6.262,35</b></td> </tr> </tbody> </table>		Calculo de depreciación		depreciación=inv. inicial/vida util		inversion inicial	\$ 125.246,98	vida util	20	<b>depreciación</b>	<b>\$ 6.262,35</b>
Calculo de amortizaciones																																																																												
año	deuda	cuota	interés	amortización																																																																								
1	\$ 100.197,58	\$ 15.716,03	\$ 9.168,08	\$ 6.547,95																																																																								
2	\$ 93.649,63	\$ 15.716,03	\$ 8.568,94	\$ 7.147,09																																																																								
3	\$ 86.502,54	\$ 15.716,03	\$ 7.914,98	\$ 7.801,05																																																																								
4	\$ 78.701,50	\$ 15.716,03	\$ 7.201,19	\$ 8.514,84																																																																								
5	\$ 70.186,65	\$ 15.716,03	\$ 6.422,08	\$ 9.293,95																																																																								
6	\$ 60.892,70	\$ 15.716,03	\$ 5.571,68	\$ 10.144,35																																																																								
7	\$ 50.748,35	\$ 15.716,03	\$ 4.643,47	\$ 11.072,56																																																																								
8	\$ 39.675,79	\$ 15.716,03	\$ 3.630,34	\$ 12.085,70																																																																								
9	\$ 27.590,10	\$ 15.716,03	\$ 2.524,49	\$ 13.191,54																																																																								
10	\$ 14.398,56	\$ 15.716,03	\$ 1.317,47	\$ 14.398,56																																																																								
Calculo de depreciación																																																																												
depreciación=inv. inicial/vida util																																																																												
inversion inicial	\$ 125.246,98																																																																											
vida util	20																																																																											
<b>depreciación</b>	<b>\$ 6.262,35</b>																																																																											
					<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Intereses por préstamo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INVERSION INICIAL</td> <td>\$ 125.246,98</td> </tr> <tr> <td>% otorgado</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>Periodo (años)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Tasa de interes anual</td> <td>9,15%</td> </tr> <tr> <td><b>Intereses anuales</b></td> <td><b>\$ 15.716,03</b></td> </tr> </tbody> </table>		Intereses por préstamo		INVERSION INICIAL	\$ 125.246,98	% otorgado	0,8	Periodo (años)	10	Tasa de interes anual	9,15%	<b>Intereses anuales</b>	<b>\$ 15.716,03</b>																																																										
Intereses por préstamo																																																																												
INVERSION INICIAL	\$ 125.246,98																																																																											
% otorgado	0,8																																																																											
Periodo (años)	10																																																																											
Tasa de interes anual	9,15%																																																																											
<b>Intereses anuales</b>	<b>\$ 15.716,03</b>																																																																											

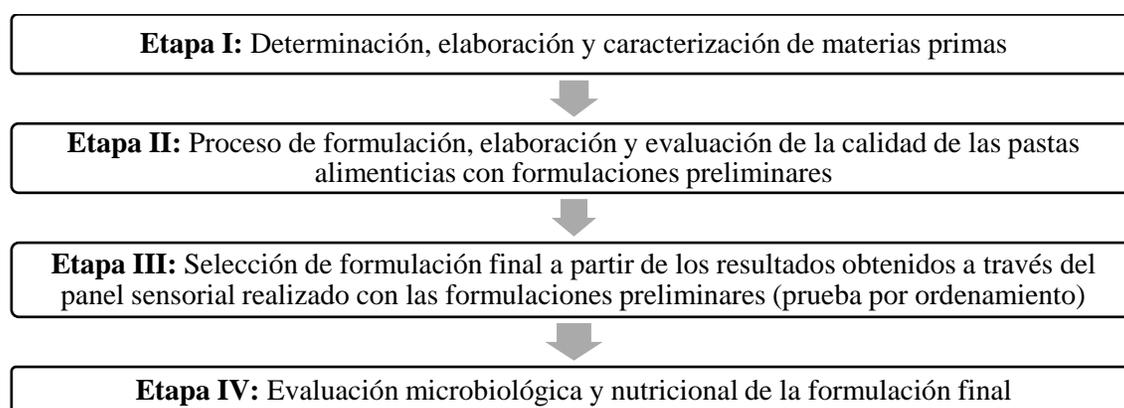
Al finalizar la evaluación económica, se decidió que la propuesta de proceso manual para el corte de yuca, era la que generaba beneficios más atractivos para un periodo de 2 años, aunque los intereses para el periodo de 2 años son mayores que para 10 años. La proyección del flujo de efectivo (ver anexo 4.4) mostró que se podrían solventar estos pagos vendiendo el total de la producción establecida, sin embargo si la planta llegara a implementarse en el futuro, sus beneficios económicos podrían aumentar si se expande el mercado fuera del municipio de San Salvador.

## 5. CAPITULO 5: DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente capítulo se aborda el diseño experimental utilizado en el proceso de formulación de la pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa, que fue dividido en cuatro etapas: caracterización de materias primas, formulación preliminar basada en calidad de producto terminado, análisis sensorial y evaluación microbiológica y nutricional de la formulación más aceptada en el análisis sensorial, ésta últimas evaluaciones con el objetivo de verificar el cumplimiento de Legislaciones nacionales aplicables al producto y así mismo, con motivos de comparación en cuanto a ventajas nutricionales con pastas alimenticias de marcas ya posicionadas en el mercado salvadoreño.

### 5.1 Metodología del diseño experimental de la formulación de la pasta alimenticia tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa.

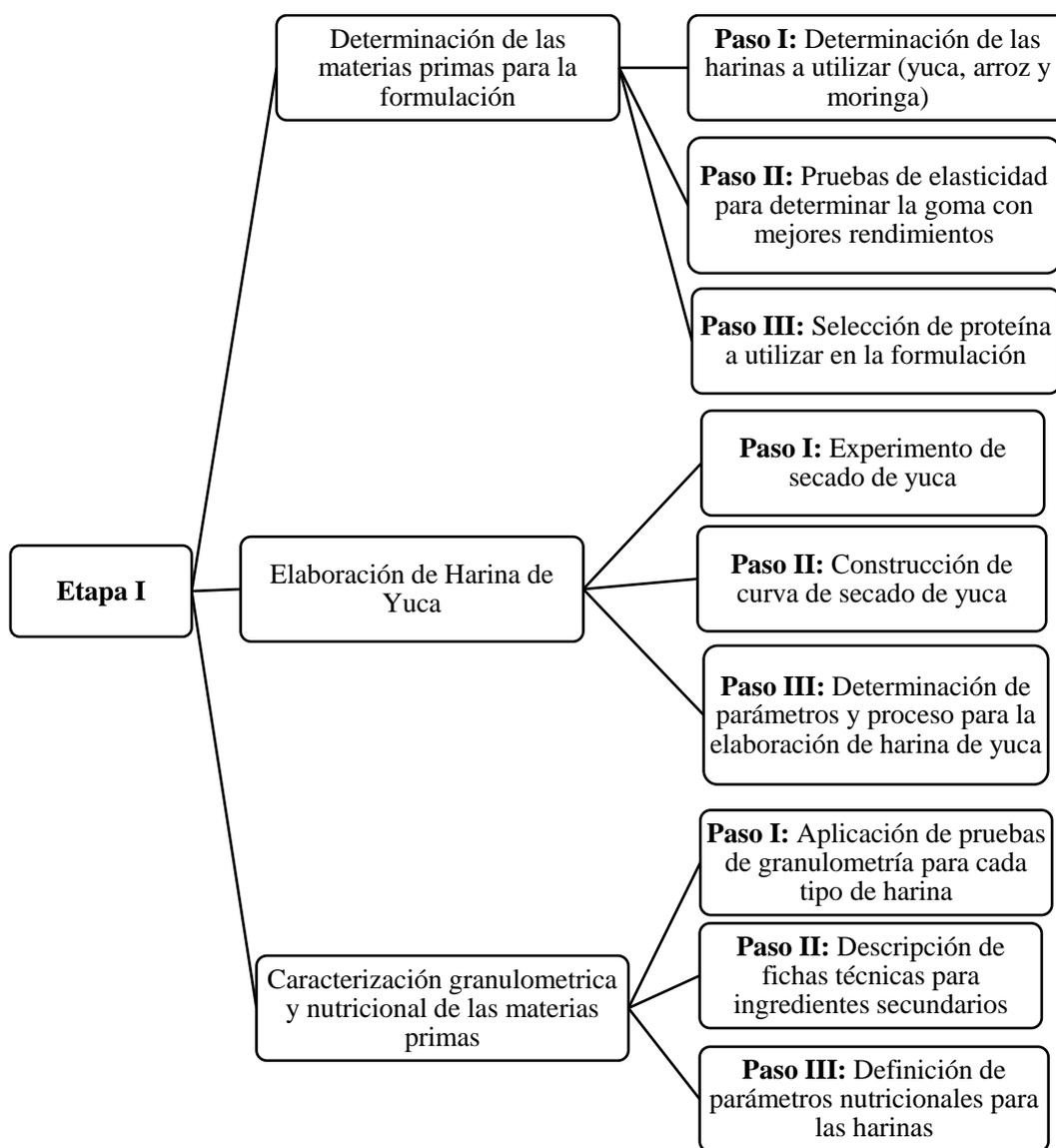
La metodología utilizada para el diseño experimental de la formulación fue dividida en cuatro etapas secuenciales, es decir, los resultados de una son utilizados en la siguiente y por lo tanto, no es posible continuar con la siguiente etapa si la anterior no ha sido finalizada. A fin de esquematizar lo descrito anteriormente, se muestra la Figura 5.1.



**Figura 5.1:** *Etapas para la determinación de la formulación más aceptada de la pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa.*

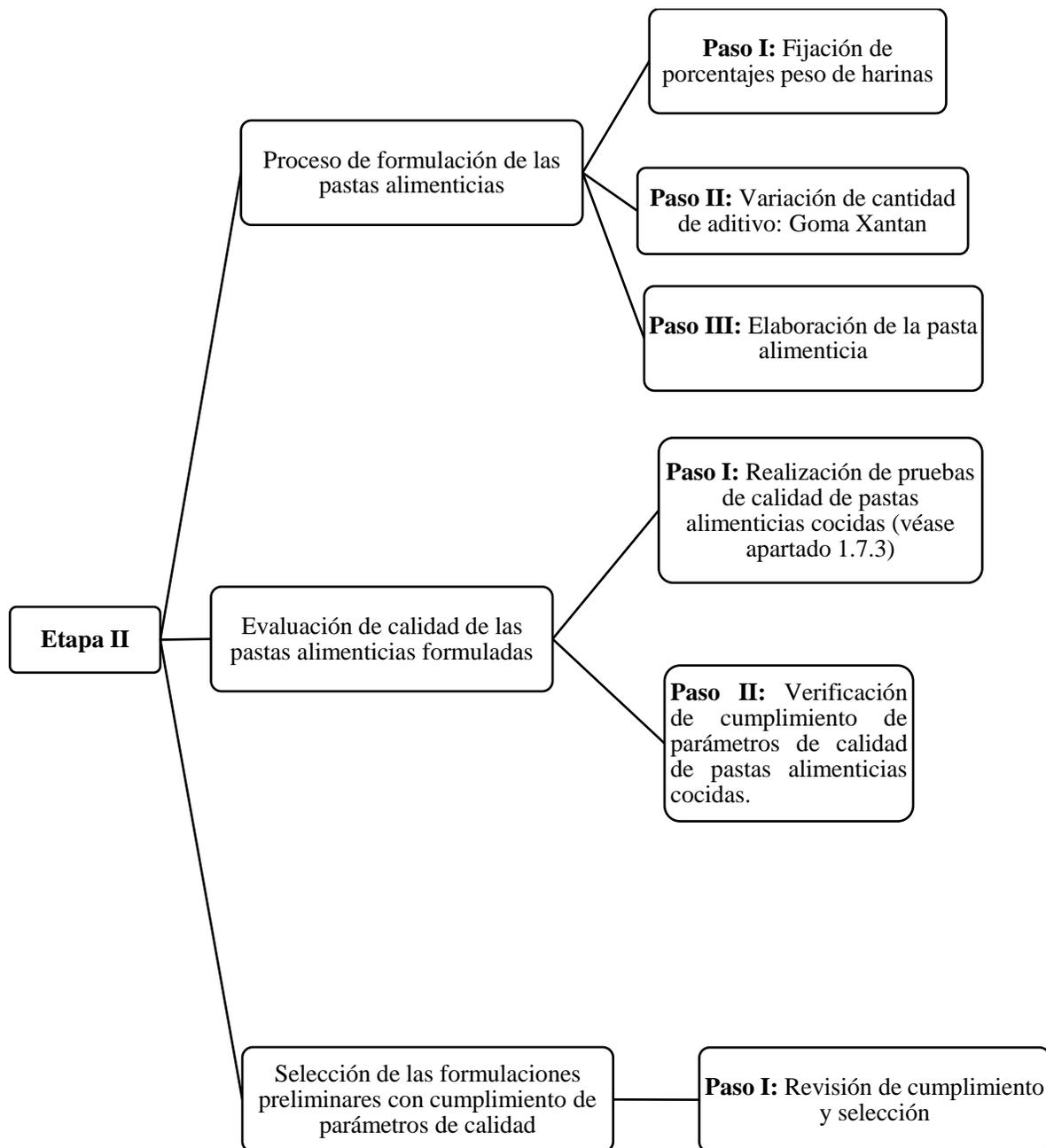
De acuerdo con la planificación del proyecto cada una de las etapas antes mencionadas se amplían a continuación a fin de presentar un panorama completo de todo el trabajo experimental.

Una de las etapas más críticas y de mayor trabajo fue la Etapa I, debido a que del correcto desarrollo de ésta dependía el éxito de toda la investigación. La secuencia de pasos que se realizaron para el desarrollo de la etapa I se muestran en la Figura 5.2.



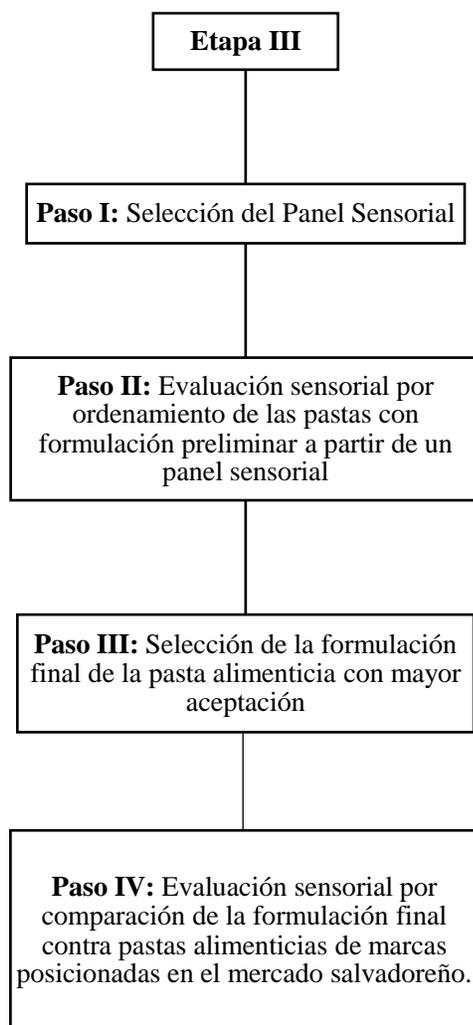
**Figura 5.2:** Descripción de Etapa I: Determinación, elaboración y caracterización de materias primas

Una vez finalizada la Etapa I de la investigación y con todas las materias primas ya definidas y caracterizadas se procede a la Etapa II, la cual consistió en el desarrollo de las formulaciones, el procedimiento general de dicha etapa se muestra en la Figura 5.3.



**Figura 5.3:** Descripción de Etapa II: Proceso de formulación, elaboración y evaluación de la calidad de las pastas alimenticias con formulaciones preliminares.

En la finalización de la Etapa III se obtiene la formulación final, la cuál es la más aceptada en la evaluación realizada por el panel sensorial mediante una prueba por ordenamiento de las formulaciones preliminares. El panel sensorial fue compuesto por personas voluntarias, dicha prueba fue realizada en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador. A continuación un resumen de la ésta tercera etapa se muestra en la Figura 5.4.



**Figura 5.4:** Descripción de Etapa III: Selección de formulación final a partir de los resultados obtenidos a través del panel sensorial realizado con las formulaciones preliminares (prueba por ordenamiento).

Para culminar con el diseño experimental del proceso de formulación, se realizaron pruebas microbiológicas y nutricionales para determinar la calidad de la pasta alimenticia formulada, es la etapa más corta, sin embargo, fundamental para el éxito de la investigación. A continuación se muestra el procedimiento en la Etapa IV.



**Figura 5.5:** Descripción de Etapa IV: Evaluación microbiológica y nutricional de la formulación final.

## 5.2 Definición de las materias primas a utilizar en la formulación de la pasta alimenticia

La pasta alimenticia planteada en la presente investigación es libre de gluten y así mismo posee tres tipos de harinas en su formulación:

- a) **Harina de yuca**
- b) **Harina de arroz**
- c) **Harina de moringa**

Los tipos de harinas mencionadas anteriormente, ya se conocían desde el principio de la investigación ya que fueron planteadas como alternativas de sustitución para crear una pasta alimenticia libre de gluten y así mismo libre de trigo, ya que tal y como se estudió en el apartado 1.3.1 una pasta alimenticia puede ser libre de trigo más no libre de gluten ya que otros cereales poseen de igual forma ésta proteína. Sin embargo, para esta investigación debido a que se buscaba una alternativa con un aporte nutricional alto y así mismo libre de gluten se plantearon alternativas de sustitución que se adaptaran a éste perfil.

Adicional a las harinas de yuca, arroz y moringa la formulación debía incluir dos ingredientes secos adicionales y agua; los ingredientes secos incluyeron una goma, que cumpliría la función del gluten en las pastas alimenticias a base de harina trigo (véase apartado 1.4.5.4).

### 5.2.1 Selección y definición de ingredientes secundarios

Los ingredientes secos a utilizar adicional a las harinas de yuca, arroz y moringa, se incluyó un agente espesante, y así mismo una proteína aislada dado que uno de los objetivos de la investigación es desarrollar un alimento con alto aporte nutricional.

En cuanto a la selección de la proteína a utilizarse se encontraron más de cinco (5) opciones de proteínas aisladas con proveedores en El Salvador, sin embargo, de acuerdo al

asesoramiento de dichos proveedores únicamente dos opciones eran viables con el tipo de producto a desarrollar, ya que el resto se vendían en quintales o cantidades industriales, de éstas dos opciones la **proteína aislada de soya** represento ser la mejor opción para la formulación ya que poseía una pureza del 92%, siendo una gran ventaja en comparación a la segunda opción ofrecida por los proveedores que poseía una pureza del 84% dado que los precios eran similares (aproximadamente \$10.50 por libra). Éstas últimas dos proteínas ofrecían la facilidad de adquirirse en cantidades menores desde una hasta cinco libras, y así mismo en cantidades industriales. (Investigación de campo)

Para la selección del agente espesante se solicitó asesoramiento por parte de una empresa desarrolladora de pastas alimenticias a base de harina de trigo, la cual concedió una entrevista, que puede consultarse en el Anexo 5.1, y que sirvió como orientación en la selección del agente espesante y en el proceso experimental; por parte de los expertos de la empresa se recomendó utilizar Goma Guar (GG), Goma Xantan (GX) o la combinación de éstas en un porcentaje del 0.25 al 1% de la formulación.

Para la selección del agente espesante se realizó un experimento a pequeña escala con una formulación preliminar de la pasta únicamente con las harinas de yuca, arroz, moringa y con la proteína de soya en un porcentaje distribuido de la siguiente manera:

- a) Harina de yuca: 50%.
- b) Harina de arroz: 35%
- c) Harina de moringa: 4 – 4.75%
- d) Proteína aislada de soya: 10%

Y variando el contenido de las gomas de un 0.25 a 1% en porcentaje peso; el experimento consistió en medir la elasticidad tomando una masa de 10 gramos, la cual se estiró intentando obtener el doble de su tamaño inicial, y observando si la masa se cortaba en el proceso, mantenía su misma forma o soportaba el estiramiento. Los parámetros para

determinar la elasticidad se muestran en la Tabla 5.1 y así mismo los resultados encontrados durante la realización del experimento en la Tabla 5.2

**Tabla 5.1:** *Parámetros de medición de la elasticidad en el experimento para la determinación del agente espesante.*

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>
La masa no se estira	Sin elasticidad
La masa se estira 1/4 más de su tamaño inicial	Muy Poca elasticidad
La masa se estira entre 1/4 pero sin llegar a 1/3 más de su tamaño inicial	Poca elasticidad
La masa se estira 1/3 más de su tamaño inicial	Elasticidad Media
La masa se estira entre 1/3 pero sin llegar a 1/2 más de su tamaño inicial	Buena elasticidad
La masa se estira más de 1/2 pero sin llegar al doble de su tamaño inicial	Muy Buena elasticidad
La masa se estira el doble o más del doble de su tamaño inicial	Excelente elasticidad

**Fuente:** (Rossel, 2009)

**Tabla 5.2:** Resultados del comportamiento de las Gomas Xantan (GX), Guar (GG) y su combinación en una formulación preliminar de la pasta alimenticia.

<b>Formulación Preliminar</b>	<b>Observación</b>	<b>Resultado</b>
0.25% GG	Masa sin ningún cambio aparente	Ningún efecto en la elasticidad.
0.5% GG	Masa muy quebradiza, estira muy poco	Muy Poca elasticidad
0.75% GG	Masa quebradiza, estira poco, no alcanza ni un tercio más de su tamaño inicial	Poca elasticidad
1% GG	Masa que estira hasta llegar a un tercio más de su tamaño inicial	Elasticidad Media
0.25% GX	Masa que estira hasta llegar a un tercio más de su tamaño inicial	Elasticidad Media
0.5% GX	Masa que posee estiramiento (más de un tercio y menos de un medio más de su tamaño inicial)	Buena Elasticidad
0.75% GX	Masa con buen estiramiento sin quebrarse hasta llegar a más de un medio de su tamaño inicial	Muy Buena elasticidad
1% GX	Masa sin quebrarse hasta llegar al doble de su tamaño inicial	Excelente elasticidad
0.25% GG y 0.75% GX	Masa que posee estiramiento (más de un tercio y menos de un medio más de su tamaño inicial)	Buena elasticidad
0.25% GG y 0.50% GX	Masa que estira hasta llegar a un tercio más de su tamaño inicial	Elasticidad Media
0.25% GG y 0.25% GX	Masa quebradiza, estira poco, no alcanza ni un tercio más de su tamaño inicial	Poca Elasticidad

**Continúa...**

**Tabla 5.2:** Resultados del comportamiento de las Gomas Xantan (GX), Guar (GG) y su combinación en una formulación preliminar de la pasta alimenticia. **Continuación.**

<b>Formulación Preliminar</b>	<b>Observación</b>	<b>Resultado</b>
0.25% GX y 0.50% GG	Masa quebradiza, estira poco, no alcanza ni un tercio más de su tamaño inicial	Poca Elasticidad
0.25% GX y 0.75% GG	Masa que estira hasta llegar a un tercio más de su tamaño inicial	Elasticidad Media
<b>GG Goma Guar y GX Goma Xantan</b>		

A partir de los resultados obtenidos en la Tabla 5.2, y encontrando un único porcentaje con excelente elasticidad, alcanzando el doble del tamaño inicial de la masa, se definió que el porcentaje adecuado para el espesante a utilizar en la formulación era: ***Goma Xantan al 1%***. La función a cumplir por los dos ingredientes secos es la siguiente:

- a) **Goma Xantan:** cumple la función que realiza el gluten en las pastas alimenticias a base de harina de trigo, es decir, provee elasticidad, mejora la textura y funciona como emulsionante.
- b) **Proteína Aislada de Soya:** posee la función de incrementar el aporte nutricional de proteínas en el alimento, ya que en las pastas alimenticias libres de gluten el aporte de proteínas es muy bajo, lo cual se estudió en apartados anteriores.

### 5.2.2 Disponibilidad de las materias primas para el proceso de formulación

Se encontró una dificultad en cuanto a la disponibilidad de la materia prima *harina de yuca*, ya que la única harina disponible en el área metropolitana de San Salvador es la harina de arroz, la cual puede encontrarse fácilmente en supermercados, mercados locales y tiendas de conveniencia, para el proceso de investigación.

En cuanto a la harina de Moringa (*Moringa Oleífera*) fue adquirida fuera del área metropolitana de San Salvador en la empresa “Moringa BoomTree” ubicada en Bodegas América, Municipio de Santa Tecla, Departamento de La Libertad.

Y finalmente, la harina de yuca fue elaborada en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador debido a su disponibilidad limitada en el mercado nacional. Es importante destacar que se utilizó harina de yuca y no almidón de yuca en la formulación de la pasta alimenticia, ya que éste último no provee la consistencia necesaria y da como resultado un producto de masa pegajosa al someterse al proceso de cocción.

La disponibilidad de materias primas para escala industrial, es decir, para el abastecimiento de la planta procesadora de pasta alimenticia tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa puede consultarse en el apartado 1.2: “Zonas productoras de yuca, arroz y moringa en El Salvador y Producción en la región Centroamericana”.

### 5.3 Proceso de elaboración de harina de yuca

El proceso de elaboración de la harina de yuca incluye el proceso de transformación del tubérculo a harina, para lo cual se utilizó la molienda luego de operación de secado.

Para realizar el proceso de secado se utilizó un Deshidratador Eléctrico de Alimentos EXCALIBUR 3900B de nueve (9) bandejas, el cual posee un control de temperatura mediante un termostato regulable que varía en un rango de 105 a 165 grados Fahrenheit, es decir, de 41 a 66 grados Celsius (véase Figura 5.6 y 5.7)

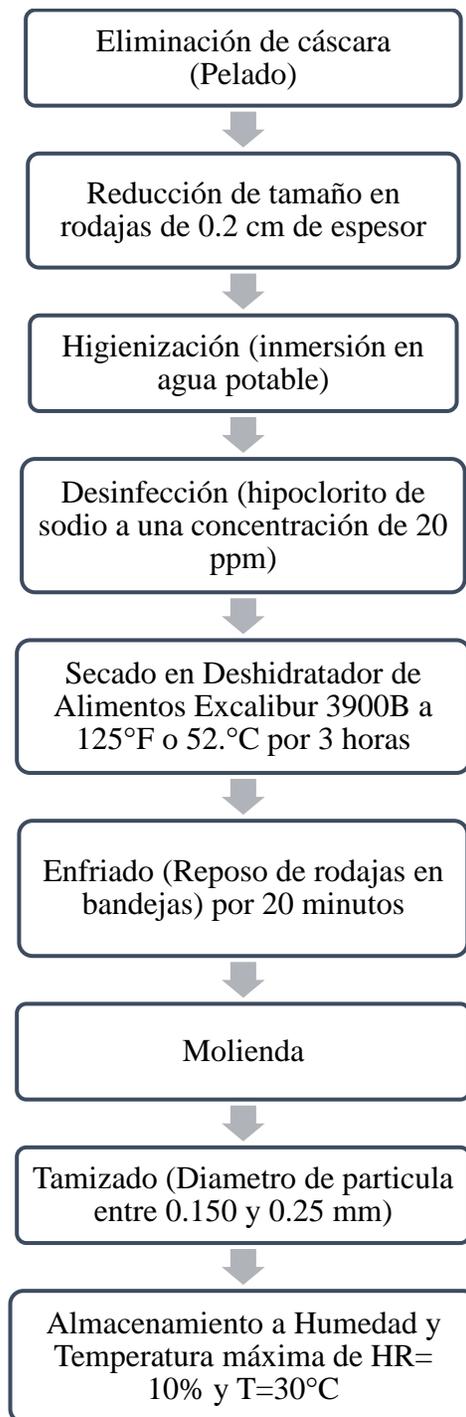


**Figura 5.6:** Deshidratador Eléctrico de Alimentos EXCALIBUR 3900B



**Figura 5.7:** Termostato para control de temperatura del Deshidratador eléctrico EXCALIBUR 3900B del Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (FIA-UES)

La materia prima empleada para la elaboración de la harina de yuca (*Manihot esculenta*) fue adquirida en buenas condiciones, fresca y con tubérculo entero en un Supermercado ubicado en el área metropolitana de San Salvador. El proceso de transformación del tubérculo a harina se muestra en el siguiente flujograma (véase Figura 5.8).



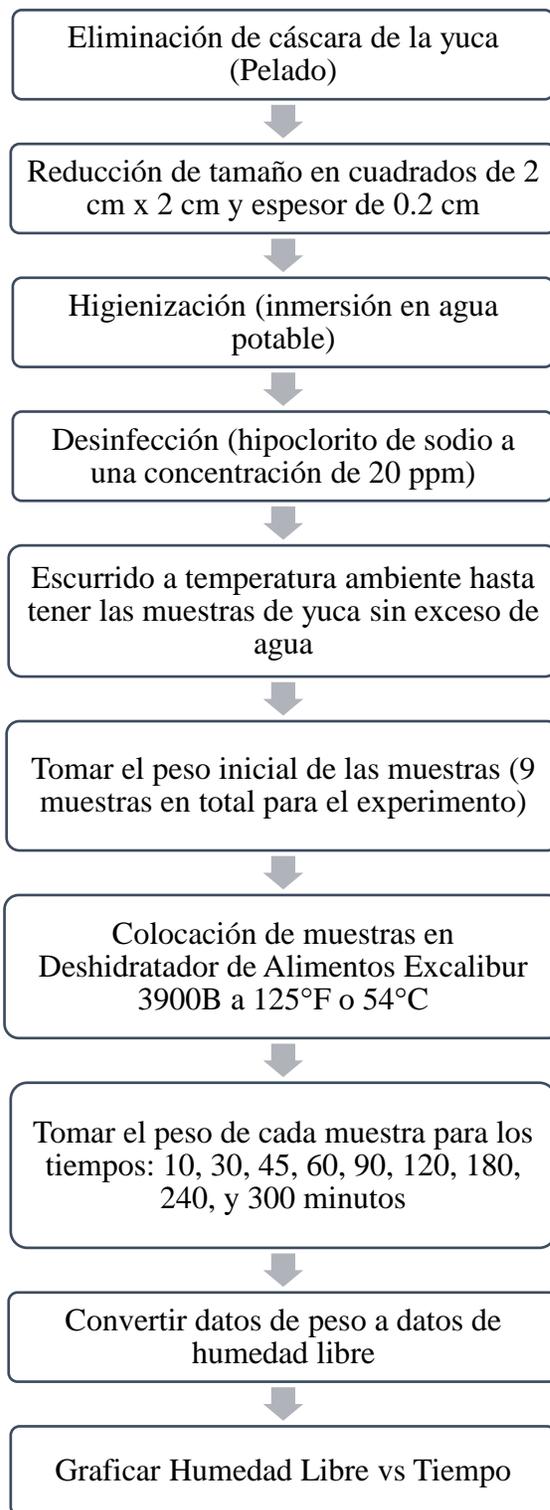
**Figura 5.8:** *Flujograma del proceso de elaboración de harina de yuca*

### 5.3.1 Construcción de la curva de secado de la harina de yuca

El proceso de secado para la obtención de harina de yuca se vuelve indispensable debido a que el tubérculo inicialmente posee un alto contenido de humedad. En este proceso se extrae el contenido de humedad libre (esta es la humedad por encima de la humedad de equilibrio), expresado en Kg de H<sub>2</sub>O/100kg de material seco multiplicado por 100. (Véase apartado 1.4.4)

Ya que el tiempo de secado de un alimento no puede predecirse de manera teórica, normalmente las temperaturas de secado se prueban tomando como referencia los grupos de alimentos, los equipos y así mismo en la bibliografía se pueden encontrar rangos de temperatura adecuados. En el caso específico de la yuca, se utilizó el rango dado por el equipo para vegetales, es decir, de 125 °F o 52°C. (Ver Figuras 5.7 y 5.8)

Para determinar experimentalmente la velocidad de secado de alimento, se procede a colocar una muestra en una bandeja o rack, si se trata de material sólido debe de tomarse en cuenta la superficie medible del alimento, de manera que sólo quede expuesta a la corriente de aire de secado la superficie de dicho alimento. La pérdida en peso durante el secado puede determinarse a diferentes intervalos de tiempo sin interrumpir la operación, colocando una bandeja en una balanza cerca del secador y minimizando la exposición del alimento al ambiente. Al realizar experimentos de secado por lotes, deben tomarse ciertas precauciones para obtener datos útiles en condiciones que se asemejen lo más posible a las que imperarán en operaciones a gran escala. La muestra no debe ser demasiado pequeña y se debe introducir en una bandeja similar a la que se usará en producción. La relación entre superficie de secado y superficie de no secado, así como la profundidad del lecho del sólido deben ser idénticas. La velocidad, la humedad, la temperatura y la dirección del aire deben ser las mismas y constantes para simular un secado en condiciones constantes. El procedimiento del experimento de construcción de la curva de secado se muestra a continuación en la Figura 5.10.



**Figura 5.9:** *Flujograma para la construcción de la curva de velocidad de secado de la yuca.*

Al observar la Figura 5.9, es posible notar que para la construcción de la *Curva de velocidad de secado en condiciones constantes* se vuelve necesario realizar la conversión de datos experimentales a unidades de Humedad libre (ver anexo 5.2)

### 5.3.2 Datos experimentales obtenidos en el proceso de secado para la construcción de la curva de secado de yuca.

En el desarrollo del experimento se utilizaron nueve (9) muestras divididas en tres (3) lotes de tres (3) muestras cada uno, cada muestra con una superficie medible de 2 x 2 cm de lado y una altura despreciable de 2 mm a una temperatura constante de aire de 125 °F o 55 °C para luego ser pesados progresivamente en intervalos de tiempo definidos. El proceso se detuvo hasta obtener una masa de sólido seco constante, es decir, cuando el alimento no era capaz de seguir perdiendo humedad al encontrarse en equilibrio. Los datos experimentales de peso se muestran en la siguiente tabla:

Las muestras para el experimento se realizaron por triplicado (ver anexo 5.3) de las cuales se obtuvo un promedio y se obtuvieron los siguientes datos los cuales se muestran en la tabla 5.3 a continuación.

**Tabla 5.3:** *Promedios de medidas de masas por lotes en kg de sólido*

<b>Tiempo</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>
00:00	1.17	0.99	0.94
00:10	1.14	1.08	0.97
00:30	0.90	0.90	0.81
00:45	0.71	0.75	0.66
01:00	0.59	0.59	0.53
01:50	0.47	0.43	0.37

**Continúa...**

**Tabla 5.3:** Promedios de medidas de masas por lotes en kg de sólido. **Continuación.**

Tiempo	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
02:00	0.44	0.39	0.35
03:00	0.40	0.36	0.32
04:00	0.41	0.36	0.32
05:00	0.40	0.36	0.32

Con los registros de pesos de la Tabla 5.3 fue posible convertir los datos utilizando la ecuación 5.1 para llevarlos a términos de peso de sólido más agua a kg de agua/ kg de sólido seco, con lo cual se construyó la Tabla 5.4.

$W$ : peso del sólido húmedo en kilogramos totales de agua más sólido seco

$W_s$ : es el peso del sólido seco en kilogramos.

$X_t$ : contenido de humedad libre /sólido seco en función de tiempo  $t$ .

$$X_t = \frac{W - W_s}{kg} \frac{kg \text{ de agua}}{kg \text{ de sólido seco}} \quad \text{Ecuación 5.1}$$

$$X_t = \frac{(1.17 - 0.40)}{(0,40)} = 1.93 \frac{kg \text{ de agua}}{kg \text{ sólido seco}}$$

**Tabla 5.4:** Conversión de pesos en términos de humedad libre  $X_t = kg \text{ de agua}/kg \text{ de sólido seco}$ .

Tiempo	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
00:00	1.93	1.75	1.93
00:10	1.84	2.01	2.02
00:30	1.24	1.51	1.52
00:45	0.78	1.09	1.06

**Continúa...**

**Tabla 5.4:** Conversión de pesos en terminos de humedad libre  $X_t = \text{kg de agua/kg de sólido seco}$ . **Continuación.**

Tiempo	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
01:00	0.48	0.63	0.66
01:50	0.18	0.19	0.16
02:00	0.10	0.07	0.08
03:00	0.00	0.00	0.00
04:00	0.02	0.00	0.00
05:00	0.00	0.00	0.00

Después de establecer los valores de  $X_t$  en condiciones de secado constante se determina el contenido de humedad en equilibrio, el cual es el contenido de humedad que no varía con el tiempo; para la tabla 5.4 en los tiempos de 3, 4, y 5 horas la humedad libre permanece en equilibrio con un valor de  $X^*=0.01$  para el lote 1, y valor de  $X^*=0.00$  para el lote 2 y lote 3, utilizando la ecuación 5.2 se obtiene el valor de humedad libre.

$X$ : humedad libre en kg de agua/ kg de sólido seco.

$X_t$ : humedad libre en función del tiempo

$X^*$ : humedad de equilibrio.

$$X = X_t - X^* \quad \text{Ecuación 5.2}$$

**Ejemplo de cálculo:**

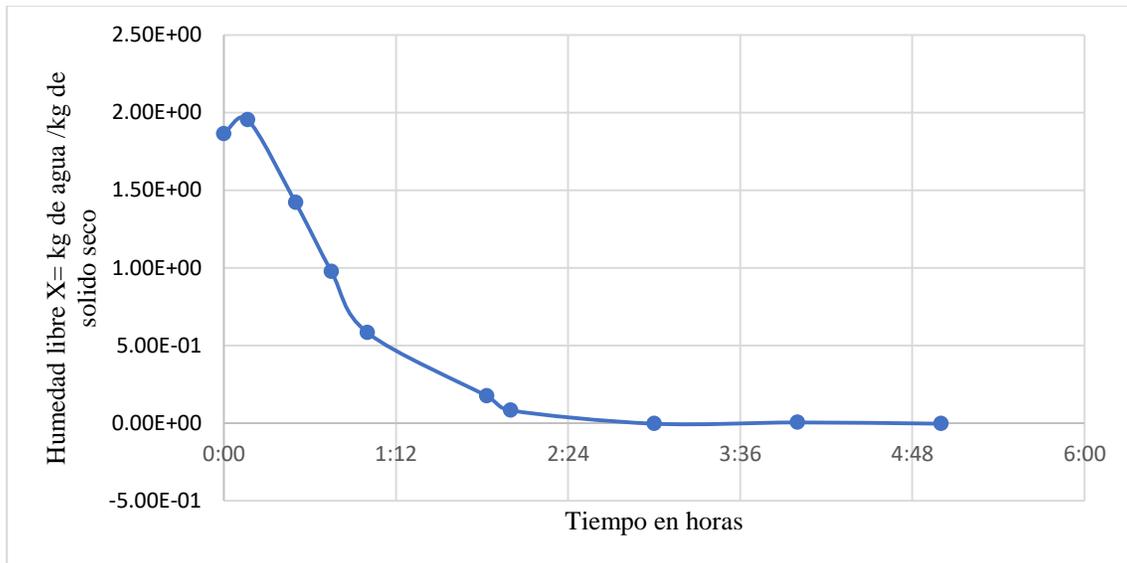
$$X = 1.93 - 0.01$$

$$X = 1.92 \text{ kg de agua/kg de sólido seco}$$

**Tabla 5.5:** Cálculo y promedio de humedad libre  $X$  (kg de agua/kg de solido seco)

Promedio de humedad libre vs tiempo				
Tiempo	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
00:00	1.92E+00	1.75E+00	1.93E+00	1.86E+00
00:10	1.83E+00	2.01E+00	2.02E+00	1.95E+00
00:30	1.23E+00	1.51E+00	1.52E+00	1.42E+00
00:45	7.73E-01	1.09E+00	1.06E+00	9.76E-01
01:00	4.65E-01	6.30E-01	6.56E-01	5.84E-01
01:50	1.73E-01	1.94E-01	1.56E-01	1.75E-01
02:00	9.00E-02	7.41E-02	8.33E-02	8.25E-02
03:00	-1.00E-02	-1.54E-16	0.00E+00	-3.33E-03
04:00	1.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-03
05:00	-1.00E-02	-1.54E-16	0.00E+00	-3.33E-03

Finalmente, con los datos mostrados en la Tabla 5.5 fue posible graficar los datos de humedad libre vs tiempo, obteniendo el resultado mostrado en la Figura 5.10



**Figura 5.10:** Curva de secado: Humedad libre vs tiempo de secado de yuca para la elaboración de harina.

Convirtiendo los datos en velocidad de secado  $R = \text{kg agua/h.m}^2$ , aplicando la ecuación 5.3, y los datos,  $L_s = 0.00036$  (kilogramos de solido seco usado), y  $A = 0.0004 \text{ m}^2$  (área de superficie), entonces la relación  $L_s/A = 0.9$ , como en la expresión de la ecuación 5.3 los diferenciales de  $t$  y  $X$  representan deltas se calcularon y evaluaron de la siguiente manera.

**Dónde:**

$R$  es la velocidad de secado en  $\text{Kg H}_2\text{O /h.m}^2$ .

$L_s$  es kg de solido seco utilizado.

$A$  es el área superficial expuesta al secado en  $\text{m}^2$ .

$$R = \frac{L_s}{A} \left( \frac{\Delta X}{\Delta t} \right) \text{ ecuación 5.3}$$

Al sustituir por los valores de la relación  $L_s/A$  y los valores de  $\Delta t$  y  $\Delta X$ , se obtiene la velocidad de secado  $R$ .

$$R = 0.9 \left( \frac{8.99E - 05}{0.160} \right) = 5.06E - 04$$

$$R = 5.06E - 04 \left( \frac{\text{kg agua}}{\text{h.m}^2} \right)$$

Este procedimiento se realizó para obtener los valores presentados en la Tabla 5.6 que se muestra a continuación.

**Tabla 5.6:** Datos experimentales para el cálculo de velocidad de secado  $R$  (kg de agua/h.M<sup>2</sup>)

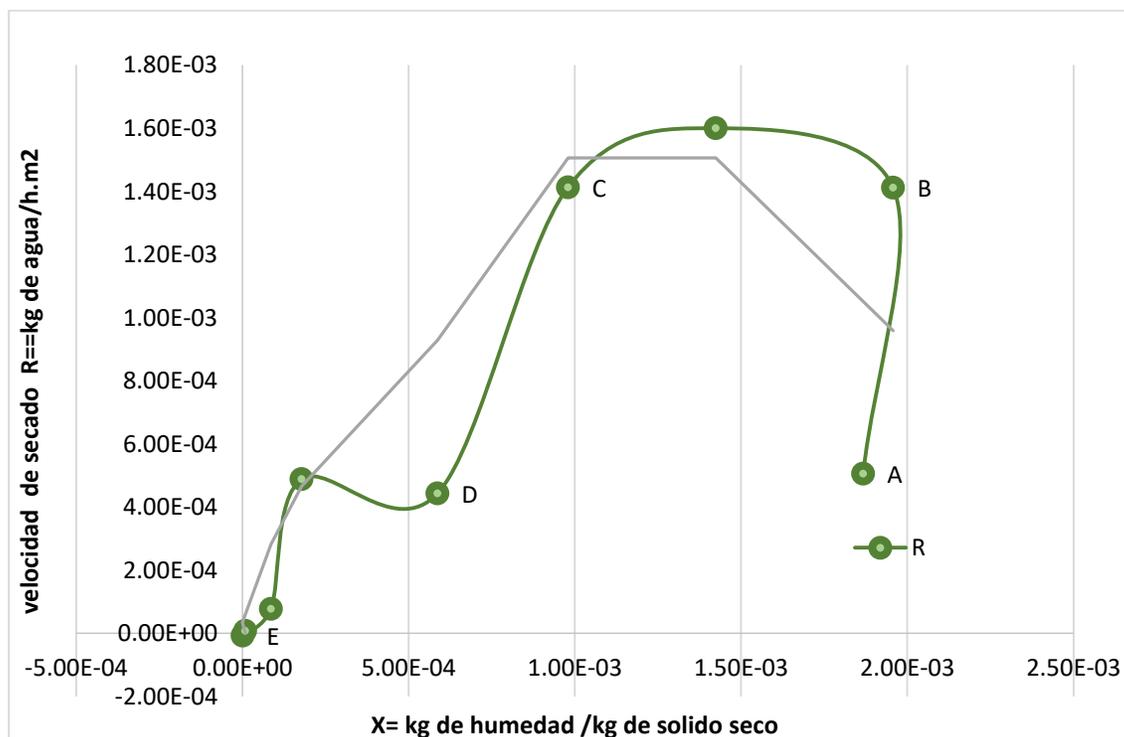
$\Delta t$ (hora)	$\Delta X$ (Kg agua/Kg solido seco)	$R$ (Kg agua/h.M <sup>2</sup> )
0.160	8.99E-05	5.06E-04
0.340	5.33E-04	1.41E-03

**Continúa...**

**Tabla 5.6:** Datos experimentales para el cálculo de velocidad de secado R (kg de agua/h.M<sup>2</sup>). **Continuación.**

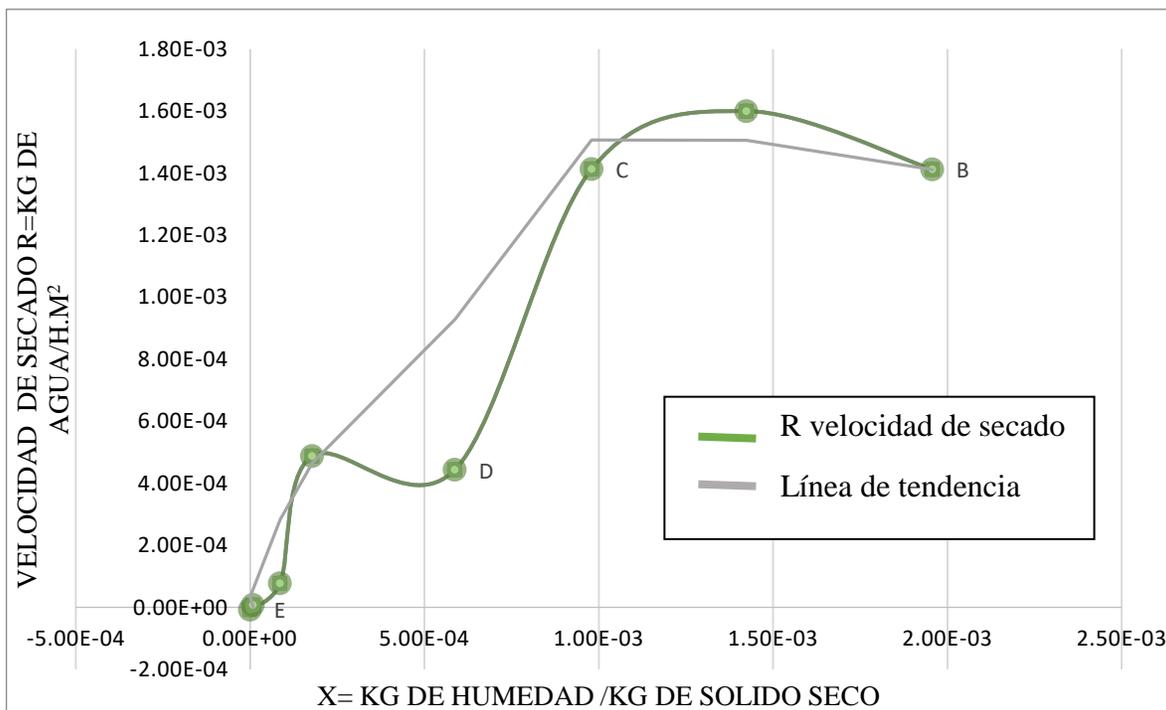
$\Delta t$ (hora)	$\Delta X$ (Kg agua/Kg solido seco)	R (Kg agua/h.M <sup>2</sup> )
0.250	4.44E-04	1.60E-03
0.250	3.93E-04	1.41E-03
0.830	4.09E-04	4.43E-04
0.170	9.22E-05	4.88E-04
1.000	8.58E-05	7.72E-05
1.000	-8.33E-06	-7.50E-06
1.000	8.33E-06	7.50E-06

Convirtiendo los datos en velocidad de secado R aplicando la ecuación 5.3 se obtuvo lo siguiente:



**Figura 5.11:** Gráfico de velocidad de secado "R"

Al graficar los puntos de velocidad de secado R se identifican tres regiones principales del punto B al punto C que supone una velocidad constante y del punto C al punto D se presenta una velocidad decreciente y luego en el punto D al punto E supone una pérdida muy lenta de humedad en la cual, el material comienza a ganar nuevamente humedad ya que su gradiente de fuerza impulsora es menor en el material pero finalmente decae hasta un punto en el que el material se encuentra seco se vuelve de peso constante y su humedad libre es cero. En la figura 5.11 se omite el punto A ya que se comporta de manera aleatoria, el secado en el intervalo de velocidad constante en los puntos B-C, la superficie del sólido está muy húmeda y sobre ella hay una película de agua constante que permite que el agua siga llegando a la superficie a la misma rapidez con la que se evapora. En el intervalo de los puntos C-D es un periodo de velocidad decreciente, en este punto no hay suficiente agua en la superficie para mantener una película de agua constante, lo que permite que la superficie quede seca en su totalidad en el punto D, es posible que la cantidad de agua eliminada durante la fase decreciente sea bastante pequeña de manera que el tiempo requerido puede ser largo.



**Figura 5.12:** Velocidad de secado R de yuca comparado con el comportamiento teórico.

Al observar la Figura 5.12 es posible notar que la tendencia obtenida por los datos experimentales es muy semejante a la teórica, y aunque existe discrepancia es muy aceptable puesto que son datos experimentales reales.

#### 5.4 Caracterización de las materias primas para la elaboración de la pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa

El control de las materias primas es un punto clave en la elaboración de los alimentos y esto debido a que se pretende que el producto final posea siempre las mismas características. Las materias primas para la elaboración de la pasta alimenticia son productos secos en polvo a excepción del agua, y por dicha razón, y naturaleza de los materiales la caracterización se basara en:

- a) **Granulometría:** dentro de estos parámetros se contempla ángulo de reposo, ángulo de caída, ángulo de diferencia, ángulo de espátula, densidad aireada, densidad empacada, densidad de trabajo, grado de compresibilidad, y cohesión.
- b) **Aspectos nutricionales:** dentro de éstos aspectos se considera cantidad de proteína, y carbohidratos. En el capítulo 1 se estudiaron los aspectos nutricionales de las materias primas y si bien dichos parámetros nutricionales pueden variar siempre se mantienen en un rango cercano de los valores, por lo que se consideran los mismos valores nutricionales para 100 gramos de las harinas de yuca y arroz.

La caracterización de las masas de partículas, no se hace con una marcha única aplicable a la basta cantidad y diversidad de materiales; se cuenta con marchas de análisis en la normativa ASTM (American Standard for Testing a Materials) que indican las limitantes de aplicabilidad de cada norma. Por igual la literatura, revistas técnicas especializadas y libros de texto, presenta marchas de análisis con sus correspondientes limitantes. Variando por naturaleza de las masas, su fluidibilidad, cohesión; entre materiales granulares y polvos de partículas. Para el presente estudio se utilizaron los ensayos basados en la guía de laboratorio de la asignatura PSA-EIQA-FIA-UES, que a su vez referencia la Norma ASTM 6353 Standar Test Method for bulk solids characterization by Carr Indices, Ed. 2003.

En la Tabla 5.7 se muestra en forma de resumen los resultados obtenidos a partir del conjunto de pruebas realizadas, así mismo en el Anexo 5.3 se muestran los cálculos para la obtención de dichos resultados.

**Tabla 5.7:** Resumen de los datos calculados para las propiedades de masas de partículas estudiadas en las materias primas

<b>Propiedad</b>	<b>Harina de yuca</b>	<b>Harina de arroz</b>	<b>Harina de Moringa</b>
<b>Ángulo de reposo</b>	40.8532°	45.3236°	25.365°
<b>Ángulo de caída</b>	26.5696°	29.6831°	20.1564°
<b>Ángulo de diferencia</b>	14.0012°	15.6405°	9.2301°
<b>Ángulo de espátula</b>	68.3219°	77.2500°	49.4783°
<b>Densidad aireada</b>	1559.88 kg/m <sup>3</sup>	532.015 kg/m <sup>3</sup>	845.013 kg/m <sup>3</sup>
<b>Densidad empacada</b>	1996.23 kg/m <sup>3</sup>	819.885 kg/m <sup>3</sup>	1125.300 kg/m <sup>3</sup>
<b>Densidad de trabajo</b>	1659.22 kg/m <sup>3</sup>	633.089 kg/m <sup>3</sup>	964.334 kg/m <sup>3</sup>
<b>Grado de compresibilidad</b>	0.3032	0.35111	0.29
<b>Porcentaje de dispersabilidad</b>	24.511%	30.333%	26.364%
<b>Cohesión</b>	19.2%	21.5%	16.4%
<b>Diámetro de Partícula</b>	0.15 - 0.25 mm		

Adicional a las harinas de yuca, arroz y moringa, las materias primas del producto incluyen goma Xantan y Proteína aislada de soya, sin embargo, la calidad de éstas vienen dadas por el fabricante y ya eran conocidas, por lo que como parámetros se utiliza la ficha técnica de cada una de dichas materias primas, las cuales pueden consultarse en el Anexo 5.5 y 5.6, adicional a éstos se muestra en el Anexo 5.7 el contenido nutricional de la harina de moringa ya que ésta fue adquirida por un proveedor con garantía entre la cual se incluían los aspectos nutricionales.

#### 5.4.1 Ficha técnica de harina de yuca

La harina de yuca utilizada en el proceso de formulación fue elaborada en laboratorio, de forma que sus parámetros de elaboración fueron definidos para un proceso controlado; asimismo, los parámetros de producto terminado son importantes para el control de calidad y para la obtención de un producto reproducible. Por lo tanto, sus características de producto terminado se definieron en su ficha técnica a continuación.

**Tabla 5.8:** *Ficha técnica de la harina de yuca*

<b>Nombre del producto</b>	<b>Harina de yuca</b>	
Descripción del producto	La Harina de yuca es un producto alimenticio obtenido de la molienda del tubérculo de yuca seca, sano y limpio.	
Ingredientes	Yuca ( <i>Manihot esculenta</i> )	
Características organolépticas	<b>Olor</b>	Característico al tubérculo de yuca
	<b>Sabor</b>	Simple – característico
	<b>Color</b>	Blanco Hueso
	<b>Textura-Estado</b>	Suave-Sólido

**Continúa...**

**Tabla 5.8:** *Ficha técnica de la harina de yuca. Continuación.*

Características Fisicoquímicos	<b>Granulometría (%pasa malla 60 pero no pasa malla 100)</b>	90%
	<b>%Humedad</b>	8% máximo
	<b>Actividad de Agua (Aw)</b>	0.10
	<b>Diámetro de partícula</b>	0.15 - 0.25 mm
Condiciones de almacenamiento	Humedad relativa máxima: 10% Temperatura máxima: 25-30 °C	

### 5.5 Proceso de formulación de la pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa

Con el fin de obtener la mejor formulación se consultó literatura sobre harinas y pastas, así también se contó con la ayuda de especialista del CENTA sobre el tema de elaboración de pastas.

Si bien no se contó con información o antecedentes en cuanto a trabajos previos con respecto a formulación de pastas a base de harinas de yuca, arroz y moringa, si se contaba con antecedentes que indicaban que al utilizar el estabilizante goma xantán, se obtenían características que asemejan a las de gluten.

Se utilizó el método de prueba y error, con una formulación inicial que incluía cantidades iguales de harina de yuca y arroz, obteniendo 9 variaciones de la formulación inicial, las cuales se describen en la Tabla 5.9 usando en las primeras 3 formulaciones moringa triturada y en las siguientes 6 moringa finamente molida.

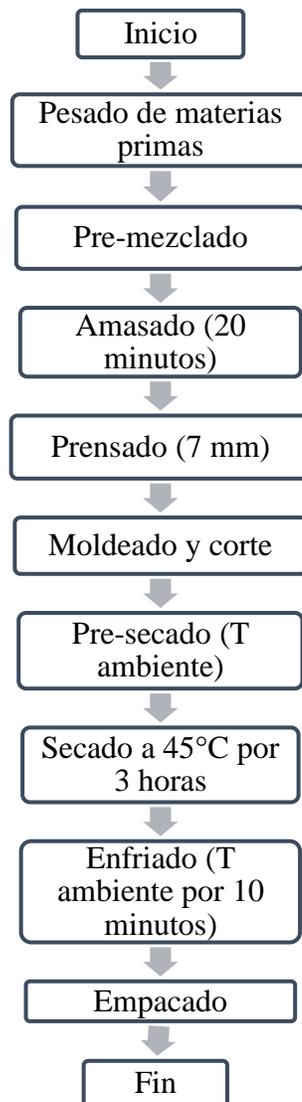
**Tabla 5.9:** Formulaciones generadas en diseño experimental. Base seca.

<b>Formulación Experimental</b>	<b>% p/p de Yuca</b>	<b>% p/p de Arroz</b>	<b>% p/p de Moringa</b>	<b>% p/p de proteína</b>	<b>% p/p de goma Xantan</b>
FE 1	44	44	0.5	10.5	1
FE 2	50.5	37.25	0.75	10.5	1
FE 3	40.5	47	1	10.5	1
FE 4	37.25	50.75	0.75	10.5	1
FE 5	31.43	56.07	1	10.5	1
FE 6	45	42	1.5	10.5	1
FE 7	23.32	63.18	2	10.5	1
FE 8	34.87	51.13	2.5	10.5	1
FE 9	44.92	40.58	3	10.5	1

\*FE= Formulación Experimental

### 5.6 Proceso de elaboración de las pastas alimenticias formuladas

El proceso de elaboración a nivel de laboratorio de las pastas alimenticias formuladas se muestra a continuación en la Figura 5.13 con sus parámetros definidos.



**Figura 5.13:** *Proceso de elaboración a nivel de laboratorio de las pastas alimenticias formuladas*

### 5.7 Evaluación de las pastas alimenticias formuladas con parámetros de calidad

En las primeras 3 formulaciones (FE1, FE2, FE3) se trabajó con una base de 100g de mezcla de harinas y la textura de la masa se vio afectada por fibras presentes en la moringa lo que generaba cortes en la masa en la etapa de prensado por cilindros para obtener el espesor de 7 mm, antes de darle la forma de tallarín, de igual manera se observó que las

formulaciones FE1 y FE2, la cantidad de yuca es igual y mayor a la de arroz respectivamente (ver Tabla 5.8) y la pasta adquiere textura brillante, un poco gelatinosa, dando a la pasta una sensación pegajosa después de ser cocida.

En las 6 formulaciones siguientes (FE4, FE5, FE6, FE7, FE8, FE9) se utilizó moringa pulverizada, libre de cualquier partícula fibrosa que afecte la consistencia de la masa para la pasta y se trabajó con una base de 100g de pasta.

Se determinó experimentalmente que para una muestra de 100g de pasta, la concentración de moringa en más de 3 gramos producía en la masa una consistencia fibrosa que dificultaba la etapa de prensado.

Al evaluar las 9 formulaciones en el laboratorio, luego de ser cocidas se observó que las formulaciones que presentaban mejores características fueron las formulaciones FE5, FE7 y FE9, estas 3 formulaciones fueron las elegidas para ser presentadas y evaluadas mediante un panel sensorial. Para determinar éstas últimas se realizaron las pruebas de calidad para pastas alimenticias cocidas (véase apartado 1.7.3), obteniéndose los resultados mostrados en la Tabla 5.10.

**Tabla 5.10:** Resultados obtenidos por las formulaciones preliminares en la evaluación de parámetros de calidad de pastas alimenticias cocidas

Parámetro	Formulación	Observación	Resultado
Ganancia de Peso	FE1	Ganó 1.9 más de su peso inicial	No cumple
	FE2	Ganó 2.2 más de su peso inicial	Cumple

**Continúa...**

**Tabla 5.10:** Resultados obtenidos por las formulaciones preliminares en la evaluación de parámetros de calidad de pastas alimenticias cocidas. **Continuación.**

<b>Parámetro</b>	<b>Formulación</b>	<b>Observación</b>	<b>Resultado</b>
Ganancia de Peso	FE3	Ganó 1.8 veces más de su peso inicial	No cumple
	FE4	Ganó 1.2 veces más de su peso inicial	No cumple
	FE5	Ganó 2.3 veces más de su peso inicial	Cumple
	FE6	Ganó 2.1 veces más su peso inicial	Cumple
	FE7	Ganó 2.7 veces su peso inicial	Cumple. Obtuvo la mayor ganancia de peso.
	FE8	Ganó 1.3 veces más de su peso inicial	No cumple
	FE9	Ganó 2.3 veces más de su peso inicial	Cumple
Grado de hinchamiento	FE1	Se hinchó 2.5 veces más de su tamaño inicial	Cumple
	FE2	Se hinchó 1.8 veces más de su tamaño inicial	No cumple
	FE3	Se hinchó 1.9 veces más de su tamaño inicial	No cumple
	FE4	Se hinchó 2.2 veces más de su tamaño inicial	Cumple

**Continúa...**

**Tabla 5.10:** Resultados obtenidos por las formulaciones preliminares en la evaluación de parámetros de calidad de pastas alimenticias cocidas. **Continuación.**

<b>Parámetro</b>	<b>Formulación</b>	<b>Observación</b>	<b>Resultado</b>
	FE5	Se hinchó 3 veces más de su tamaño inicial	Cumple
	FE6	Se hinchó 1.75 veces más de su tamaño inicial	No cumple
	FE7	Se hinchó 2.9 veces más de su tamaño inicial	Cumple
	FE8	Se hinchó 2.5 veces más de su tamaño inicial	No cumple
	FE9	Se hinchó 3.1 veces más de su tamaño inicial	Cumple. Obtuvo el mayor hinchamiento.

Al observar los resultados obtenidos es posible notar que las formulaciones FE5, FE7 y FE9 obtuvieron resultados que cumplen con los parámetros de calidad de pastas alimenticias cocidas y así mismo obtuvieron los mejores resultados las formulaciones FE7 y FE9 en los parámetros de ganancia de peso e hinchamiento respectivamente.

#### 5.8 Evaluación de aceptabilidad mediante panel sensorial

Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores. Para determinar la aceptabilidad de un producto se pueden usar escalas categorizadas, pruebas de ordenamiento y pruebas de comparación

pareada. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto. (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1995)

#### 5.8.1 Evaluación de aceptabilidad por ordenamiento

En esta prueba se les pide a los panelistas que ordenen las muestras codificadas, en base a su aceptabilidad, desde la menos aceptada hasta la más aceptada. Usualmente, no se permite la ubicación de dos muestras en la misma posición, tres o más muestras son presentadas en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de tres dígitos. Cada muestra recibe un número diferente. Todas las muestras se presentan simultáneamente a cada panelista, en un orden balanceado o en un orden aleatorio. El saborear las muestras más de una vez sí es permitido en esta prueba. Para el análisis de los datos, se suma el total de los valores de posición asignados a cada muestra; a continuación, se determinan las diferencias significativas entre muestras comparando los totales de los valores de posición de todos los posibles pares de muestras utilizando la prueba de Friedman. (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1995)

El modelo utilizado en la evaluación de aceptabilidad por ordenamiento se encuentra en el anexo 5.9

Se prepararon las tres formulaciones de pastas alimenticias seleccionadas en el apartado 5.4. asignándoles un código aleatorio de 3 dígitos, para identificar las 3 muestras. Durante la prueba de ordenamiento se evaluaron las características: textura, sabor, color y olor a fin de determinar la formulación más aceptable.

Se utilizaron 42 panelistas no entrenados, los cuales fueron seleccionados de entre miembros de la universidad y personas externas voluntarias. Las muestras se les presentaron con códigos de 3 dígitos asignados de manera aleatoria siendo estos 129, 232 y 320 (véase Tabla 5.11), el orden de las muestras se balanceo de forma tal que cada panelista

contara con un orden diferente de la prueba al del compañero de al lado, es decir que el primer panelista evaluaría color mientras el otro evaluaría textura como primer parámetro.

**Tabla 5.11:** *Códigos de identificación de las formulaciones en la evaluación sensorial*

<b>Formulación Experimental</b>	<b>% p/p de Yuca</b>	<b>% p/p de Arroz</b>	<b>% p/p de Moringa</b>	<b>Código de la Muestra</b>
FE 5	31.43	56.07	1	M129
FE 7	23.32	63.18	2	M232
FE 9	44.92	40.58	3	M320

A cada uno de los panelistas se les solicito ordenar las muestras de acuerdo a su aceptabilidad para lo cual se asignó un valor de 1 a la muestra más aceptable, un valor de 2 a la muestra que le seguía en grado de aceptabilidad y un valor de 3 a la que tenía la textura menos aceptable. De ésta forma se evitó clasificar dos muestras en la misma posición, debiendo dar un valor diferente a cada muestra, incluso si les parecía similar, es decir, que solamente podía existir una más aceptable, una aceptable y una menos aceptable, esto de acuerdo con el libro métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1995).

#### 5.8.1.1 Diferencias entre el total de pares de la prueba de aceptabilidad por ordenamiento

Para el atributo de textura, se puede observar la diferencia Total entre los pares. Para este atributo el par en el que se encontró mayor diferencia fue el M129-M320, siendo aun así no muy significativa, ya que no supera el valor crítico de 22.

Por otra parte, entre los pares M129-M320 y M320-M232, se encontró diferencia mínima, la muestra que presentó mayor aceptación fue la M320 y la de menor aceptación la M129 (véase Tabla 5.11).

## **Textura**

$$\mathbf{M129-M232 = 86-85= 1}$$

$$\mathbf{M129-M320= 86-81= 5}$$

$$\mathbf{M232-M320= 85-81= 4}$$

**Valor de significancia  $p=0.005$**

**Valor critico=22**

Este atributo no es muy significativo ya que no presenta mayor diferencia entre las tres muestras.

Para el atributo de Sabor, se puede observar la diferencia Total entre los pares. Para este atributo el par en el que se encontró mayor diferencia fue el M129-M232, siendo aun así no muy significativa, ya que no supera el valor crítico de 22, por otra parte, el par M129-M320 tiene una diferencia de 3 y en el par M320-M232, se encontró diferencia de 9, la muestra que presentó mayor aceptación fue la M232 y la de menor aceptación la M129. (Véase Tabla 5.11).

## **Sabor**

$$\mathbf{M129-M232= 89-77=12}$$

$$\mathbf{M129-M320=89-86=3}$$

$$\mathbf{M320-M232=86-77=9}$$

**Valor de significancia  $p=0.005$**

**Valor critico=22**

Para el atributo de Olor, se puede observar la diferencia Total entre los pares. Para este atributo el par en el que se encontró mayor diferencia fue el M320-M129, siendo significativa, ya que supera el valor crítico de 22 con 32, por otra parte el par M320-M232 tiene una diferencia significativa de 27 superando el valor crítico y el par M232-M129, se

encontró diferencia mínima de 5, la muestra que presentó mayor aceptación fue la M129 y la de menor aceptación la M320. (Véase Tabla 5.11).

### **Olor**

$$\mathbf{M320-M129=103-71=32}$$

$$\mathbf{M320-M232=103-76=27}$$

$$\mathbf{M232-M129=76-71=5}$$

**Valor de significancia  $p=0.005$**

**Valor crítico=22**

Para el atributo de color, se puede observar la diferencia Total entre los pares. Para este atributo el par en el que se encontró mayor diferencia fue el M320-M232, siendo significativa, ya que supera el valor crítico de 22 con 61, por otra parte el par M320-M129 tiene una diferencia significativa de 59 y el par M320-M232, se encontró diferencia mínima, la muestra que presentó mayor aceptación fue la M232 y la de menor aceptación la M320. (Véase Tabla 5.11).

### **Color**

$$\mathbf{M320-M129=124-65=59}$$

$$\mathbf{M320-M232=124-63=61}$$

$$\mathbf{M129-M232=65-63=2}$$

**Valor de significancia  $p=0.005$**

**Valor crítico=22**

A continuación se presenta un resumen de los datos obtenidos en la prueba de aceptabilidad por ordenamiento a fin de tener una visualización más clara para el análisis de resultados (véase Tabla 5.12).

**Tabla 5.12:** Resumen de datos obtenidos en prueba de aceptabilidad por ordenamiento

<b>Atributo</b>	<b>FE5 (M129)</b>	<b>FE7 (M232)</b>	<b>FE9 (M320)</b>
<b>Textura</b>	<b>86</b>	<b>85</b>	<b>81</b>
<b>Sabor</b>	<b>89</b>	<b>77</b>	<b>86</b>
<b>Olor</b>	<b>71</b>	<b>76</b>	<b>103</b>
<b>Color</b>	<b>65</b>	<b>63</b>	<b>124</b>

De los 4 atributos evaluados la muestra FE7 tuvo mayor aceptabilidad, en los atributos de sabor y de color, la muestra FE9 tuvo mayor aceptabilidad en la textura, sin embargo no es una diferencia muy significativa y la muestra FE5 tuvo mayor aceptabilidad en el atributo olor siendo una diferencia no muy significativa. De esta manera la muestra con mayor aceptabilidad fue FE 7 (M232).

### 5.8.2 Evaluación de aceptabilidad por comparación

Las pruebas de comparación están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade un producto en referencia a otro. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde "me gusta muchísimo", pasando por "no me gusta ni me disgusta", hasta "me disgusta muchísimo", siempre en referencia a otro producto. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría apropiada. (Watts, Ylimaki, Jeffery, y Elias, 1995)

El modelo utilizado en la evaluación de aceptabilidad por pruebas hedónicas se encuentra en el anexo 5.10. Durante la muestra de aceptabilidad por comparación se utilizó la muestra más aceptable en la muestra de aceptabilidad por ordenamiento (véase apartado 5.6.1), y se comparó con dos (2) marcas posicionadas en el mercado salvadoreño a base de harina de trigo, las cuales fueron codificadas como 1752 y 4569. Al igual que en la prueba por ordenamiento se evaluó olor, color, sabor y textura, obteniéndose los siguientes resultados de las 40 personas que conformaron el panel sensorial por comparación (véase Tabla 5.13).

**Tabla 5.13:** Resumen de resultados obtenidos en prueba por comparación

<b>Textura</b>		
<b>Estimación</b>	<b>1752</b>	<b>4569</b>
Nada similar y me agrada	2	6
Similar y me agrada	16	23
Muy similar y me agrada	22	11
Nada similar y me desagrada	0	0
Similar y me desagrada	0	0
Muy similar y me desagrada	0	0
<b>Sabor</b>		
Nada similar y me agrada	2	5
Similar y me agrada	28	18
Muy similar y me agrada	8	14
Nada similar y me desagrada	1	2
Similar y me desagrada	1	1
Muy similar y me desagrada	0	0
<b>Olor</b>		
Nada similar y me agrada	15	18
Similar y me agrada	13	11
Muy similar y me agrada	10	9
Nada similar y me desagrada	0	1
Similar y me desagrada	2	1
Muy similar y me desagrada	0	0

**Continúa...**

**Tabla 5.13:** Resumen de resultados obtenidos en prueba por comparación. Continuación.

<b>Color</b>		
Nada similar y me agrada	37	37
Similar y me agrada	0	0
Muy similar y me agrada	0	0
Nada similar y me desagrada	3	3
Similar y me desagrada	0	0
Muy similar y me desagrada	0	0

Al analizar los datos mostrados en la Tabla anterior es posible notar que la pasta alimenticia posee dos características similares a las pastas posicionadas en el mercado: textura y sabor, y así mismo dos nada similares, pero con gran aceptabilidad: color y olor. En estas últimas dos el color presento la mayor aceptabilidad ya que pese a que el color era nada similar más del 90% reporto agrado.

### 5.9 Evaluación de la vida de anaquel de la pasta alimenticia seleccionada

Para la evaluación de la vida de anaquel de la pasta alimenticia seleccionada se utilizó un software informático de ganancia de humedad (véase contenido 1.6.2), ya que el parámetro crítico es la humedad del alimento de acuerdo a la naturaleza del alimento y a legislaciones nacionales.

El software **SimGH 1.0v** realiza la simulación y utiliza los datos del empaque y así mismo del producto para tener una respuesta en días. Los datos necesarios para la simulación en software se muestran a continuación en la tabla 5.14.

**Tabla 5.14:** Datos utilizados en la simulación de vida de anaquel

<b>Datos</b>	<b>Valores</b>
<b>Datos del Alimento</b>	
Humedad inicial (g/g)	0.130
Humedad de equilibrio (g/g)	0.010
Peso del producto (g)	885
<b>Condiciones de almacenamiento</b>	
Temperatura (°C)	28
Humedad relativa (%HR)	75
Presión de vapor del agua (Pa)	2368.447
Tiempo total de simulación (días)	600
<b>Datos del empaque</b>	
Área del empaque (m <sup>2</sup> )	0.0320
Espesor del empaque (m)	0.000052
Permeabilidad (g m/m <sup>2</sup> día Pa)	1.975978x10 <sup>-7</sup>

Con los datos de la Tabla 5.14, el software mostró el resultado y la gráfica representada en la figura 5.14.



**Figura 5.14:** *Gráfico de Tiempo de vida de anaquel vs Humedad crítica*

Dado que la Norma Salvadoreña NSO 67.03.03:09 establece como humedad crítica 13.5%, el software realiza la gráfica de tiempo, establece una regresión que se ajusta con un  $r=0.99992$ , y da un resultado de vida de anaquel de 396.2 días. Es decir, un (1) año con 31 días (aproximadamente 13 meses).

## 6. CAPITULO 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se culmina la investigación con el análisis e interpretación de los resultados realizando una síntesis de lo obtenido en los capítulos anteriores. La investigación tuvo como objetivo realizar el diseño de una planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa, en éste apartado se realiza un análisis del diseño obtenido así como de la factibilidad económica de la proyección de la planta una vez iniciado su funcionamiento, así mismo se realizó el análisis del producto como los resultados de la evaluación sensorial en contraste con el estudio de mercado, y de igual forma se analizan las ventajas nutricionales del producto final con otras pastas alimenticias de marcas posicionadas en el mercado salvadoreño.

### 6.1 Análisis del cálculo de la oferta y demanda de la planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa

El cálculo de la oferta y demanda de la planta se realizó mediante un estudio de mercado (véase capítulo 2 apartado 2.5), dicho estudio requirió de una muestra poblacional que representará de forma confiable los datos de consumo de la población estudiada, que para ésta investigación fue el área metropolitana de San Salvador.

Se determinó que la muestra poblacional fue de 124 personas. Al encuestar a la muestra poblacional se englobó un rango de edad desde los 15 hasta los 60 años, encontrándose un 72% de los encuestados en un rango de edad de los 19 a los 25 años y un 23% en el rango de 26 a 40 años. En cuanto al género, la muestra poblacional se encontró homogénea constituida por un 53% hombres y 47% mujeres.

De igual forma, cerca del 72% de la muestra poblacional encuestada reportó un nivel académico de universidad incompleta siendo estudiante activo, lo cual concuerda con el rango de edad de los 19 a 25 años, edades que corresponden a estudiantes universitarios.

Así mismo, un 14% de los encuestados reportó tener un título universitario y solo el 1.32% de los encuestados posee un posgrado (maestría, doctorado, etc.).

Un dato importante a destacar es que solamente el 20% de la muestra poblacional reportó ser empleado a tiempo completo, un 7% trabaja en negocio propio, y un 6% trabajan a medio tiempo, es decir, que aproximadamente 41 de 124 personas encuestadas poseen un ingreso.

En cuanto a los ingresos reportados el 57% registró ingresos mensuales en un rango de \$301-\$900; un 12% reportó ingresos menores a \$300 y en total un 30% de los encuestados reportó ingresos mayores a \$901, lo cual indica un contraste con lo anterior ya que la mayor parte de los encuestados se reportaron estudiantes y solo un 33% posee empleo.

Teniendo los datos de consumo de la poblacional se logró determinar una demanda de 4,327 kg/mes aproximadamente y una oferta de 5,770 kg/mes, lo cual es en primera instancia acertado ya que permite iniciar una producción como pequeña empresa, por lo que no se requiere de equipos de alta capacidad que son costosos y requieren de gran espacio. Por lo que, los valores de oferta y demanda para una nueva empresa se consideran aceptables.

## 6.2 Análisis de selección, localización y diseño de la planta procesadora de pastas

La selección de las alternativas para la posible ubicación de la planta, se basaron en 6 factores que se describen en el capítulo 3, dentro de los cuales la disponibilidad de materia prima y la cercanía de los proveedores fue determinante, para la selección del lugar. Al evaluar por el método cualitativo por puntos, la alternativa que obtuvo un mayor puntaje fue la ubicada en Usulután, y esto fue debido a que en la zona de Usulután hay disponibilidad de las 3 materias primas necesarias para la elaboración de la pasta tipo tallarín (yuca, arroz y moringa).

Si bien es cierto que la distancia hacia la zona urbana de San Salvador, desde Usulután es significativa ya que se estima una distancia de 116 Km con un tiempo estimado de una hora con 46 minutos, este aspecto no influyo en la decisión, ya que si el proyecto es puesto en marcha se planificaría un método óptimo para abastecer las zonas de comercialización del mercado.

El diseño de la planta está determinado por el análisis de los factores que influyen en los diseños de plantas procesadoras de alimentos (ver apartado 3.4.1), factores que son determinantes desde el tipo de producto que se desea procesar, hasta las materias primas utilizadas, existen diseños en los cuales las líneas de producción se mueven en zigzag y otros en línea recta, los de línea recta pueden seguir configuraciones lineales, en forma de U y en forma de L según sean las necesidades y espacios disponibles, en este caso se aplicó el diseño en L ya que permite un flujo de materias primas sin que estas interactúen entre ellas, evitando provocar una posible contaminación cruzada entre materias primas y producto terminado. Además este diseño permite el flujo de aire desde producto terminado hasta las áreas de materia prima, ya que las materias primas son en su mayoría harinas, estas partículas se comportan como polvos, pudiendo ser arrastradas fácilmente por una corriente de aire, con este diseño se busca controlar la dirección de las corrientes flujo de aire dentro de las áreas de producción, garantizando la calidad de los productos terminados, además se toman en consideraciones los espacios usados por los equipos (ver apartado 3.4.5) y la cantidad de operarios que estas necesitan para su funcionamiento, en los espacios de diseño se toma en consideración espacios de movimientos de personal así como los espacios para limpieza y mantenimiento; adicionado a este análisis se propusieron manuales de buenas prácticas de manufactura y un análisis de peligros y puntos críticos (ver anexos 3.6 y 3.8)

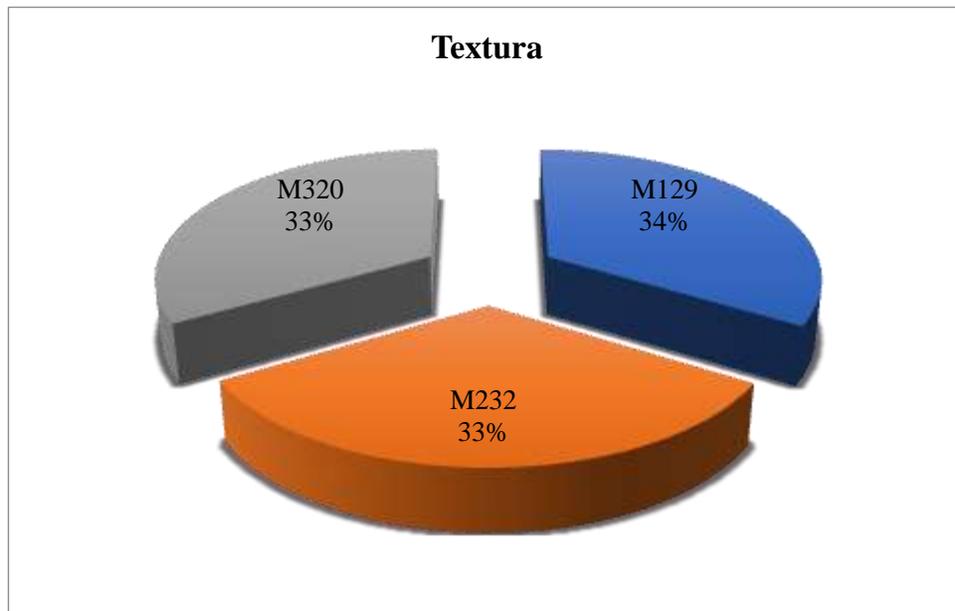
### 6.3 Análisis de la Factibilidad económica de la Planta

Se analizaron dos propuestas para el área de corte de yuca, una con un proceso manual y la otra con un proceso semiautomático, estas propuestas surgieron en el capítulo tres (ver apartado 3.4.3), al hacer un análisis económico de las 2 propuestas, se obtuvieron valores

de VAN, TIR y B/C (ver apartado 4.2.3), los cuales reflejaban que para una proyección estimada de dos años, la propuesta de proceso de corte manual de yuca presento mejor rentabilidad que la propuesta de corte de yuca con proceso semiautomático y esto se debe a que el monto total de inversión es menor (ver apartado 4.2.1) ya que no se incurre en la compra de la maquinaria semiautomática, lo que lleva a que los intereses en base al préstamo sean menores, al igual que los cálculos de depreciación y amortización (ver apartado 4.2.3 Tabla 4.7), esto no quiere decir que la propuesta de corte de yuca con proceso semiautomático no sea rentable, ya que el análisis económico reflejo que ambas propuestas presentan rentabilidad, pero la propuesta de corte manual de yuca es más rentable a dos años, de esta manera se escogió esta propuesta, y teniendo en cuenta que si el proyecto se implementa a futuro, el diseño de la planta permite modificar el área de corte de yuca, permitiendo adecuar una maquinaria semiautomática.

#### 6.4 Análisis e interpretación de resultados obtenidos en pruebas de aceptabilidad por ordenamiento

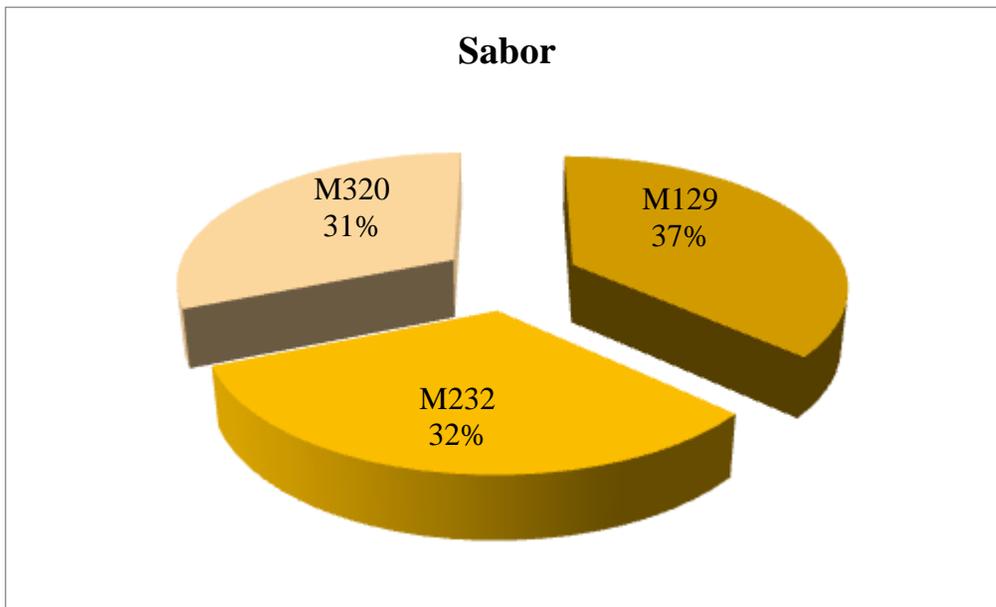
Los resultados obtenidos en la prueba de aceptabilidad por ordenamiento fueron variados dependiendo de la característica a evaluar, ya que si bien la textura de una formulación fue la más aceptada el sabor no fue el más aceptado. Por lo que la decisión final se basó en la formulación que obtuvo la mayor cantidad de características mejor evaluadas por el panel sensorial tal y como se determinó en el capítulo 5 (véase apartado 5.8.1, Tabla 5.12). La primera característica evaluada fue la textura y sus resultados se ven representados en la siguiente gráfica de pastel.



**Figura 6.1:** *Gráfica de Resultados de Textura en Pruebas de Aceptabilidad por Ordenamiento.*

En el resultado de Textura, es posible observar que la preferencia expresada por el panel sensorial fue muy similar para las muestras con menos del 2% de diferencia e incluso las muestras M320 y M232 poseen un porcentaje igual de aceptación. Por lo que tomar una decisión únicamente con la textura del alimento y con el cumplimiento de los parámetros de calidad evaluados no es posible.

La segunda característica evaluada fue el sabor, los resultados obtenidos en la prueba sensorial para ésta característica se muestran en la Figura 6.2.

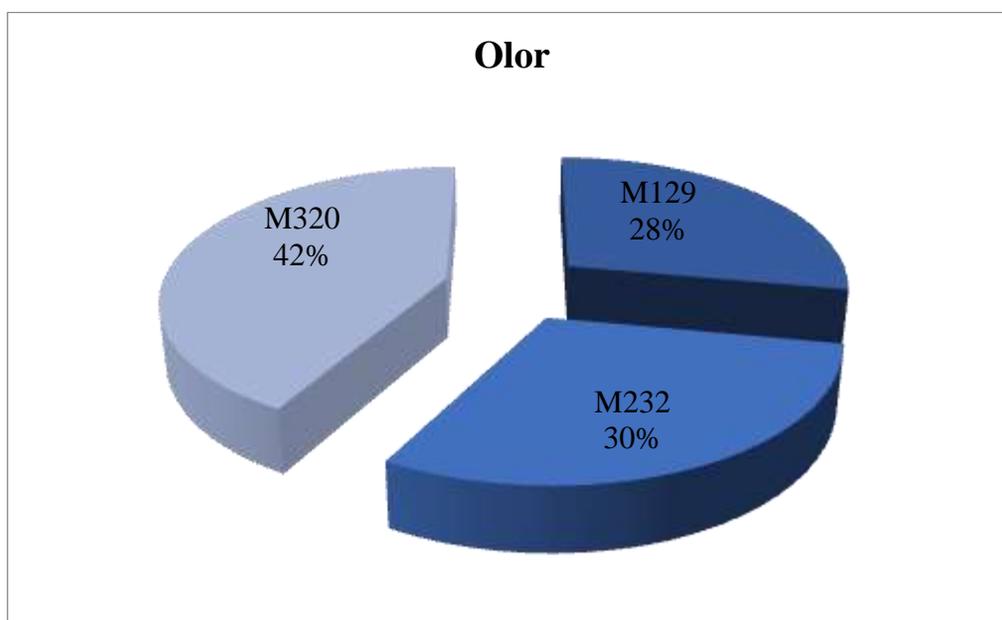


**Figura 6.2:** *Gráfica de Resultados de Sabor en Pruebas de Aceptabilidad por Ordenamiento.*

En cuanto al sabor, dada la metodología que se empleó el menor porcentaje muestra la mayor aceptabilidad, y dado lo anterior, la mejor aceptabilidad la mostró la muestra M320, seguido de la muestra M232 y con menor aceptabilidad en un 5% de diferencia se encontró la muestra M129, que de igual forma mostró la menor aceptabilidad en la característica de Textura, incluso cuando esto fue solamente en un 1% menor que las otras muestras.

En cuanto al sabor, no solamente influye el sabor del nuevo producto sino también el paladar de las personas y el producto que consumen normalmente, puesto que en el estudio de mercado se consultó sobre el tiempo que la muestra poblacional tenía consumiendo una marca en específico y el 87% de las personas encuestadas reportó llevar más de 1 año de consumir una marca en específico. Lo anterior es importante en el lanzamiento de un nuevo producto y así mismo de una empresa ya que las personas poseen un hábito de consumo.

La tercera característica evaluada fue el olor del producto, lo cual es importante debido a las materias primas de la pasta alimenticia ya que debido a que no son convencionales no poseen un olor característico a pasta alimenticia sino a sus materias primas especialmente a la moringa, que le confiere al producto un olor a hierba.

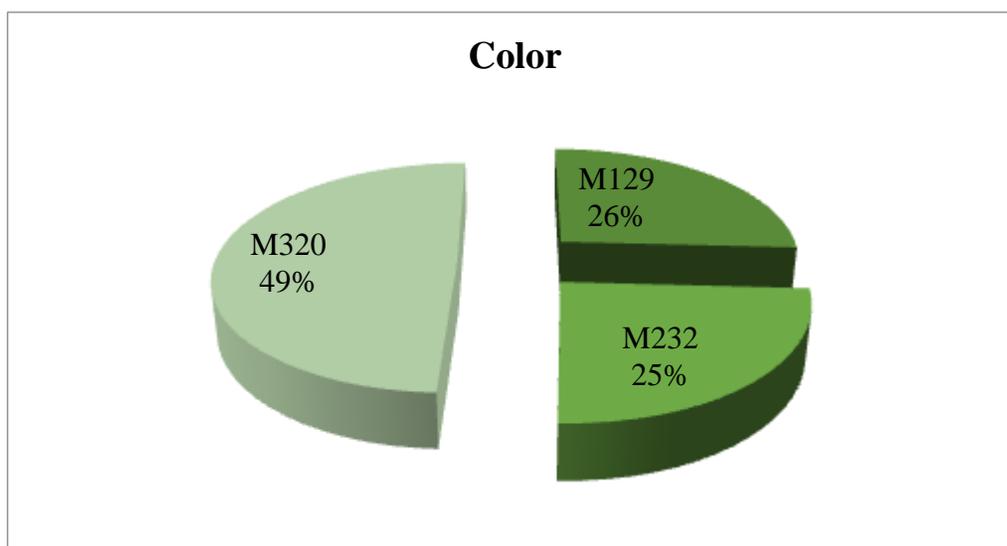


**Figura 6.3:** *Gráfica de Resultados de Olor en Pruebas de Aceptabilidad por Ordenamiento.*

La prueba de Olor mostró resultados bastante dispersos en esta ocasión, y así mismo, la mayor aceptabilidad la obtuvo la muestra 129, seguido de la muestra M232 y finalmente, la menor aceptabilidad la obtuvo la muestra M320. Como se mencionó anteriormente, el olor viene conferido por la moringa y la muestra M320 al contener mayor cantidad de moringa en su formulación poseía el olor más fuerte de las tres formulaciones, siendo un olor poco agradable para algunos consumidores y muy agradable para otros, sin embargo, el resultado final fue la formulación menos aceptada. En contraste la muestra con mayor aceptabilidad resultó ser aquella con menor contenido de moringa en su formulación y por lo tanto, aquella con olor menos perceptible.

La última característica evaluada en el panel sensorial fue el color, dicha característica fue considerada muy importante desde el inicio de la investigación ya que el color así como el olor de la pasta viene intervenida por la moringa, la cual le confiere una tonalidad verde a la pasta alimenticia, que resulta en algunos casos desagradable para los consumidores.

En el estudio de mercado se consultó sobre la percepción de los consumidores sobre el color verde de la pasta, si ésta característica resultaba apetecible al consumidor; en la encuesta poblacional el 54% reportó que dicha característica le resultaba apetecible.



**Figura 6.4:** *Gráfica de Resultados de Color en Pruebas de Aceptabilidad por Ordenamiento.*

Es importante destacar que conforme mayor contenido de moringa posee la formulación mayor tonalidad verde posee la pasta alimenticia. Los resultados de aceptabilidad arrojaron que la mayor aceptabilidad la obtuvo la muestra M232, que poseía un contenido medio de harina de moringa y por tanto una tonalidad media.

A partir de todos los resultados obtenidos en cada una de las características evaluadas se definió como la formulación óptima la muestra M232.

## 6.5 Análisis e interpretación de resultados obtenidos en pruebas de aceptabilidad por comparación

La prueba de aceptabilidad por comparación obtuvo buenos resultados en términos generales, a continuación se muestran los resultados obtenidos por parte del panel sensorial.

**Tabla 6.1:** Resultados de prueba de aceptabilidad por comparación en panel sensorial

<b>Textura</b>		
<b>Estimación</b>	<b>1752</b>	<b>4569</b>
Nada similar y me agrada	2	6
Similar y me agrada	16	23
Muy similar y me agrada	22	11
<b>Sabor</b>		
Nada similar y me agrada	2	5
Similar y me agrada	28	18
Muy similar y me agrada	8	14
Nada similar y me desagrada	1	2
Similar y me desagrada	1	1
<b>Olor</b>		
Nada similar y me agrada	15	18
Similar y me agrada	13	11
Muy similar y me agrada	10	9
Nada similar y me desagrada	0	1
Similar y me desagrada	2	1
<b>Color</b>		
Nada similar y me agrada	37	37
Nada similar y me desagrada	3	3

A partir de los resultados anteriores es posible observar que en cuanto a textura el panel sensorial encontró la Pasta Alimenticia muy similar y similar en comparación con las pastas 1752 y 4569, las cuales son marcas (identificadas por códigos para la investigación) posicionadas en el mercado y así mismo de gran preferencia para los consumidores (tal y como se estudió en el Capítulo 2). En cuanto a color, los resultados fueron los esperados ya que la pasta alimenticia formulada presentaba un color verde y las pastas alimenticias de trigo no presentan en ningún momento una tonalidad de este tipo, sin embargo, el panel sensorial destacó que pese a ser “Nada similar”, les agradaba. Finalmente, un parámetro

muy crítico, que es el sabor de la pasta alimenticia, dado a que si no se encontraba muy similar o similar, la pasta alimenticia no encontraría aceptabilidad en el mercado, puesto que éste posee un paladar adaptado a lo disponible localmente, sin embargo, los resultados fueron satisfactorios y más del 80% reporto similar o muy similar y me agrada.

#### 6.6 Análisis de la evaluación microbiológica de la pasta alimenticia con mayor aceptación

Los análisis microbiológicos realizados a la pasta elaborada en la presente investigación (véase apartado 1.53), son los que establece la Norma Salvadoreña NSO 67.03.03:09, es decir:

- a) Análisis de *Staphylococcus aureus* (Máximo permitido 100 UFC/g)
- b) Recuento de Mohos y levaduras (Máximo permitido 1000 UFC/g)
- c) *Escherichia coli* NMP/g (Máximo permitido: ausencia)

El análisis microbiológico se realizó en el Laboratorio de Especialidades Microbiológicas Industriales, S.A. de C.V. (Laboratorios ESMI), con análisis acreditados. En el Anexo 6.1 se muestra el informe completo enviado por el laboratorio, sin embargo en forma de resumen se muestra la siguiente Tabla 6.2.

**Tabla 6.2:** Resultados de análisis microbiológico en pasta alimenticia

Análisis	Resultado	Expresado como	Valor máximo permitido	Cumple con Norma NSO 67.03.03:09
<i>Escherichia coli</i>	<3	NMP/g	Ausencia	CUMPLE
Conteo de mohos y levaduras	140	UFC/g	1000 UFC/g	CUMPLE
<i>Staphylococcus aureus</i>	Menor de 10	UFC/g	100 UFC/g	CUMPLE

Teniendo los resultados de la Tabla 6.2 es posible determinar que el producto posee calidad microbiológica y es apto para consumo humano puesto que cumple con los parámetros establecidos por la legislación nacional vigente y aplicable para Diciembre de 2018.

Y así mismo, de acuerdo a los datos de vida de anaquel que consideraron ganancia de humedad, el empaque y las condiciones de almacenamiento, comprobándose una vida de anaquel de 13 meses, es posible inferir que el alimento será estable y siempre y cuando mantenga las condiciones adecuadas de manejo, manipulación y almacenamiento. Adicional a esto, cumpliendo con las buenas prácticas de manufactura y los controles de calidad el alimento poseerá Buena Calidad Microbiológica de acuerdo con las legislaciones vigentes en El Salvador.

#### 6.7 Análisis bromatológico nutricional de la pasta alimenticia con mayor aceptación

Los análisis Bromatológicos realizados a la pasta elaborada en la presente investigación (véase apartado 1.5.2), son los que establece la Norma Salvadoreña NSO 67.03.03:09, es decir:

- a) Humedad en % en masa, máximo: 13.5
- b) Cenizas en % en masa, en base seca máximo: 1.0
- c) Proteínas en % en masa, en base seca mínimo: 10.5

El análisis bromatológico nutricional se realizó en LABORATORIO FUSADES, Unidad de Análisis físico-químico con análisis acreditados. En el Anexo 6.2 se muestra el informe completo enviado por el laboratorio, sin embargo en forma de resumen se muestra la siguiente Tabla 6.3.

**Tabla 6.3:** Resultados de análisis bromatológico nutricional en pasta alimenticia.

<b>Análisis</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor permitido</b>	<b>Cumple con Norma NSO 67.03.03:09</b>
Carbohidratos	%	65.13	-	-
Proteína	g/100g	23.41	>10.5	CUMPLE
Humedad	%	9.54	<13.5	CUMPLE
Ceniza	%	1.92	<1.0	NO CUMPLE
Fibra cruda	g/100g	0.27	-	-
Grasa muestra húmeda	g/100g	0.00	-	-

El único parámetro que no cumple es el contenido de cenizas, sin embargo, éste alto valor se atribuye al contenido de minerales que le aporta la proteína y la moringa de la formulación.

#### 6.8 Diseño de etiqueta nutricional de la pasta alimenticia tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa

Una vez obtenidos los datos del análisis bromatológico nutricional y realizar la correlación con el tamaño de porción de 55 gramos, fue posible realizar la Tabla Nutricional para la pasta alimenticia (véase Figura 6.5), y así mismo se utilizaron los valores diarios recomendados.

<b>Datos nutricionales</b>	
Porción 55g	
Porciones por envase 4	
<b>Cantidad por porción</b>	
<b>Calorías</b> 194.78	Calorías de grasa 0
<b>Valor Diario*</b>	
<b>Grasa total</b> 0g	<b>0%</b>
Grasa saturada 0g	<b>0%</b>
Grasa trans 0g	
<b>Colesterol</b> 0 mg	<b>0%</b>
<b>Sodio</b> 0 mg	<b>0%</b>
<b>Carbohidrato total</b> 35.82 g	
Fibra 0.15	
Azúcares 0 g	
<b>Proteína</b> 12.87 g	
Vitamina A 4%	Vitamina C 9%
Calcio 0%	Hierro 29%
<small>*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.</small>	

**Figura 6.5:** Tabla nutricional de la pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa formulada en la investigación.

Para la construcción de la Tabla nutricional se utilizaron los datos obtenidos en el análisis bromatológico nutricional, por ejemplo para el cálculo de carbohidratos totales:

$$\text{Carbohidratos} = \frac{65.13 \text{ g de CH}}{100 \text{ g de pasta}} \times 55 \text{ g de pasta}$$

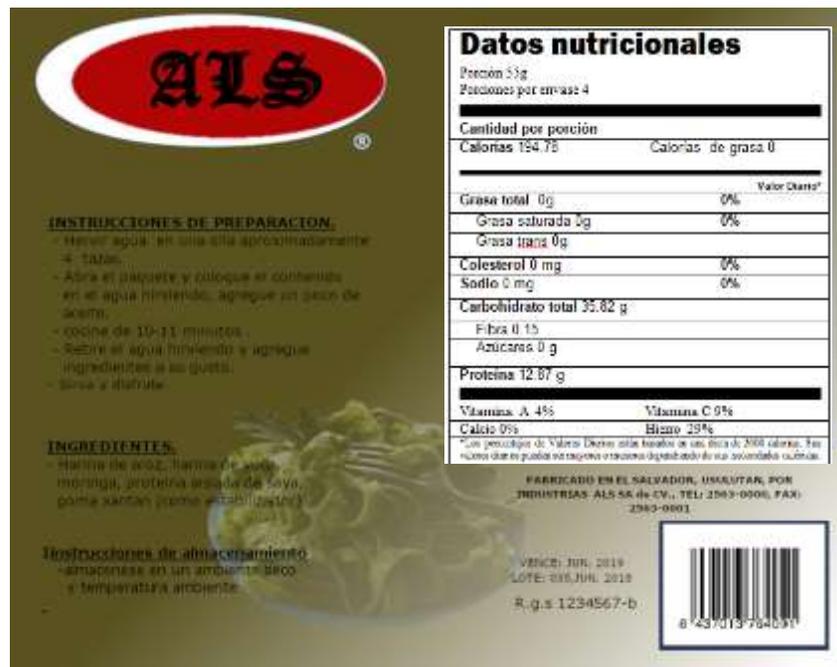
$$\text{Carbohidratos} = 35.82 \text{ gramos de CH}$$

#### 6.9 Diseño de etiqueta general de la pasta alimenticia tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa.

El diseño de la etiqueta general se hizo en base a legislaciones de etiquetado general de alimentos, sin embargo, es una ejemplificación ya que por ejemplo el nombre de la marca y empresa no están registrados, se hizo con fines ilustrativos. Los diseños del panel principal y posterior se muestran en las Figuras 6.6 y 6.7.



**Figura 6.6:** Panel principal de Etiqueta General de la Pasta Alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa formulada en la investigación.



**Figura 6.7:** Panel posterior de Etiqueta General de la Pasta Alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa formulada en la investigación.

## 6.10 Comparación nutricional del producto formulado con productos similares presentes en el área metropolitana de San Salvador

El objetivo principal de realizar la comparación nutricional del producto es conocer que efectivamente hay una ventaja nutricional en el producto desarrollado y que ofrece un mayor aporte nutricional que los encontrados disponibles en el área metropolitana de San Salvador o un aporte idéntico.

Para comprobar lo anterior, se realizaron dos comparaciones, la primera con pastas alimenticias elaboradas a base de harina de trigo, es decir que contienen gluten (véase Tabla 6.4) y la segunda con pastas alimenticias libres de gluten (véase Tabla 6.5).

Las marcas con las cuales se compararon los valores nutricionales se identificarán por las letras:

- a) CG para aquellas marcas *Con Gluten*
- b) SG para aquellas marcas *Sin Gluten*,
- c) PA para la pasta alimenticia formulada a base de harinas de yuca, arroz y moringa en la investigación. Así mismo se adicionó la numeración 232, debido al contenido de harina de yuca y harina de moringa.

Adicional a las siglas anteriores, los códigos estarán seguidos con una secuencia numérica a fin de proteger la identidad de las marcas comerciales y diferenciar aquellas que se encuentren en la misma categoría, ya que se investigaron cinco (5) marcas con gluten y tres (3) marcas sin gluten. Los resultados de ambas comparaciones se muestran en la Tabla 6.4.

**Tabla 6.4:** Comparación nutricional de la pasta alimenticia con mayor aceptación en comparación con marcas de pasta alimenticia a partir de trigo.

Nutrientes	MARCAS SIMILARES DE TRIGO						
	PA232	CG001	CG002	CG003	CG004	CG005	Porcentaje
Kcal/55g	195	203	200	200	200	181.5	↓ 4.01%
Grasa total (g)	0	0.5	0.56	1	0.5	1.2	↓ 100%
Grasa saturada (g)	0	0	0.1	0	0	0.27	↓ 100%
Grasa Trans (g)	0	0	0	0	0	0	=
Colesterol (mg)	0	0	0	0	0	0	=
Sodio (mg)	0	0	0	0	0	0	=
Carbohidrato total (g)	35.82	40	40	39	42	39.6	↓ 10.66%
Fibra (g)	0.1485	0	0	2	4	3.3	↓ 96.87%
Azúcar (g)	0	0	0	1	3	1.375	100%
Proteína (g)	12.87	7	7	7	7	7.15	↑ 83.86%

Dados los datos mostrados en la Tabla anterior, los datos mostrados con una flecha hacia abajo (↓) representan una disminución, así mismo los datos que muestran una flecha hacia arriba representan aumento (↑). En cuanto a la cantidad de calorías se obtuvo una disminución de 4.01% y así mismo una disminución del 100% de grasa, azúcar y casi un 97% de fibra. La ventaja principal de la pasta alimenticia formulada en la investigación es su aporte de proteína ya que posee un aumento de casi el 84% de proteína.

**Tabla 6.5:** Comparación nutricional de la pasta alimenticia con mayor aceptación en comparación con marcas de pastas alimenticias libres de gluten

Nutrientes	MARCAS GLUTEN FREE				
	PA232	SG001	SG002	SG003	Porcentaje
Kcal/55g	195	190	200	205	↓ 0.13%
Grasa total (g)	0	0.5	0.5	0.5	↓ 100%
Grasa saturada (g)	0	0	0	0	↓ 100%
Grasa Trans (g)	0	0	0	0	=
Colesterol (mg)	0	0	0	0	=
Sodio (mg)	0	0	0	0	=
Carbohidrato total (g)	35.82	44	45	48	↓ 26.17%
Fibra (g)	0	0	1	1	↓ 100%
Azúcar (g)	0	1	1	1	↓ 100%
Proteína (g)	12.87	3	4	4.5	↑ 275%

Los resultados obtenidos en la comparación de la pasta alimenticia formulada en la investigación en comparación con pastas libres de gluten fueron similares a los mostrados en la comparación de ésta pasta con las pastas a base de trigo, ya que existió una disminución del 100% de aporte de grasa, fibra y azúcar.

Los resultados a resaltar fueron los encontrados en cuanto al aporte de proteína, ya que en una porción de solo 55 gramos de la pasta formulada en la investigación se encuentran 12.87 gramos de proteína, en contraste con un promedio de 3 a 4.5 gramos encontrados en pastas libres de gluten. Su incremento total fue del 275%.

### 6.11 Ficha técnica de la pasta alimenticia formulada.

Para efectos de control de calidad y reproducibilidad del producto terminado se elaboró una ficha técnica con los parámetros establecidos. En la tabla 6.6 se describen las características de una pasta desarrollada con harinas alternativas a la harina de trigo, apta para todo tipo de personas, se muestran las características organolépticas, así como las condiciones de uso y almacenaje.

**Tabla 6.6:** Ficha técnica de pasta alimenticia tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa formulada en la investigación.

<b>Tipo de producto</b>	<b>Pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa formulada en la investigación.</b>	
<b>Descripción</b>	Pasta tipo tallarín, elaborada a base de harinas de yuca, arroz y moringa, con la adición de proteína aislada de soya, para un enriquecimiento proteínico. Es un alimento libre de gluten, con un contenido de humedad y grasa bajo.	
<b>Composición</b>	<b>Componente</b>	<b>Resultados y unidades</b>
	Carbohidratos	65.13%
	Proteína	23.45 gramos/100 gramos
	Humedad	9.54 %
	Ceniza	1.92%
	Fibra cruda	0.27 gramos/100gramos
	Grasa	0 gramos/100 gramos
<b>Características organolépticas</b>	Color: verde opaco Sabor: levemente a yuca y a moringa Olor: característico a moringa	
<b>Condiciones de almacenaje</b>	Debe de ser almacenado a temperatura ambiente, en ambiente seco	
<b>Presentación y empaque comercial.</b>	Los tallarines tienen una presentación de 20 cm de largo y un grosor de 7mm. Se presentan en bolsa de celofán con empaque de cartón, con un contenido neto de 250 gramos.	
<b>Indicaciones de uso</b>	Los tallarines se cocinan en agua hirviendo con una pisco de sal y aceite por un tiempo de 5 minutos aproximadamente, luego se agrega la salsa de preferencia.	

## CONCLUSIONES

- ✓ Se encontró el diseño óptimo para una planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa, en una planta con proceso manual para el corte de yuca, ya que éste cumple con los requerimientos de espacio para la maquinaria, sus trabajadores y el manejo de las materias primas teniendo un recorrido de proceso lineal de 28.76 metros lineales, siendo ésta alternativa de corte manual de yuca 7.44 metros lineales mayor a la alternativa de corte semiautomático (21.32 metros lineales), sin embargo, el proceso manual permite realizar una inversión inicial menor y la posibilidad de reemplazar el espacio excedente por equipos semiautomáticos sin modificar el área construida en el caso de que la planta se expandiera debido a un incremento de la producción.
- ✓ La formulación de la pasta alimenticia que cumplió con los parámetros de calidad y obtuvo la mejor aceptación organoléptica por el panel sensorial; posee en porcentaje peso 23.32% de harina de yuca, 63.18% de harina de arroz, y 2% de harina de moringa, 10.5% de proteína aislada de soya, y 1% de goma xantan, es decir, la formulación 7 o Muestra 232. Sus características organolépticas fueron evaluadas como similares y agradables en comparación con productos a base de harina de trigo en el análisis por panel sensorial de pruebas hedónicas por comparación.
- ✓ Mediante el estudio de mercado realizado y la evaluación económica desarrollada con una proyección de 2 y 10 años se determinó que el proyecto es factible en términos económicos, técnicos y de mercado. Existe factibilidad económica para una planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa en base a los resultados obtenidos en la investigación que incluyen el estudio de mercado, encuestas, análisis de datos y así mismo un estudio de localización de la planta en el que se incluyen cercanías para el mercado objetivo y la disponibilidad de materia prima para abastecer a la planta.

- ✓ Comparando los resultados nutricionales obtenidos del producto y así mismo su aceptabilidad en comparación con pastas alimenticias a base de harina de trigo y así mismo pastas alimenticias de la misma naturaleza, es decir, “libres de gluten”, el producto formulado comprobó poseer una ventaja nutricional en cuanto a la disminución total de contenido de grasa, que si bien en éste tipo de productos no es una cantidad alta, el producto formulado no contiene y posee ventaja en el contenido de proteína aportado un 84% más de proteína que las pastas elaboradas a base de harina de trigo y 275% más de proteína que las pastas libres de gluten encontradas en los principales supermercados del área metropolitana de San Salvador.
  
- ✓ La calidad microbiológica del alimento es excelente ya que se encuentra bajo los parámetros establecidos por las legislaciones nacionales de pastas alimenticias, siendo ausencia de *E. coli*, conteo de mohos y levadura un valor de 140 UFC/g y siendo el máximo permitido de 1000 UFC/g, y finalmente en *S. aureus* el valor obtenido fue menor a 10 UFC/g en contraste con el valor máximo permitido de 100 UFC/g, lo que le confiere confiabilidad al consumo del producto, siempre que éste se mantenga en las condiciones adecuadas de almacenamiento siendo en temperaturas menores a 35°C y condiciones de Humedad Relativa menor al 85%.
  
- ✓ La vida de anaquel de la pasta alimenticia formulada predicha por un Software de Simulación de ganancia de humedad para la determinación de vida útil de los alimentos SimHG 1.0v fue de 13 meses, lo cual se encuentra en el rango de la vida útil de los alimentos de ésta naturaleza, ya que los productos de pastas alimenticias encontrados en los principales supermercados del área metropolitana de San Salvador se encontraron en una vida de anaquel de 12 a 18 meses.

- ✓ Se elaboró una propuesta para el sistema de gestión de Inocuidad de la planta con un Manual de Buenas Prácticas de Manufactura y con los Programas Pre-requisito para facilitar la implementación de un sistema HACCP en la Planta Procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa.
  
- ✓ El proceso de producción de la pasta alimenticia formulada se estableció analizando todas las operaciones y procesos unitarios que intervenían en su fabricación, definiendo los parámetros de tiempo de amasado (20 minutos), tiempo de secado (3 horas), tiempo de enfriado (10 minutos), temperatura de pre-secado (25-30 °C), temperatura de secado (45°C), temperatura de enfriado (25-30°C) y humedad final (9.54%) para obtener un producto estándar. La pasta alimenticia formulada cumplió con los parámetros establecidos con la legislación salvadoreña vigente tanto en parámetros microbiológicos (*S. aureus* menor a 100 UFC/g, Mohos y levaduras menor a 1000 UFC/g y *E. coli* ausencia) como en parámetros nutricionales (Humedad máxima de 13%, mínimo porcentaje en masa de proteínas 10.5% y porcentaje en masa de cenizas de 1%).

## RECOMENDACIONES

- ✓ Es claro que el estudio de pre-factibilidad ha demostrado que el proyecto debe de aceptarse, no obstante es necesario la elaboración de un estudio económico más minucioso, que permita obtener con mayor detalle todos los beneficios económicos que el proyecto pueda brindar y es recomendable aceptar el proyecto con una vida útil de más de 10 años, para obtener mayores beneficios.
- ✓ El proceso de obtención de la harina de yuca influyen distintos factores como la temperatura velocidad de aire, y superficie efectiva del material expuesto, cada material tiende a comportarse de distinta manera, cual puede resultar crucial al momento de someterlo a un proceso de secado, pues no todos los materiales están compuestos de la misma manera algunos tienen estructuras desordenadas o desorientadas y otras unas más compactas y orientadas; estas características que diferencian unos materiales de otros pueden tener mayor resistencia al migrar partículas de agua desde su interior hasta una capa externa por lo cual se recomienda el uso de secadores que permitan controlar la temperatura y proporcionar un flujo de aire en una dirección y de manera constante, todo esto sin exponer la integridad del material manteniendo lo libre de contaminantes externos que representen un peligro para un posterior procesamiento de los alimentos, no se recomienda el uso de secado externo (al sol) en cual no se garantice la inocuidad del proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adreani, P. (27 de Octubre de 2017). *Trigo: cosecha y demanda mundial récord*. Obtenido de Agrovoz: <http://agrovoz.lavoz.com.ar/agricultura/trigo-cosecha-y-demanda-mundial-record>
- Agropecuaria(DICTA). (agosto de 2003). *Manual tecnico para cultivo de arroz*. (D. d. Tecnología, Ed.) Recuperado el 09 de abril de 2018, de Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG): <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
- Alfaro, M. N. (2008). *Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco*. Guatemala: INCAP.
- Angioloni, A. (Noviembre de 2003). *Los hidrocoloides, aditivos de alta funcionalidad*. [http://www.aditivosalimentarios.es/php\\_back/noticias/archivos/EPSAempresasTF90.pdf](http://www.aditivosalimentarios.es/php_back/noticias/archivos/EPSAempresasTF90.pdf)
- Araya, H. Pak, N., Alviña, M. (2003). Digestión rate of legume carbohydrates and glycemic index of legume-based meals. *Int. J. Food Science. Nutri.* 54: 119-126.
- Astaíza M., R. L. (2010). Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) y Zanahoria (*Daucus carota*). Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agronomicas, 43-53.
- ASTM D6393-99. Standard Test Method for Bulk Solid Characterization by Carr Indices. American Society for Testing Materials. ASTM Annual Book of Standards. PA-USA.
- ASTM Test (2003). Normas para determinar Densidad de Masa de partículas y velocidades de flujo (B-212, B213, E-727-02)
- Azcona Carbajal, Á. (2013). *La nutrición en la red: Manual de nutrición y dietética*. Obtenido de Universidad Complutense de Madrid: <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>
- Badui Dergal, S. (1993). *Química de los alimentos*. Ciudad de México: Editorial Pearson.
- Becerra, A. O. (1985). Estudio del efecto de la niformizacion de tamaño de particular de la semolina sobre los atributos de calidad de la pasta alimenticia, format spaguetti. Tesis de Licenciatura de la Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Beetle, A. A. (1977). Noteworthy grasses from Mexico. *Phytologia*, 317-407.

- Belderok, B., Mesdag, H., y Donner, D. A. (2000). *Bread-Making Quality of Wheat*. Colorado: Springer.
- Bohórquiz, C. (2008). *Medio ambiente, ecología y desarrollo en Colombia*. Revista Equidad y Desarrollo. N°9: páginas 87-99.
- Carr, R.L. (1965). *Evaluating Flow Properties of Solid*. Chemical Engineering. January 18, páginas 163-168.
- Carrie, C. (20 de Julio de 2017). *Las diferencias entre harina de trigo duro y Sémola*. Obtenido de eHowenespañol.com: [http://www.ehowenespanol.com/diferencias-harina-trigo-duro-semola-lista\\_546971/](http://www.ehowenespanol.com/diferencias-harina-trigo-duro-semola-lista_546971/)
- Cáseres, A. (1992). Pharmacologie properties of Moringa oleifera. 2: Screening for antispasmodic, antiinflammatory and diuretic activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 233-237.
- CENTA. (2015). *centa.gob.sv*. Obtenido de ARROZ: <http://www.centa.gob.sv/2015/arroz/>
- CENTA. (agosto de 2018). *centa.gob.s*. Obtenido de <http://www.centa.gob.sv/2015/yuca-centa-quezaltepeque-nueva-tecnologia-horticola-para-los-productores-nacionales/>
- COMIECO. (2009). RTCA 67.06.55:09 BUENAS PRÁCTICAS DE HIGIENE PARA ALIMENTOS . *DIARIO OFICIAL*.
- Comite Editorial de Flora de China. (2001). Flora of China (Brassicaceae through Saxifragaceae). *Science Press & Missouri Botanical Garden Press*, 1–506.
- Cruz, J. V., y Núñez, R. H. (2014). *Guía técnica para la producción de yuca*. Recuperado el 09 de mayo de 2018, de Instituto Dominicano de Investigaciones: <http://www.coniaf.gob.do/images/docs/Guía%20Técnica%20para%20la%20Producción%20de%20Yuca.pdf>
- Cuniberti, M. (2004). *Propuesta de clasificación del trigo Argentino*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria .
- Departamento de Ingeniería Agrónoma y Contenidos de España. (s.f.). *El cultivo de la yuca*. Recuperado el 09 de abril de 2018, de agricultura y ecologia online: <http://www.infoagro.com/hortalizas/yuca.htm>
- Dietas.net. (Agosto de 2017). *CALORÍAS EN ARROZ , GRANOS Y HARINAS*. Obtenido de Dietas.net: <http://www.dietas.net/tablas-y-calculadoras/tabla-de-composicion-nutricional-de-los-alimentos/cereales/granos-y-harinas/arroz.html>
- Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). (agosto de 2003). *Manual técnico para cultivo de arroz*. (D. d. Tecnología, Ed.) Recuperado el 09 de abril de

- 2018, de Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG):  
<https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
- Escamilla, E. A. (2001). Métodos para evaluar la calidad de trigos cristalinos (*triticum durum*) se molinas y pastas alimenticias. Tesis de licenciatura de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- FAO. (2004). *Perspectivas a Plazo Medio de los Productos Básicos Agrícolas*. Obtenido de FAO.org.com: <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s00.htm#Contents>
- FAO. (2016). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado el 13 de mayo de 2018, de FAOSTACultivos: [fao.org/faostat/es/#data/QC](http://fao.org/faostat/es/#data/QC)
- Fauca Marengo, D. (2014) Elaboración de pastas alimenticias a partir de harinas de Amarantho (*Amaranthus sp*) y Soja (*glycine max*), su análisis sensorial y bromatológico. Antigua Cuscatlán: Universidad Dr. José Matías Delgado.
- Feillet, P. (1984). Present knowledge on biochemical basis of pasra cooking quality. Consequence for wheat breeders. *Sciences des Aliments*, 551-556.
- Fiellet, P., y Laignelet, T. (1996). *The past, present and future state of international academic research into pasta quality*. *Cereal Chemistry*, 50-55.
- Feillet, P. (1974). *Determination of common wheat content in pasta*. *Cereal Chemistry*.
- Fennema, Owen R. (1973). *Low-temperature preservation of foods and living matter*. *Food Science*. 168-201.
- Folkard, G., y Sutherland, J. (1996). *Moringa oleifera un árbol con enormes potencialidades*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de avances de investigación AGROFORESTERIA EN LAS AMERICAS: <http://www.fao.org/3/a-x6324s.pdf>
- Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER). (Agosto de 2017). *Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos: Trigo, grano entero*. Obtenido de Composición Nutricional: <https://www.composicionnutricional.com/alimentos>
- García T., Andrea G., Martínez C., Rocío K., Rodríguez D., e Ingrid A. (2013). *Evaluación de los usos potenciales del Teberinto (moringa oleífera) como generador de materia prima para la industria química*. Tesis para optar al título de Ingeniero Químico. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. San Salvador.
- Gilles, K. A., Youngs, V.L. (2000). Evaluation of durum wheat and durum products. *Cereal chemistry*.
- Hoseney, R. C. (1998). *Principles of cereal: science and technology*. Segunda ed. U.S.A.

- INCAP. (2007). *Tabla de composición de Alimentos de Centroamerica*. Guatemala: serviprensa, S.A.
- Industria alimenticia. (2016). *La proteína de Soya*. Obtenido de Industria Alimenticia: <https://www.industriaalimenticia.com/articulos/86752-los-beneficios-de-la-proteína-de-soya-en-nutrición-deportiva>
- Instituto Nacional del Emprendedor. (s.f.). *Flujo del Proceso Productivo y Escalas de Producción de Pastas Alimenticias*. Obtenido de Guías Empresariales: <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=40&giro=1&ins=833>
- Jara, Carolina. (2006). *Estudio de las propiedades reológicas de la masa para pastas a base de harina de quinoa. Tesis de Pregrado, Universidad de Chile. Santiago de Chile*.
- Jenkins, D. J., Jenkins, A. L., y Wolever, T. M. (1987). Starchy foods and fiber: reduced rate of digestion and improved carbohydrate metabolism. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 131-141.
- Jenkins, D., Jenkins, A., Wolever, T., Collier, G., Rao, A., y Thompson, L. (1987). Starchy foods and fiber: reduced rate of digestion and improved carbohydrate metabolism. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 131-141.
- Kamal, A. H. (2009). Proteomics profile of pre-harvest sprouting wheat by using MALDI-TOF Mass Spectrometry. *Plant Omics Journal*, 110-119.
- Kent, N. L. (1987). *Tecnología de los cereales*. Zaragoza: Acribia.
- Kill, R.C., Turnbull, K. (2004). *Tecnología de la elaboración de pasta y sémola*. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
- Legislativo, O. (05 de 05 de 2010). LEY GENERAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO. *Diario Oficial Tomo 387*.
- M.A.G. (2018). *Ministerio de agricultura y ganadería*. Recuperado el 09 de abril de 2018, de Informe diario de precios de productos agropecuarios.: <http://www.mag.gob.sv/direccion-general-de-economia-agropecuaria/estadisticas-agropecuarias/informe-diario-de-precios-de-productos-agropecuarios/>
- Mackay, E., y Stimson, W. (1993). Determination of adulteration of durum wheat. *Food Safety and Quality Assurance*, 63-75.
- MAG. (2017). *MAG.gob.sv*. Recuperado el 09 de abril de 2018, de anuario de estadísticas agropecuarias.: <http://www.mag.gob.sv/direccion-general-de-economia-agropecuaria/estadisticas-agropecuarias/anuarios-de-estadisticas-agropecuarias/>

- Mahmood, K.T., Mugal, T., y Haq, I.U. (2010). *Moringa oleifera : a natural gift-A review*.
- Makkar, B. y. (2001.). *The potencial of Moringa oleífera for agricultural and industrial uses*. Managua, Nicaragua.
- Matissek, R., Schnepel, F.N., Steiner, G. (1998). *Análisis de los alimentos*. Ed Acribia. Zaragoza, España. 229-235.
- Menchu E., T., y Osegueda, O. T. (septiembre de 2006). *la canasta basica .indd*. Obtenido de incap.int: [http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones/doc\\_view/69-la-canasta-basica-de-alimentos-en-centroamerica-revision-de-la-metodologiaT](http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones/doc_view/69-la-canasta-basica-de-alimentos-en-centroamerica-revision-de-la-metodologiaT)
- Menchu, M. T., y Mendez, H. (junio de 2011). *sdgfund.org*. Recuperado el 17 de mayo de 2018, de Análisis de la situación alimentaria en El Salvador.: [http://www.sdgfund.org/sites/default/files/ISAN\\_ESTUDIO\\_El%20Salvador\\_Analisis%20Situacion%20Alimentaria-INCAP.pdf](http://www.sdgfund.org/sites/default/files/ISAN_ESTUDIO_El%20Salvador_Analisis%20Situacion%20Alimentaria-INCAP.pdf)
- Milatovic, L., y Mondelli, G. (1991). *Pasta Technology Today*. Italia: Chiriotti Editori.
- Ministerio de Gobernación y Desarrollo Territorial. (26 de Agosto de 2010). Acuerdo N°728. Se aprueba la Norma Salvadoreña Obligatoria: "Pastas Alimenticias. Especificaciones", NSO 67.03.03:09. *DIARIO OFICIAL*, págs. 57-67.
- Mitchell, H. (1993). A method of determining the Biological Value of Protein. *Journal of Biology* , 873-903.
- Nicholson, J. (2006). *The Chemistry of Polymers*. Cambridge: RSC Paperbacks .
- Nogaras, S. (1964). *Elaboración de Pastas Alimenticias*. Barcelona: Librería Sintés.
- Nogaras, S. (2003). *Elaboración de Pastas Alimenticias*. Madrid: Selecta Enciclopedia.
- Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.03.03:09. (s.f.). *Pastas alimenticias. Especificaciones*.
- Núñez Montenegro, E. (Julio de 2017). *¿Cómo se debe calcular el precio de venta de un producto?* Obtenido de Fundapymes.com: <https://www.fundapymes.com/calcular-precio-de-venta/>
- odhac. (2014). *odhac.org*. Recuperado el 09 de mayo de 2018, de Centro america, evolución de la canasta básica: <http://www.odhac.org/index.php/estadisticas>
- OMS. (1995. ). *Salud Ocupacional para Todos* . Ginegra .
- Organización Alimentos y Nutrición . (2015). *Alimentos enriquecidos y fortificados. Industria Alimentaria* , 44-45.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *Datos sobre alimentación y agricultura* . Obtenido de FAO.COM
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (31 de Enero de 2018). *Aditivos alimentarios*. Obtenido de Who.int: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>
- Padilla, C., Valenciaga, N., Crespo, G., y González, D. (2017). Requerimientos agrónimicos de Moringa Oleifera en sistemas ganaderos. *Livestock Research for Rural Development*, 29.
- Padilla, M. C. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos*. Quito: Ecoe Ediciones.
- Padilla, N. V., Crespo, D. G., y Rodríguez, I. (2017). Requerimientos agrónimicos de Moringa Oleifera en sistemas ganaderos. *Livestock Research for Rural Development*, 29.
- Peréz Porto, J., y Merino, M. (2013). *Definición de Polietileno*. Obtenido de Definicion.de: <https://definicion.de/polietileno/>
- Pérez, C. (2013). *Información nutricional de la yuca*. Obtenido de Natursan.com: <https://www.natursan.net/informacion-nutricional-yuca/>
- Pérez, J., y Merino, M. (2009). *Definición de Cereales*. Obtenido de Definición.de: <https://definicion.de/cereales/>
- Peterson, R. F. (1965). *Wheat: Botany, cultivation and utilization*. London : World Crops Books.
- Potter, N., y Hotchkiss, J. (1995). *Ciencia de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Price, D. M. (1985). EL ÁRBOL DE MARANGO. *ECHO NOTA TECNICA*, 21.
- PSA-EIQA-FIA-UES. (2016). *Guia de laboratorio "Propiedades de masas de partículas"*. Asignatura Procesos de Separación y Manejo de Sólidos, Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. Universidad de El Salvador.
- R. J. Soreng, G. D. (8 de Octubre de 2014). *Catalogue of New World Grasses (Poaceae)*. Obtenido de ITIS Report: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=42236#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=42236#null)
- Ramírez, L. M., y Jiménez, P. A. (s.f.). *Manual tecnico*. Recuperado el 09 de abril de 2018, de Universidad Nacional de Colombia sede Palmira: [http://www.uneditorial.net/uflip/Manual-tecnico-el-cultivo-de-la-yuca-Manihot-esculenta-crantz-para-produccion-forrajera/pubData/source/Manual-tecnico-el-cultivo-de-la-yuca-Manihot-esculenta-crantz\\_Uflip.pdf](http://www.uneditorial.net/uflip/Manual-tecnico-el-cultivo-de-la-yuca-Manihot-esculenta-crantz-para-produccion-forrajera/pubData/source/Manual-tecnico-el-cultivo-de-la-yuca-Manihot-esculenta-crantz_Uflip.pdf)

- Ramplona, E. (14 de Marzo de 2017). *Las proteínas del trigo y su valor biológico*. Recuperado el 25 de Julio de 2018, de Infotopo.com: <https://www.infotopo.com/salud/nutricion/las-proteinas-del-trigo>
- Rasper, V.F. (1997). Quality evaluation of cereals and cereal products. CaP 15. Handbook of cereal science. Dekker.
- Rivera, M. D. (s.f.). *cultivo yuca*. Recuperado el 09 de abril de 2018, de [academic.uprm.edu/madiaz/HTMLobj-83/cultivoyuca.doc](http://academic.uprm.edu/madiaz/HTMLobj-83/cultivoyuca.doc)
- Rodríguez, M. (2003). Las pastas alimenticias. *Trends in food science technology*, 31-59.
- Rodríguez, V., y Magro, E. (2008). *Bases de la Alimentación Humana*. La Coruña, España: Netbiblo.
- Roig, J. (1988). *Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba*. La Habana: Editorial Científico Técnica.
- Salazar, Z. (2000). Calidad industrial del trigo para su comercialización. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 247-251. Tesis de Licenciatura de la Universidad de Chapingo.
- Rossel, C. (2009). Rheological properties of rice-soybean protein composite flours assesseed by mixolab and ultrasound. *Journal of Food Proceess Engineering*.
- Sabin, C. A. (febrero de 2014). *Estudios de las posibles zonas de introducción de la Moringa oleifera lam en la península ibérica*. Recuperado de Universidad politécnica de Madrid: [http://oa.upm.es/23094/1/PFCARIAS\\_SABIN.pdf](http://oa.upm.es/23094/1/PFCARIAS_SABIN.pdf)
- Smalwood, J. C. (Septiembre de 2015). *Alergia al trigo*. Obtenido de KidsHealth.org: <https://kidshealth.org/es/parents/wheat-allergy-esp.html>
- Suarez, L., y Mederos, V. (2011). Apuntes obre el cultivo de yuca (Manihot esculenta). Tendencias actuales. *Cultivos Tropicales* , 27-35. Obtenido de Cultrop.
- Tecnología de los plásticos. (2 de Agosto de 2011). *Celofán*. Obtenido de Tecnología de los plásticos: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/08/celofan.html>
- Toro, J. J., Martínez, A., Carballo, L., y Rocha, R. (2011). Valoración de las propiedades nutricionales de la Moringa Oleífera en el departamento de Bolívar. *Revista Ciencias*, 23-30.
- Torres, A. G., Cubias, R. K., y Diaz, I. A. (2013). *Evaluación de los usos potenciales del teberinto (Moringa oleífera) como generador de materia prima para la industria química*. Universidad de El Salvador, Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/>

- Salazar, Z. (2000). Calidad industrial del trigo para su comercialización Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas, y Pecuarias. P. 247-251. Tesis de Licenciatura de la Universidad de Chapingo.
- United States Department of Agriculture (USDA). (2017). *Plants Profile for Moringa (moringa)*. Obtenido de United States Department of Agriculture (USDA): <https://usdasearch.usda.gov/search?utf8=%E2%9C%93&affiliate=usda&query=moringa&commit=Search>
- Urbina, G. (2003). *Fundamentos de Ingeniería Económica*. Ciudad de México: Mc. Graw Hill.
- Urbina, G. B. (2010). *Evaluación de proyectos*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Vanclocha, A., y Requena, J. (1999). *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid: Mundi Prensa.
- Vera, L. V. (s.f.). *cultivo de arroz*. Recuperado el 09 de abril de 2018, de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/ARROZ++CULTIVOS.pdf>
- Villalba, A. (30 de Marzo de 2016). *Arroz: Propiedades y valor nutricional*. Obtenido de Castello.com: <https://www.naturalcastello.com/arroz-propiedades-y-valor-nutricional/>
- Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., y Elias, L. (1995). *Métodos Sensoriales básicos para evaluación de alimentos*. Ottawa, Canada.
- Zadoks, J. C. (1974). *A decimal code for the growth stages of cereals*. Betascript Publishing.

## ANEXOS

ANEXO		PÁG.
<b>Anexo 1.1</b>	Zonas productoras de arroz y yuca en El Salvador y zonas de cultivo de moringa a nivel mundial .....	175
<b>Anexo 1.2</b>	Zonas productoras de arroz en El Salvador en el periodo 2016 y 2017 .....	178
<b>Anexo 1.3</b>	Ficha Técnica de Celofán .....	179
<b>Anexo 1.4</b>	Ficha Técnica de Polietileno.....	180
<b>Anexo 1.5</b>	Ficha Técnica del Polipropileno .....	181
<b>Anexo 2.1</b>	Modelo de Encuesta utilizada en Prueba Piloto para el cálculo de la Muestra Poblacional .....	183
<b>Anexo 2.2</b>	Datos obtenidos en la encuesta realizada en Prueba Piloto del estudio de mercado clasificados por pregunta.....	187
<b>Anexo 2.3</b>	Modelo de Encuesta virtual pasada a muestra poblacional .....	195
<b>Anexo 2.4</b>	Resultados obtenidos en la encuesta virtual realizada a la Muestra poblacional .....	201
<b>Anexo 2.5</b>	Datos poblacionales presentados por DIGESTYC en 2007 .....	222
<b>Anexo 2.6</b>	Canales de distribución de productos comerciales .....	223
<b>Anexo 3.1</b>	Selección de factores de ubicación para la planta procesadora de pasta alimenticia tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa.....	225
<b>Anexo 3.2</b>	Alternativas de ubicación de la planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa .....	227
<b>Anexo 3.3</b>	Método empleado para definir la localización de la planta procesadora de pasta alimenticia tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa .....	228

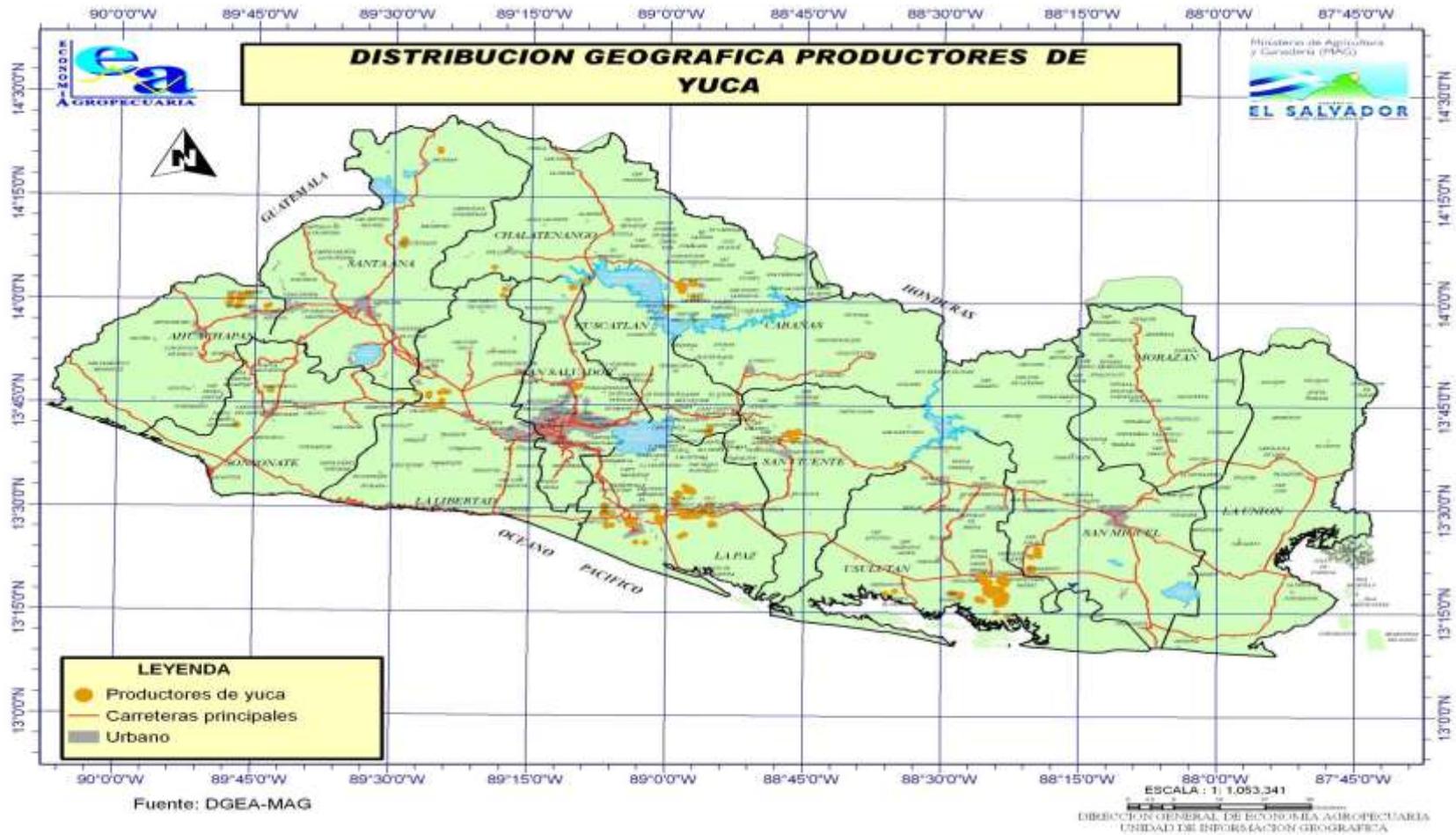
<b>ANEXO</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Anexo 3.4</b> Selección de ubicación de la planta procesadora de pasta alimenticia tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa .....	229
<b>Anexo 3.5</b> Manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) de la planta procesadora de pasta alimenticia tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa.....	237
<b>Anexo 3.6</b> Formatos de registro para Manual de BPM de la planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa.....	255
<b>Anexo 3.7</b> Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control para la planta Procesadora de pasta alimenticia tipo tallarines a base de harinas de yuca, arroz y moringa .....	261
<b>Anexo 4.1</b> Equipos para la planta procesadora de pasta tipo tallarín con Proceso semiautomático para el corte de yuca .....	275
<b>Anexo 4.2</b> Cálculo de consumo energético para la planta procesadora de pasta alimenticia tipo tallarín de yuca, arroz y moringa.....	284
<b>Anexo 4.3</b> Cálculo de TMAR .....	285
<b>Anexo 4.4</b> Proyección de flujo de caja para análisis económico .....	286
<b>Anexo 5.1</b> Entrevista realizada en el asesoramiento brindado por la empresa fabricante de pastas alimenticias a base de harina de trigo de El Salvador .....	290
<b>Anexo 5.2</b> Pasos para el diseño de la curva de secado de la yuca .....	292
<b>Anexo 5.3</b> Registro de pesos experimentales obtenidos en el experimento de la construcción de la curva de secado de la yuca.....	294
<b>Anexo 5.4</b> Procedimiento experimental para caracterización de materias Primas en la elaboración de la pasta alimenticia tipo tallarín....	295
<b>Anexo 5.5</b> Cálculos para la caracterización de las materias primas en la elaboración de la pasta alimenticia tipo tallarín .....	299

<b>ANEXO</b>	<b>PÁG.</b>
<b>Anexo 5.6</b> Ficha Técnica de Goma Xantan.....	306
<b>Anexo 5.7</b> Ficha Técnica de Moringa .....	307
<b>Anexo 5.8</b> Ficha Técnica de Proteína Aislada de Soya.....	308
<b>Anexo 5.9</b> Papeleta de evaluación sensorial por ordenamiento .....	312
<b>Anexo 5.10</b> Papeleta de evaluación sensorial por pruebas hedónicas.....	313
<b>Anexo 6.1</b> Informe de Análisis Microbiológico .....	315
<b>Anexo 6.2</b> Informe de Análisis Bromatológico Nutricional .....	316
<b>Anexo 6.3</b> Imágenes del proceso de elaboración de la pasta alimenticia tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa.....	317

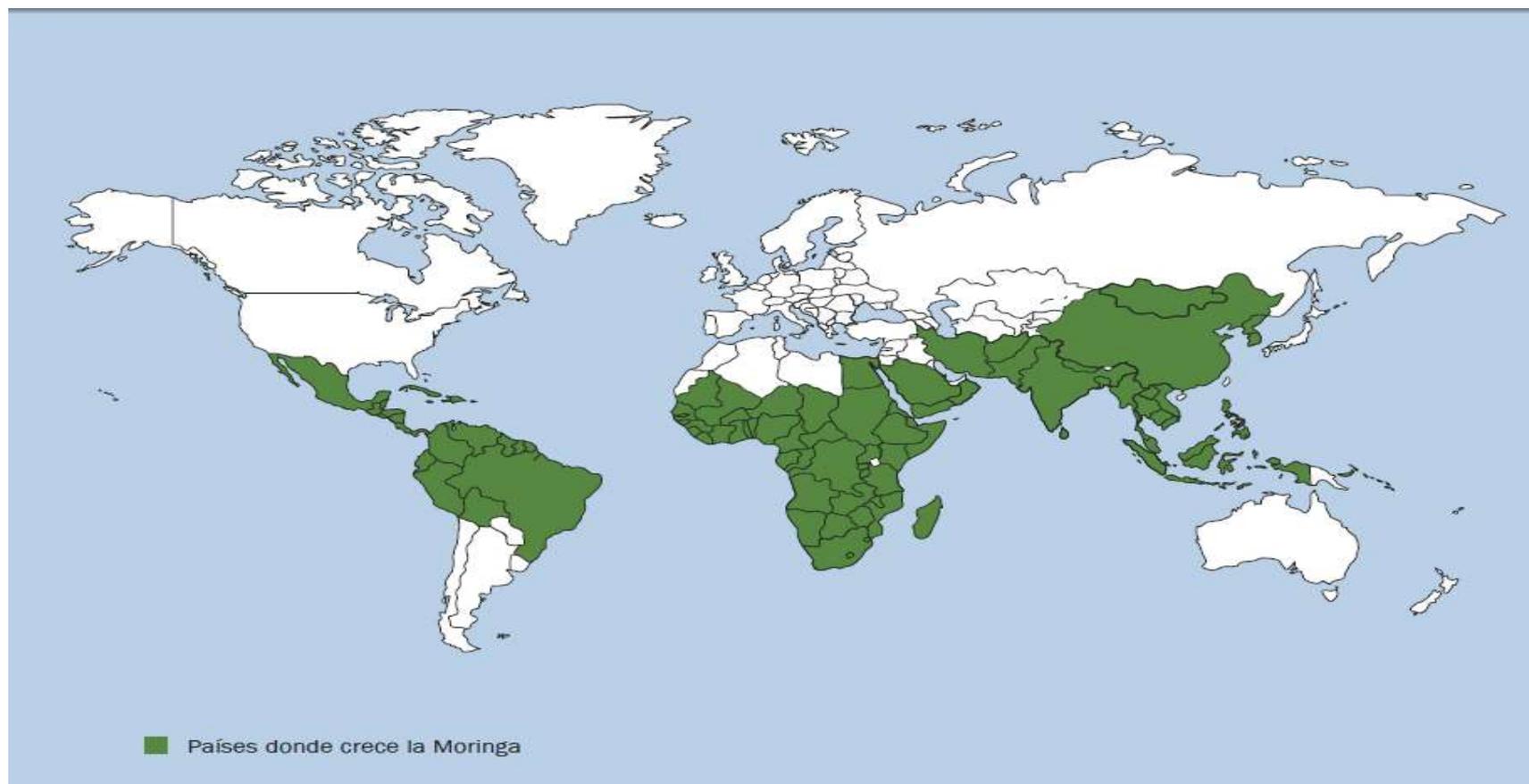
Anexo 1.1: Zonas productoras de arroz y yuca en El Salvador y zonas de cultivo de moringa a nivel mundial. (MAG, 2017)



Figura A.1.1.1: Zonas productoras de arroz y yuca en El Salvador



**Figura a.1.1.2:** Zonas productoras de Yuca en El Salvador (MAG, 2017)



**Figura a.1.1.3:** *Zonas de cultivo de moringa a nivel mundial (USDA, 2017)*

**Anexo 1.2:** Zonas productoras de arroz en El Salvador en el periodo 2016-2017

**Tabla a.1.2.1:** Zonas productoras de arroz en El Salvador en el periodo 2016-2017

REGIÓN Y DEPARTAMENTO	TOTAL		
	SUPERFICIE (Mz.)	PRODUCCION ARROZ GRANZA (QQ)	RENDIMIENTO ARROZ GRANZA (QQ/Mz.)
<b>Región I</b>	<b>38</b>	<b>3,820</b>	<b>100.2</b>
Ahuachapán	0	35	70.0
Santa Ana	5	289	60.0
Sonsonate	33	3,496	106.6
<b>Región II</b>	<b>3,928</b>	<b>454,810</b>	<b>115.8</b>
Chalatenango	1,267	147,061	116.1
La Libertad	2,505	292,303	116.7
San Salvador	0	0	0.0
Cuscatlán	156	15,447	99.0
<b>Región III</b>	<b>1,726</b>	<b>148,861</b>	<b>86.2</b>
La Paz	852	75,758	88.9
Cabañas	121	7,476	61.9
San Vicente	754	65,627	87.1
<b>Región IV</b>	<b>1</b>	<b>87</b>	<b>87.0</b>
Usulután	1	87	87.0
San Miguel	0	0	0.0
Morazán	0	0	0.0
La Unión	0	0	0.0
<b>TOTAL</b>	<b>5,693</b>	<b>607,579</b>	<b>106.7</b>

**Fuente:** (MAG, 2017)

## Anexo 1.3: Ficha Técnica de Celofán

**Tabla a.1.3.1:** *Ficha técnica de Celofán*

### Propiedades Eléctricas

Constante Dieléctrica @1MHz	4 (dry)
Factor de Disipación a 1 kHz	0,06
Resistencia Dieléctrica ( kV mm <sup>-1</sup> )	30-50 @ 1 mm
Resistividad de Volumen ( Ohmcm )	10 <sup>10</sup> - 10 <sup>12</sup>

### Propiedades Físicas

Absorción de Agua - Equilibrio ( % )	50
Densidad ( g cm <sup>-3</sup> )	1,44
Índice de Oxígeno Límite ( % )	~ 18
Índice Refractivo	1,47
Resistencia a la Radiación	Aceptable

### Propiedades Mecánicas

Alargamiento a la Rotura ( % )	18/55
Módulo de Tracción ( GPa )	5/3
Resistencia a la Tracción ( MPa )	120/55

**Continúa...**

**Tabla a.1.3.1: Ficha técnica de Celofán. Continuación.**

**Propiedades Térmicas**

Calor Específico ( J K <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup> )	~ 1400
Conductividad Térmica a 10C ( W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )	0,0035

**Resistencia Química**

Acidos - diluidos	Buena
Alcalís	Buena
Grasas y Aceites	Buena

**Propiedades para Celulosa Fibra**

Property		Value
Material		Medio tenacity rayon
Alargamiento a la Rotura	%	20 - 40
Coefficiente de Expansión Térmica	x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	~80
Conductividad Térmica @23C	W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	~0,06
Densidad	g cm <sup>-3</sup>	1,5 - 1,55
Módulo Específico	cN/tex	300 - 700
Tenacidad	cN/Tex	13 - 23

**Propiedades para Celulosa Película**

Property		Value
Alargamiento a la Rotura - Longitudinal	%	18
Alargamiento a la Rotura - Transversal	%	55
Módulo de Tracción - Longitudinal	GPa	5
Módulo de Tracción - Transversal	GPa	3
Permeabilidad al Agua @25C	x10 <sup>-13</sup> cm <sup>3</sup> . cm cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> Pa <sup>-1</sup>	approx 20,000
Permeabilidad al Dióxido de Carbono @25C	x10 <sup>-13</sup> cm <sup>3</sup> . cm cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> Pa <sup>-1</sup>	0,004-0,05
Permeabilidad al Hidrógeno @25C	x10 <sup>-13</sup> cm <sup>3</sup> . cm cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> Pa <sup>-1</sup>	0,01-0,05
Permeabilidad al Nitrógeno @25C	x10 <sup>-13</sup> cm <sup>3</sup> . cm cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> Pa <sup>-1</sup>	0,02-0,06
Permeabilidad al Oxígeno @25C	x10 <sup>-13</sup> cm <sup>3</sup> . cm cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> Pa <sup>-1</sup>	0,004-0,04
Resistencia a la Tracción - Longitudinal	MPa	120
Resistencia a la Tracción - Transversal	MPa	55

**Fuente:** (DIMERC Office, 2015)

## Anexo 1.4: Ficha Técnica de Polietileno.

### Tabla a.1.4.1: Ficha técnica de Polietileno

TÉRMICAS			
Punto de fusión	DIN 53 736	°C	128-133
Temperatura de transición vítrea	DIN 53 736	°C	-95
Temperatura de servicio máxima en periodos breves		°C	120
Temperatura de servicio máxima en periodos largos		°C	90
Conductividad térmica (23°C)		W (k.m)	0,35-0,43
Capacidad calorífica específica (23°C)		5 (g.k)	1,7-2
Coefficiente de dilatación lineal (23°C)		10 <sup>5</sup> 1k	13-15

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	VALOR
MECÁNICAS			
Densidad	DIN 53 479	g/cm <sup>3</sup>	0,98-0,96
Esfuerzo en el punto de fluencia	DIN 53 455	MPa	24-31
Alargamiento a la rotura	DIN 53 455	%	400-800
Módulo de elasticidad a la tensión	DIN 53 457	MPa	1000-1400
Dureza de penetración a la bola (30s)	DIN 53 457	MPa	45-60
Resistencia al impacto	DIN 53 453	kJ/m <sup>2</sup>	No rompe
Coefficiente dinámico de fricción		N/mm <sup>2</sup>	0,29

Continúa...

**Tabla a.1.4.1: Ficha técnica de Polietileno. Continuación.**

ELÉCTRICAS			
Coefficiente dieléctrico (106 Hz)	DIN 53 483		2,4
Factor de disipación	DIN 53 483		0,0002
Resistencia específica de paso	DIN 53 483		$>10^{16}$
Resistencia dieléctrica	DIN 53 481	Ohm	150
Resistencia a corrientes parásitas	DIN 53 480		KA 3c

**Fuente:** (Juntas Industriales y Navales, 2010)

**Anexo 1.5: Ficha Técnica de Polipropileno.**

**Tabla a.1.5.1: Ficha técnica del polipropileno**

<b>Características mecánicas</b>	<b>Método/Prueba (DIN /ASTM)</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Densidad	53479	0,91	g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la tracción	53455	33	g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la rotura por alargamiento	53455	650	%
Módulo de elasticidad a la tracción	53457	1300	MPa
Dureza Shore D	53505	73	
Resistencia al impacto	53453	10	KJ/m <sup>2</sup>
Coefficiente de fricción		0,4	

**Fuente:** (Sanmetal S.A., 2016)

**Anexo 2.1: Modelo de Encuesta utilizada en Prueba Piloto para el cálculo de la Muestra Poblacional**

**LANZAMIENTO DE NUEVO PRODUCTO: “Pasta tipo tallarines libre de gluten a base de harinas yuca, arroz y moringa”.**

El objetivo principal de la presente encuesta es dimensionar el mercado potencial y real en el lanzamiento de este nuevo producto, esto, como parte del Trabajo de Graduación “**Diseño de una planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas yuca arroz y moringa**”. La información que usted proporcione será utilizada para conocer el grado de aceptación en el mercado y afectará directamente en el desarrollo de la investigación, por lo cual, se solicita la mayor sinceridad en sus respuestas.

La encuesta posee una duración de 5 minutos aproximadamente. Gracias.

**1. ¿En qué rango de edad se encuentra?**

- Menor de 18
- 19-30
- 31-40
- 41-60
- Más de 60 años

**2. ¿Cuál es su género?**

- Femenino
- Masculino

**3. ¿Cuál es su ocupación?**

- Estudiante
- Ama de casa
- Negocio propio
- Empleado

**4. ¿Cuál es su nivel de estudio?**

- Básico
- Bachillerato
- Estudio Superior (técnico, universitarios, doctorados, etc.)

**5. ¿Cuál es el nivel de ingreso que posee usted o la persona responsable del hogar?**

- Menos de \$300
- \$301-\$600
- \$601-\$1,500
- Más de \$1,501

**6. ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraen de un nuevo producto?**

- Sencillez y Facilidad de uso
- Precio
- Diseño atractivo
- Aporte nutricional
- Sabor
- Otro (Por favor especifique): \_\_\_\_\_

**7. ¿Consumen pastas alimenticias?**

- Sí
- No (Si marca esta respuesta, favor pasar a la pregunta 10)

**8. ¿Conoce de qué están elaboradas las pastas alimenticias?**

- Trigo
- Arroz
- Yuca
- No lo sé

**9. ¿Con qué frecuencia consume pastas alimenticias?**

- Todos los días
- Más de 3 veces por semana
- De 2 a 3 veces por semana
- Una vez por semana
- Una vez cada 15 días
- Una vez al mes

**10. ¿Qué tan interesado estaría en consumir pastas alimenticias libres de gluten elaboradas a base de yuca, arroz y moringa?**

- Muy interesado
- Interesado
- Neutro
- Poco interesado
- Nada interesado (*Si esta es su respuesta, la encuesta ha finalizado, gracias!*)

**11. ¿A través de qué medio o medios le gustaría recibir la información sobre este producto?**

- Medios impresos (prensa, revistas y folletos)
- Medios electrónicos (correo, redes sociales)
- Televisión y radio
- Vallas publicitarias
- Ofertas y promoción en supermercados
- Otro (Por favor especifique): \_\_\_\_\_

**La encuesta ha terminado. Muchas gracias por su colaboración.**

**Anexo 2.2:** *Datos obtenidos en la encuesta realizada en prueba piloto del estudio de mercado clasificados por pregunta.*

En la presente sección se muestran las preguntas que conformaron la encuesta realizada durante la prueba piloto del estudio de mercado, en la cual se encuestaron a 30 personas, tal y como lo dictaba el método utilizado.

- **PREGUNTA 1:** ¿En qué rango de edad se encuentra?

- Menor de 18
- 19-30
- 31-40
- 41-60
- Más de 60 años

**TABLA A.2.2.1: RESULTADOS DE LA PREGUNTA 1**

Opción de Respuesta	Número de personas
Menor de 18	
19-30	17
31-40	5
41-60	6
Más de 60 años	2
<b>Total</b>	<b>30</b>

Es posible notar a partir de la Tabla A2.1 mostrada anteriormente, que la mayor parte de la población encuestada se encontró en un rango de edad de **19 a 30 años**, donde aún se consideran adultos jóvenes, y siendo el restante un aproximado del 16% de personas entre **31 a 40 años** y así mismo un 16% para personas de **41 a 60 años**.

- **PREGUNTA 2:** ¿Cuál es su género?

- Femenino
- Masculino

**TABLA A.2.2.2: RESULTADOS DE LA PREGUNTA 2**

<b>Respuesta</b>	<b>Número de personas</b>
Femenino	16
Masculino	14
<b>Total</b>	<b>30</b>

Dados los resultados presentados en la Tabla A2.2 es posible notar que el número de personas encuestadas estuvo compuesto por 53% del sexo femenino y 47% del sexo masculino, lo cual es muy importante ya que permite obtener la opinión equitativa de ambos sexos.

• **PREGUNTA 3: ¿Cuál es su ocupación?**

- Estudiante
- Ama de casa
- Negocio propio
- Empleado

**TABLA A.2.2.3: RESULTADOS DE LA PREGUNTA 3**

<b>Respuesta</b>	<b>Número de personas</b>
Estudiante	15
Ama de casa	3
Negocio propio	1
Empleado	11
<b>Total</b>	<b>30</b>

Tal y como se muestra en la Tabla A2.3, el 50% de la muestra encuestada fueron estudiantes, el segundo grupo mayor con un 37% fueron personas que se encuentran empleados y así mismo la minoría fueron amas de casa y personas con negocio propio, éstos últimos solo representaron el 3% de la población total encuestada.

- **PREGUNTA 4: ¿Cuál es su nivel de estudio?**

- Básico
- Bachillerato
- Estudio Superior (técnico, universitarios, doctorados, etc.)

**TABLA A.2.2.4: RESULTADOS DE LA PREGUNTA 4**

<b>Respuesta</b>	<b>Número de personas</b>
Básico	3
Bachillerato	10
Estudio Superior (técnico, universitario, doctorado, etc.)	17
<b>Total</b>	<b>30</b>

De acuerdo con los datos obtenidos a partir de la pregunta número 4, es posible notar que más del 50% de la población encuestada posee un estudio superior, y cerca del 33% posee estudios a nivel de bachillerato, siendo un 10% la población que únicamente posee un nivel básico.

- **PREGUNTA 5: ¿Cuál es el nivel de ingreso que posee usted o la persona responsable del hogar?**

- Menos de \$300
- \$301-\$600
- \$601-\$1,500
- Más de \$1,501

**TABLA A.2.2.5: RESULTADOS DE LA PREGUNTA 5**

<b>Respuesta</b>	<b>Número de personas</b>
Menos de \$300	11
\$301-\$600	13
\$601-\$1,500	4
Más de \$1,501	2
<b>Total</b>	<b>30</b>

Los resultados obtenidos en la pregunta número 5 de la encuesta fueron muy representativos de la situación actual en El Salvador, ya que solamente el 7% de la muestra reporto ingresos de más de \$1,501, y así mismo, el 36% reportaron ingresos menores a \$300, que se ajusta al salario mínimo en El Salvador.

• **PREGUNTA 6: ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraen de un nuevo producto?**

- Sencillez y Facilidad de uso
- Precio
- Diseño atractivo
- Aporte nutricional
- Sabor
- Otro (Por favor especifique): \_\_\_\_\_

**TABLA A.2.2.6: RESULTADOS DE LA PREGUNTA 6**

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>
Sencillez y Facilidad de uso	15
Precio	20
Diseño atractivo	5
Aporte nutricional	2
Sabor	10
Otro (Por favor especifique):	0

Dado que la pregunta 6, tenía la característica de marcar más de una opción en la Tabla A2.6 se muestran los resultados en base a la frecuencia siendo los tres aspectos que más atraen de un nuevo producto en orden de mayor a menor los siguientes: precio, sencillez y facilidad de uso, y sabor. De manera sorprendente únicamente el 7% de la muestra encuestada considera un aspecto de importancia el aporte nutricional de un nuevo producto.

- **PREGUNTA 7: ¿Consume pastas alimenticias?**

Si

No *(Si marca esta respuesta, favor pasar a la pregunta 10)*

**TABLA A.2.2.7: RESULTADOS DE LA PREGUNTA 7**

Respuesta	Número de Personas
Si	28
No	2
<b>Total</b>	<b>30</b>

Los resultados obtenidos en la pregunta 7, fueron exactamente los esperados ya que tal y como se estudió en el apartado 2.1 del capítulo 2 de la presente investigación, el consumo de pastas alimenticias en El Salvador es masivo. De acuerdo a los resultados el 93% de los encuestados consumen pastas alimenticias.

- **PREGUNTA 8: ¿Conoce de qué están elaboradas las pastas alimenticias?**

Trigo

Arroz

Yuca

No lo sé

**TABLA A.2.2.8: RESULTADOS DE LA PREGUNTA 8**

Respuesta	Número de personas
Trigo	18
Arroz	2
Yuca	0
No lo sé	8
<b>Total</b>	<b>28</b>

De acuerdo con los datos recopilados en la Pregunta 8, fue posible comprobar que la mayoría de encuestados conocía la materia prima tradicional de las pastas alimenticias, es decir, el 64%, en contraste el 28% no conocía de que materia prima se elaboran.

- **PREGUNTA 9: ¿Con qué frecuencia consume pastas alimenticias?**

- Todos los días
- Más de 3 veces por semana
- De 2 a 3 veces por semana
- Una vez por semana
- Una vez cada 15 días
- Una vez al mes

**TABLA A.2.2.9: RESULTADOS DE LA PREGUNTA 9**

<b>Consumo mensual</b>	<b>Frecuencia</b>
12 días/mes (tres veces por semana)	2
4 días/mes (una vez por semana)	14
2 días/mes (una vez cada quince días)	8
1 día/mes (una vez al mes)	4
<b>Total</b>	<b>28</b>

La pregunta 9 sin duda era uno de los pilares fundamentales de la prueba piloto ya que como se estudió en la sección 2.3 del capítulo 2, de éstos datos dependía el cálculo de la muestra poblacional.

- **PREGUNTA 10: ¿Qué tan interesado estaría en consumir pastas alimenticias libres de gluten elaboradas a base de yuca, arroz y moringa?**

- Muy interesado
- Interesado
- Neutro
- Poco interesado
- Nada interesado (*Si esta es su respuesta, la encuesta ha finalizado, gracias!*)

**TABLA A.2.2.10: RESULTADOS DE LA PREGUNTA 10**

<b>Respuesta</b>	<b>Número de Personas</b>
Muy interesado	4
Interesado	14
Neutro	8
Poco interesado	3
Nada interesado	1
<b>Total</b>	<b>30</b>

Analizando los resultados obtenidos en la pregunta 10, el 46% estarían interesados en consumir la pasta alimenticia y el 14% estaría muy interesados, adicional a esto, únicamente el 3% no estaría nada interesado en consumir la pasta alimenticia a base de harina de yuca, arroz y moringa.

• **PREGUNTA 11: ¿A través de qué medio o medios le gustaría recibir la información sobre este producto?**

- Medios impresos (prensa, revistas y folletos)
- Medios electrónicos (correo, redes sociales)
- Televisión y radio
- Vallas publicitarias
- Ofertas y promoción en supermercados
- Otro (Por favor especifique): \_\_\_\_\_

**TABLA A.2.2.11: RESULTADOS DE LA PREGUNTA 11**

<b>Respuesta</b>	<b>Número de personas</b>
Medios impresos (prensa, revistas y folletos)	6
Medios electrónicos (correo, redes sociales)	14
Televisión y radio	2
Ofertas y promoción en supermercados	7
<b>Total</b>	<b>29</b>

Los datos recopilados en la pregunta 11 fueron sumamente útiles en la investigación ya que se comprobó que la mayoría de personas prefieren conocer acerca de un nuevo producto por medios electrónicos, ya sea correo o redes sociales (48% de las personas encuestadas), en contraste con el 7% que prefiere recibir las noticias por radio o televisión.

**Anexo 2.3: Modelo de Encuesta virtual pasada a muestra poblacional**

Universidad de El Salvador  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos



**LANZAMIENTO DE NUEVO PRODUCTO: “Pasta tipo tallarines libre de gluten a base de harinas yuca, arroz y moringa”.**

El objetivo principal de la presente encuesta es dimensionar el mercado potencial y real en el lanzamiento de este nuevo producto, esto, como parte del Trabajo de Graduación “**Diseño de una planta procesadora de pasta tipo tallarines a base de harinas yuca (*Marinot esculenta*), arroz (*Oriza sariva*) y moringa (*Moringa oleífera*)**”. La información que usted proporcione será utilizada para conocer el grado de aceptación en el mercado y afectará directamente en el desarrollo de la investigación, por lo cual, se solicita la mayor sinceridad en sus respuestas.

La encuesta posee una duración de 10 minutos aproximadamente. Gracias.

**1. ¿En qué rango de edad se encuentra?**

- 15-18  
 19-25  
 26-40  
 41-60  
 Más de 60 años

**2. ¿Cuál es su género?**

- Femenino  
 Masculino

**3. ¿En qué municipio del país reside?**

\_\_\_\_\_

**4. ¿Cuál es el nivel de educación más alto que obtuvo?**

- Primaria
- Secundaria
- Bachillerato
- Profesional técnico
- Universidad incompleta
- Universidad completa
- Posgrado

**5. ¿Cuál de las siguientes opciones describe su situación actual?**

- Estudiante
- Ama de casa
- Negocio propio
- Empleado a medio tiempo
- Empleado a tiempo completo

**6. ¿Cuál es el nivel de ingreso que posee usted o la persona responsable del hogar?**

- Menos de \$300
- \$301-\$600
- \$601-\$900
- \$901-\$1,500
- Más de \$1,501

**7. ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraen de un nuevo producto?**

- Practicidad
- Facilidad de uso
- Precio
- Diseño atractivo
- Moda
-

Aporte nutricional

- Sabor
- Ninguno de los anteriores
- Otro (Por favor especifique): \_\_\_\_\_

**8. ¿Conoce de qué materias primas están elaboradas principalmente las pastas alimenticias?**

- Trigo
- Arroz
- Yuca
- Quínoa
- No lo sé

**9. ¿Consume pastas alimenticias?**

- Si
- No *(Si marca esta respuesta, favor pasar a la pregunta 12)*

**10. ¿Con qué frecuencia consume pastas alimenticias?**

- Todos los días
- Más de 3 veces por semana
- De 2 a 3 veces por semana
- Una vez por semana
- Una vez cada 15 días
- Una vez al mes

**11. ¿Con qué frecuencia compra pastas alimenticias (considere cualquier canal de distribución: supermercados, tiendas, etc.?)**

- Más de una vez por semana
- Una vez por semana
- Una vez cada 15 días
- Una vez al mes
- No compro pastas alimenticias

**12. ¿Cuál es la marca de pastas alimenticias que más consume?**

- ROMA
- Ina
- Suli
- Dany
- Robertoni
- Otro (Por favor especifique): \_\_\_\_\_

**13. ¿Por qué es su marca favorita?**

- Por su sabor
- Por sus vitaminas
- Por su precio
- Por su empaque
- Por practicidad
- Por disponibilidad
- Otro (Por favor especifique): \_\_\_\_\_

**14. Aproximadamente, ¿Cuánto tiempo lleva consumiendo dicha marca?**

- Menos de 6 meses
- 6 Meses
- 1 año
- Más de 1 año

**15. ¿Estaría interesado en consumir pastas alimenticias libres de gluten elaboradas a base de yuca, arroz y moringa?**

Sí

No (*Si esta es su respuesta, la encuesta ha finalizado, gracias!*)

**16. ¿Dónde le gustaría poder adquirir este producto?**

- Supermercados o grandes almacenes
- Mercado
- Tiendas de conveniencia
- Tiendas
- Internet
- Otro (Por favor especifique): \_\_\_\_\_

**17. ¿A través de qué medio o medios le gustaría recibir la información sobre este producto?**

- Anuncios en prensa o revistas
- Correo ordinario
- Televisión
- Vallas publicitarias
- Folletos
- Radio
- Redes sociales – Internet
- Ofertas y promoción en supermercados
- Otro (Por favor especifique): \_\_\_\_\_

**18. ¿Si nuestro nuevo producto (pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa) estuviera disponible hoy, ¿usted lo comprara a un precio de \$2.50 por paquete de 250 gramos de pasta?**

- Si
- No

**19. ¿Si usted pudiese sugerir un precio a nuestro producto considerando la calidad de las materias primas utilizadas y sus ventajas nutricionales, ¿qué rango de precio sugeriría por un paquete de 250 gramos??**

- Menos de \$2.00
- \$2.00 a \$2.35
- \$2.40 a \$3.00
- \$3.05 a \$3.50

**20. Debido a sus materias primas y principalmente a la moringa en su formulación, la pasta alimenticia posee un color verde (parecido a pastas alimenticias con espinaca) ¿qué tan apetecible le parece esta característica?**

- Nada apetecible
- Poco apetecible
- Neutro
- Apetecible
- Muy apetecible

**21. ¿Sustituiría el consumo de pasta regular por el nuevo producto?**

Si

- No (*Si esta es su respuesta, la encuesta ha finalizado, gracias!*)
- 

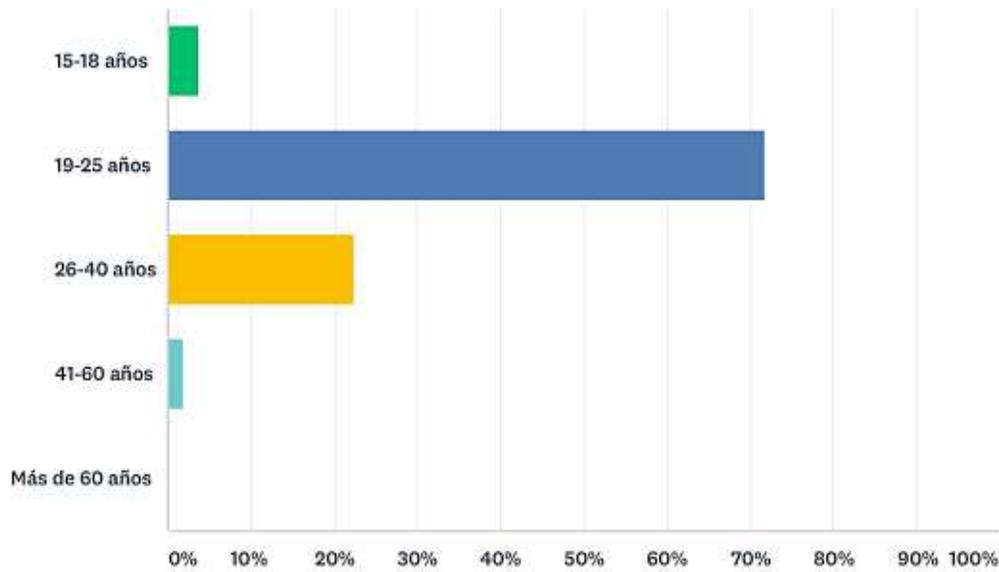
**22. ¿En qué medida sustituiría el consumo de pasta regular por la pasta a base yuca arroz y moringa si esta última es de su total agrado?**

- No lo sustituiría
- En un 25%
- En un 50%
- En un 75%
- Lo sustituiría totalmente

**¡MUCHAS GRACIAS!**

**Anexo 2.4:** Resultados obtenidos en la encuesta virtual pasada a muestra poblacional

**PREGUNTA 1: ¿En qué rango de edad se encuentra?**

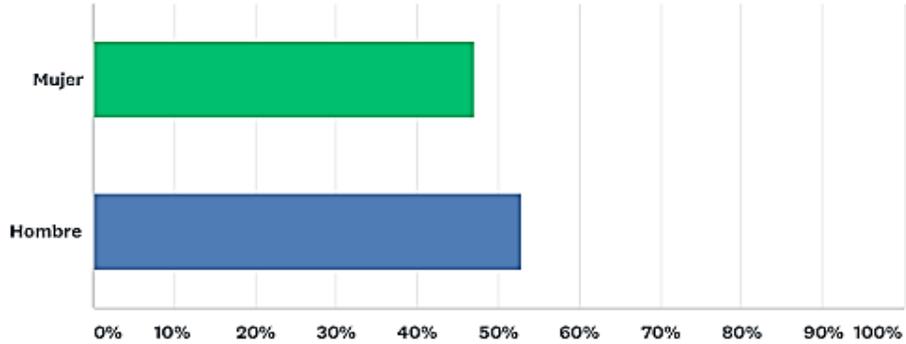


**Figura A.2.4.1:** Gráfico de respuestas de Pregunta 1

**Tabla A.2.4.1:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 1

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
15-18 años	3,85%
19-25 años	71,79%
26-40 años	22,44%
41-60 años	1,92%
Más de 60 años	0,00%
TOTAL	

### PREGUNTA 2: ¿Cuál es su género?



**Figura A.2.4.2:** Gráfico de respuestas de Pregunta 2

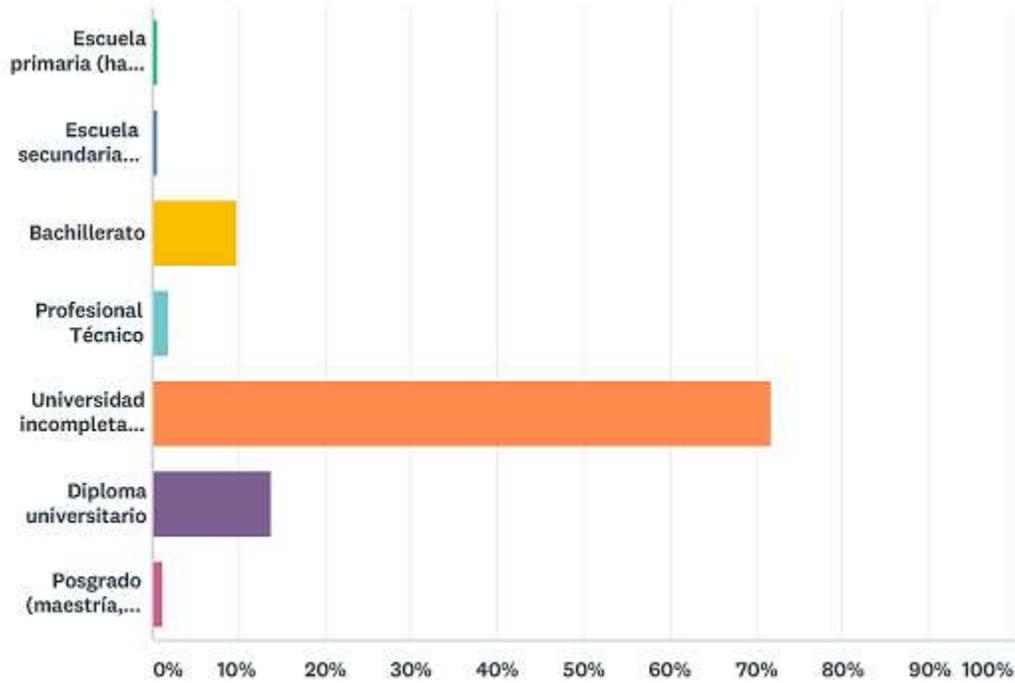
**Tabla A.2.4.2:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 2

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Mujer	47,13%
Hombre	52,87%
TOTAL	

### PREGUNTA 3: ¿En qué municipio del país reside?

**TODAS LAS PERSONAS SON DEL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR, ya que se aplicó el filtro de “Survey Monkey” a todas las personas encuestadas.**

**PREGUNTA 4: ¿Cuál es el nivel de educación más alto que obtuvo?**

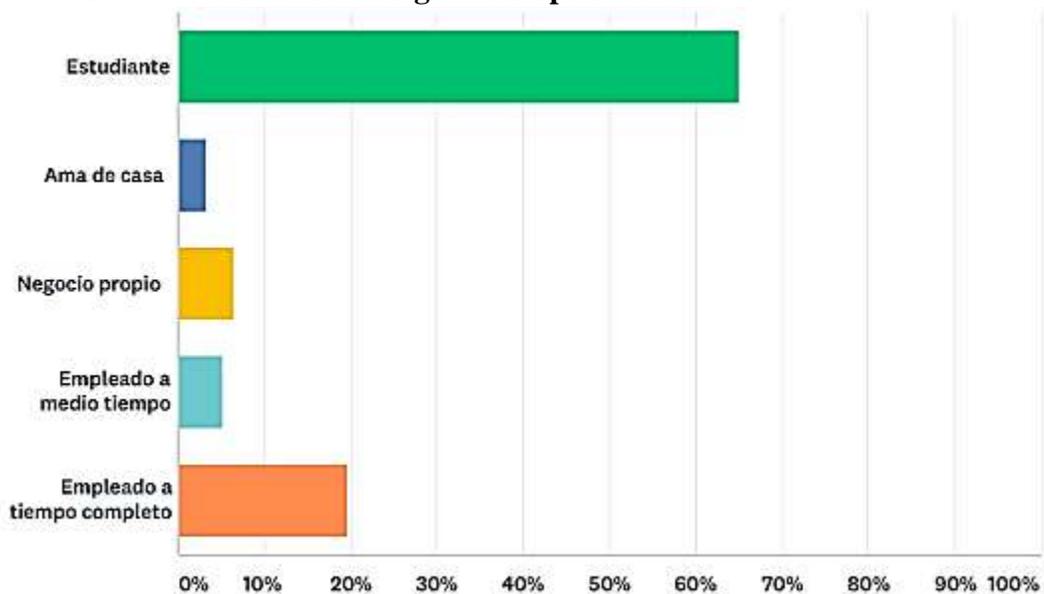


**Figura A.2.4.3:** Gráfico de respuestas de Pregunta 4

**Tabla A.2.4.3:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 4

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Escuela primaria (hasta 6to grado)	0,66%
Escuela secundaria (hasta 9no grado)	0,66%
Bachillerato	9,87%
Profesional Técnico	1,97%
Universidad incompleta (estudiante activo)	71,71%
Diploma universitario	13,82%
Posgrado (maestría, doctorado, etc.)	1,32%
TOTAL	

**PREGUNTA 5: Cuál de las siguientes opciones describe su situación actual?**

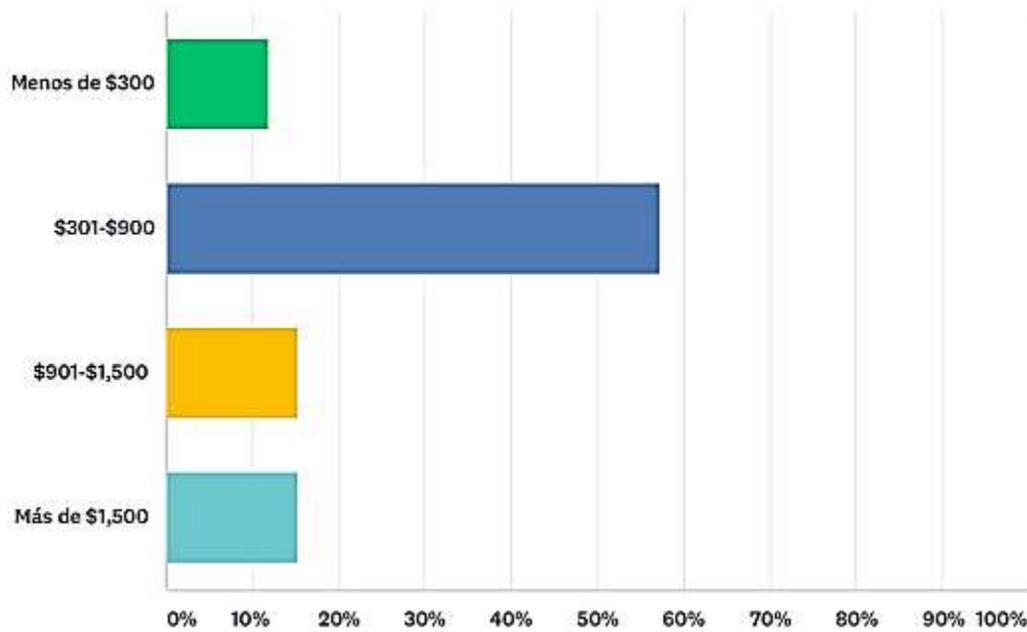


**Figura A.2.4.4:** Gráfico de respuestas de Pregunta 5

**Tabla A.2.4.4:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 5

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS	
Estudiante	65,13%	99
Ama de casa	3,29%	5
Negocio propio	6,58%	10
Empleado a medio tiempo	5,26%	8
Empleado a tiempo completo	19,74%	30
<b>TOTAL</b>		<b>152</b>

**PREGUNTA 6: ¿Cuál es el nivel de ingreso que posee usted o la persona responsable de su hogar?**

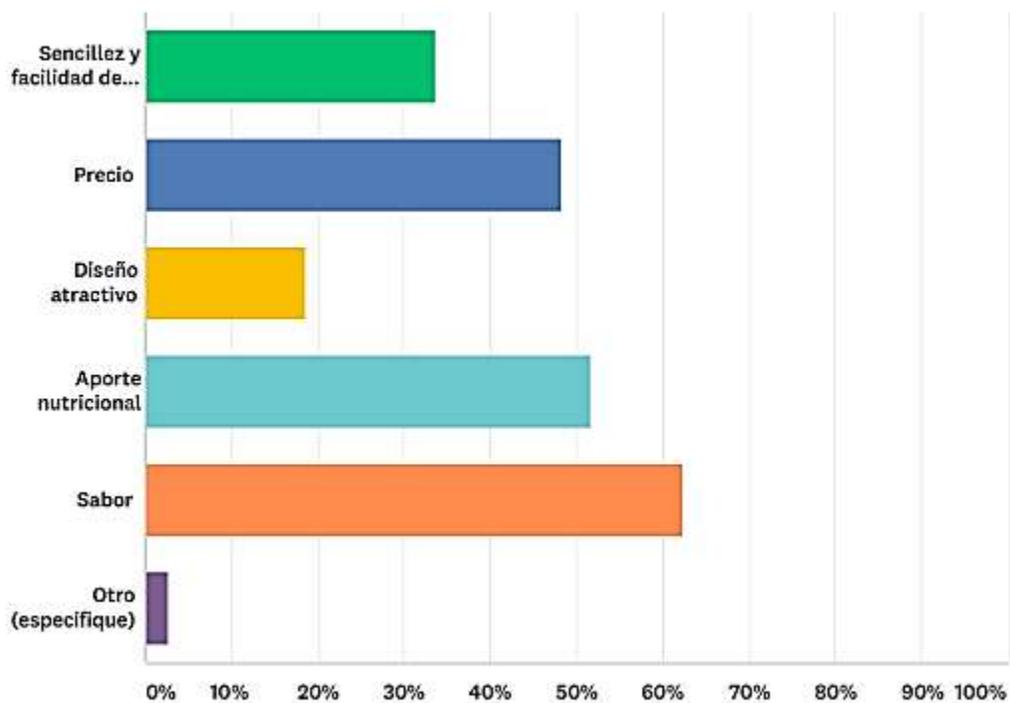


**Figura A.2.4.5:** Gráfico de respuestas de Pregunta 6

**Tabla A.2.4.5:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 6

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS	
Menos de \$300	12,00%	18
\$301-\$900	57,33%	86
\$901-\$1,500	15,33%	23
Más de \$1,500	15,33%	23
TOTAL		150

**PREGUNTA 7: ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraen de un nuevo producto?**

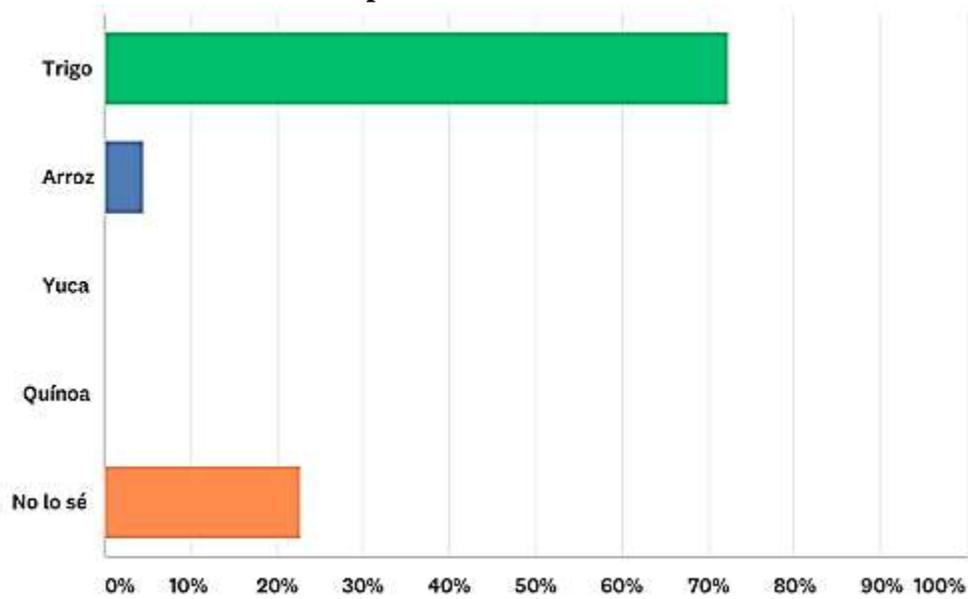


**Figura A.2.4.6:** Gráfico de respuestas de Pregunta 7

**Tabla A.2.4.6:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 7

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Sencillez y facilidad de uso	33,77%
Precio	48,34%
Diseño atractivo	18,54%
Aporte nutricional	51,66%
Sabor	62,25%
Otro (especifique)	2,65%
Total de encuestados: 151	

**PREGUNTA 8: ¿Conoce de qué materias primas están elaboradas principalmente las pastas alimenticias?**

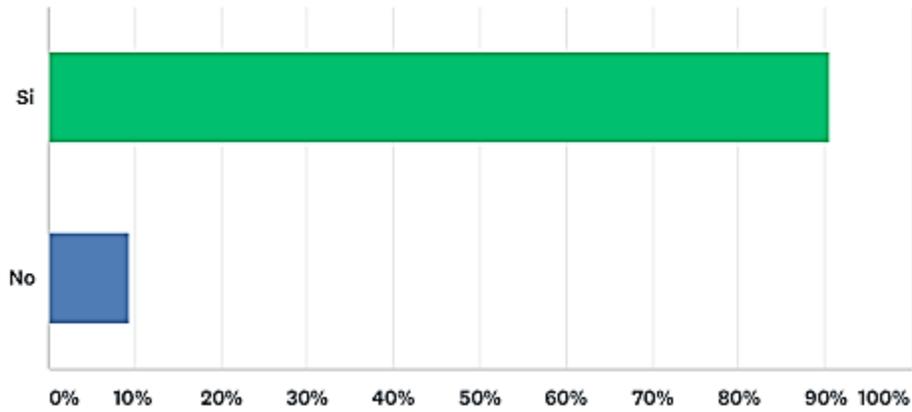


**Figura A.2.4.7:** Gráfico de respuestas de Pregunta 8

**Tabla A.2.4.7:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 8

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS	
Trigo	72,48%	108
Arroz	4,70%	7
Yuca	0,00%	0
Quínoa	0,00%	0
No lo sé	22,82%	34
<b>TOTAL</b>		<b>149</b>

**PREGUNTA 9: ¿Consume pastas alimenticias?**

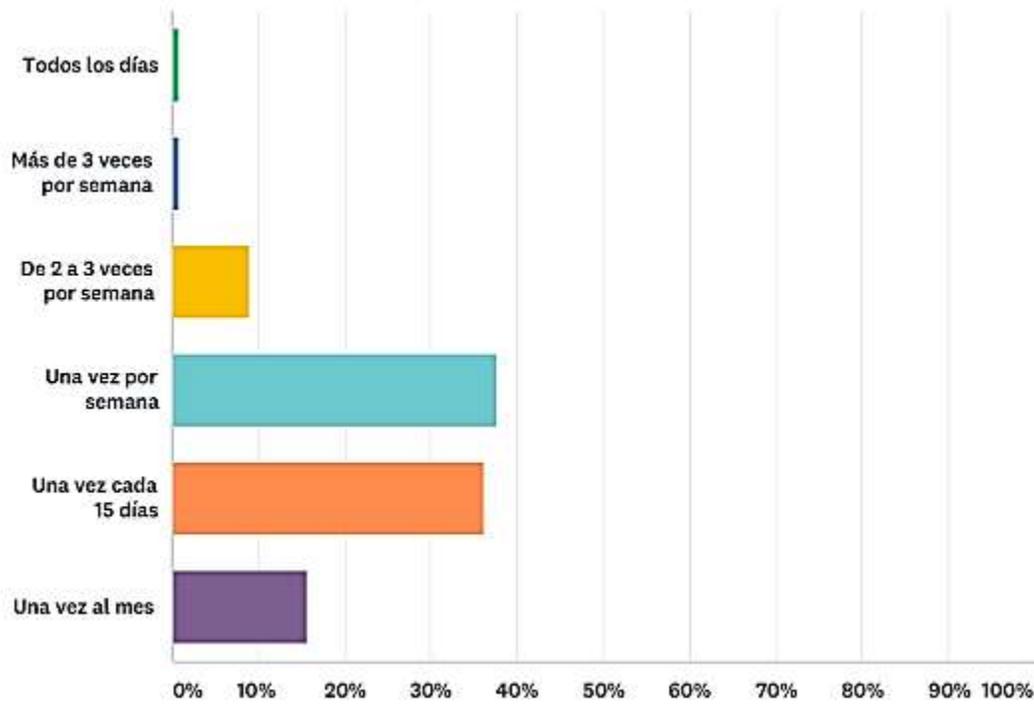


**Figura A.2.4.8:** Gráfico de respuestas de Pregunta 9

**Tabla A.2.4.8:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 9

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Si	90,60%
No	9,40%
TOTAL	

**PREGUNTA10: ¿Con qué frecuencia consume pastas alimenticias?**

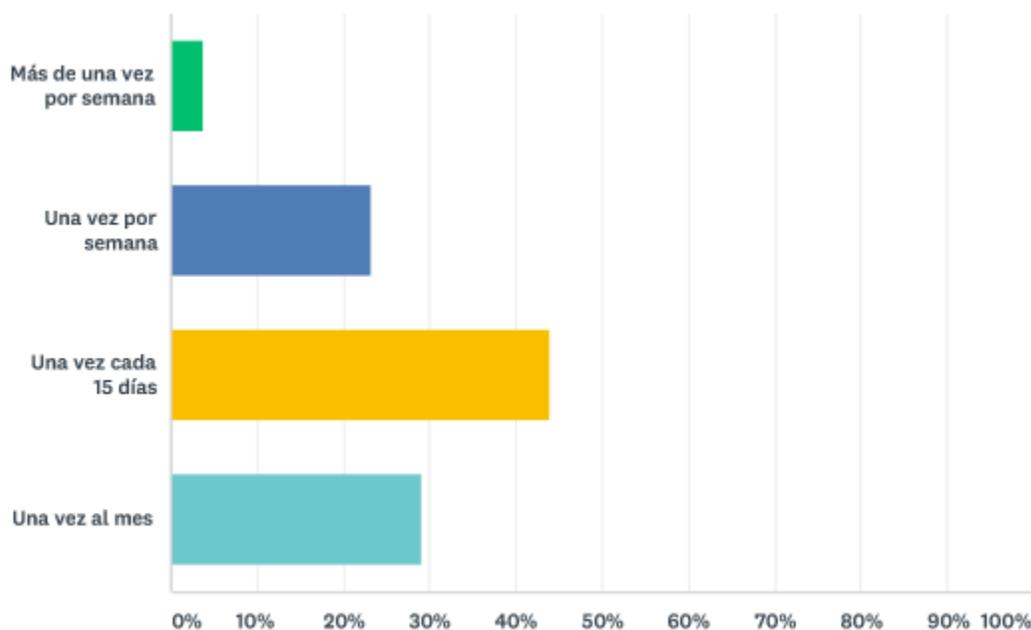


**Figura A.2.4.9:** Gráfico de respuestas de Pregunta 10

**Tabla A.2.4.9:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 10

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Todos los días	0,75%
Más de 3 veces por semana	0,75%
De 2 a 3 veces por semana	9,02%
Una vez por semana	37,59%
Una vez cada 15 días	36,09%
Una vez al mes	15,79%
TOTAL	

**PREGUNTA 11: ¿Con qué frecuencia compra pastas alimenticias (considere cualquier canal de distribución: supermercados, tiendas, etc.?)**

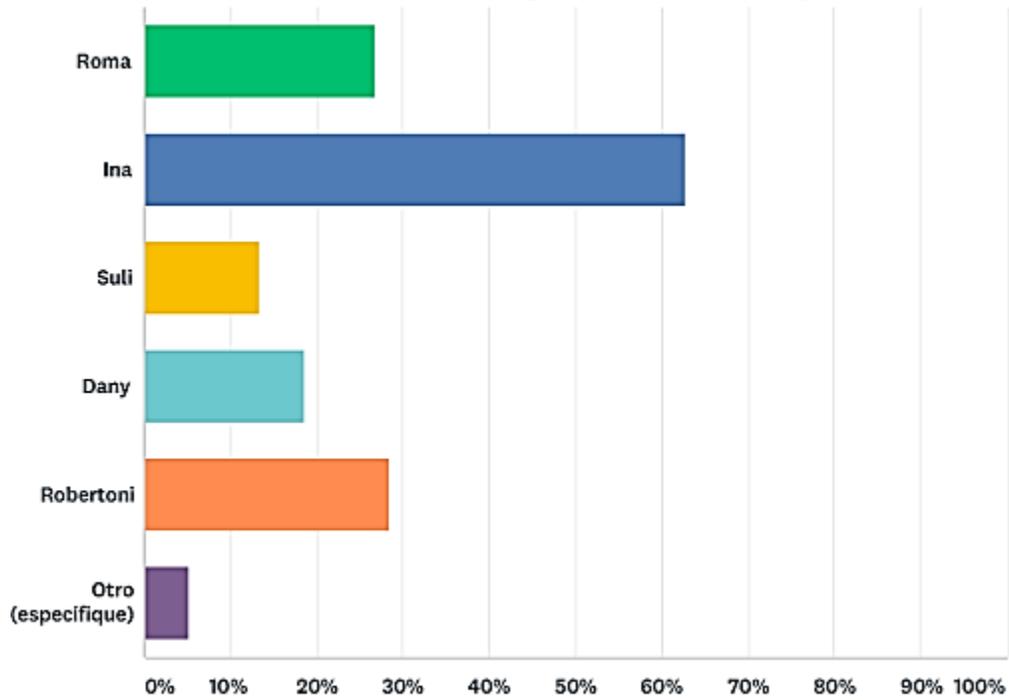


**Figura A.2.4.10:** Gráfico de respuestas de Pregunta 11

**Tabla A.2.4.10:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 11

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Más de una vez por semana	3,73%
Una vez por semana	23,13%
Una vez cada 15 días	44,03%
Una vez al mes	29,10%
TOTAL	

**PREGUNTA 12: ¿Cuál es la marca de pastas alimenticias que más consume?**



**Figura A.2.4.11:** Gráfico de respuestas de Pregunta 12

**Tabla A.2.4.11:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 12

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Roma	26,87%
Ina	62,69%
Suli	13,43%
Dany	18,66%
Robertoni	28,36%
Otro (especifique)	5,22%

### PREGUNTA 13: ¿Porqué es su marca favorita?

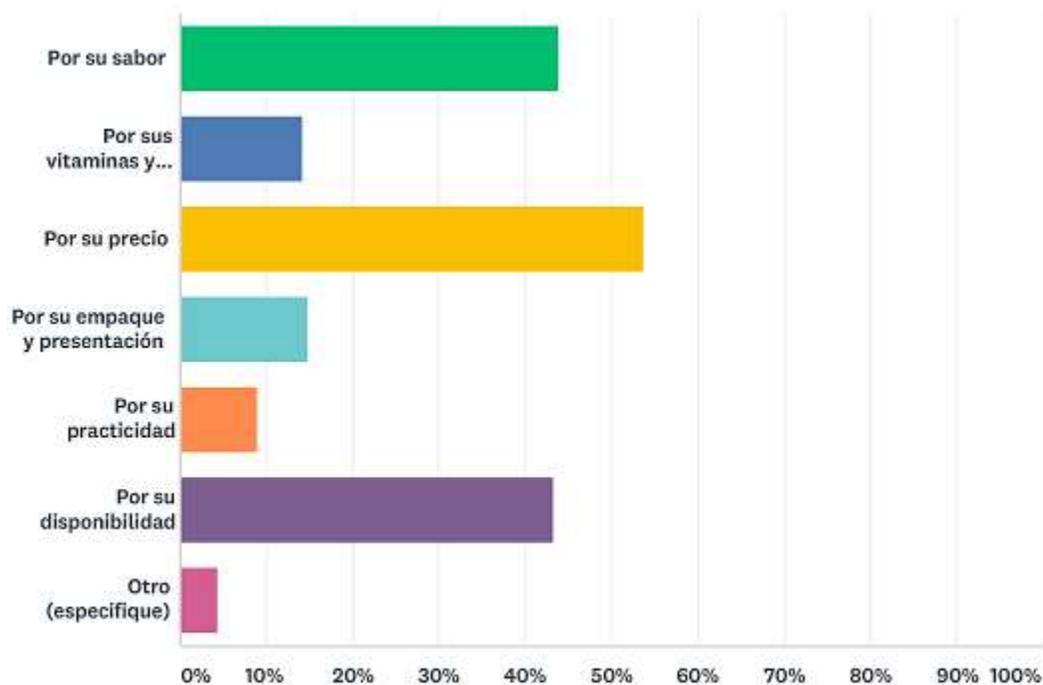
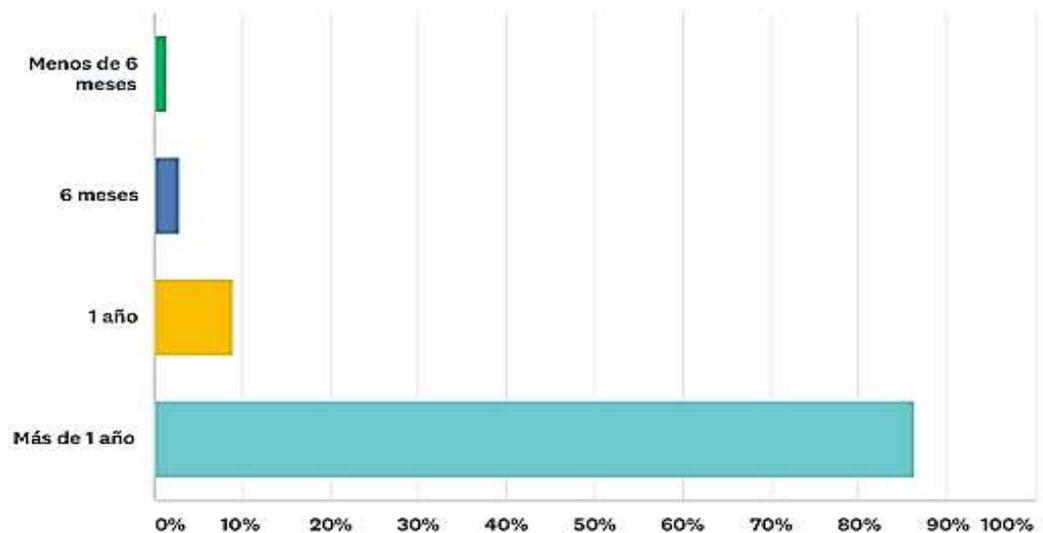


Figura A.2.4.12: Gráfico de respuestas de Pregunta 13

Tabla A.2.4.12: Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 13

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Por su sabor	44,03%
Por sus vitaminas y aporte nutricional	14,18%
Por su precio	53,73%
Por su empaque y presentación	14,93%
Por su practicidad	8,96%
Por su disponibilidad	43,28%
Otro (especifique)	4,48%

**PREGUNTA 14: Aproximadamente, ¿Cuánto tiempo lleva consumiendo dicha marca?**

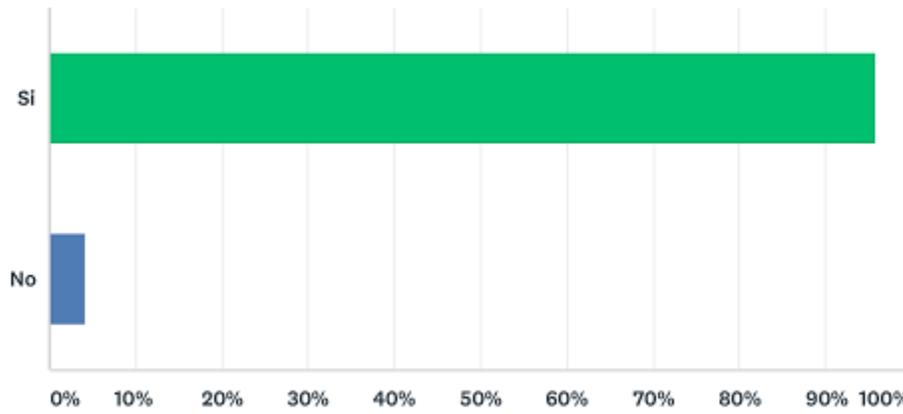


**Figura A.2.4.13:** Gráfico de respuestas de Pregunta 14

**Tabla A.2.4.13:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 14

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Menos de 6 meses	1,50%
6 meses	3,01%
1 año	9,02%
Más de 1 año	86,47%
TOTAL	

**PREGUNTA 15: ¿Estaría interesado en consumir pastas alimenticias libres de gluten elaboradas a base de yuca, arroz y moringa?**

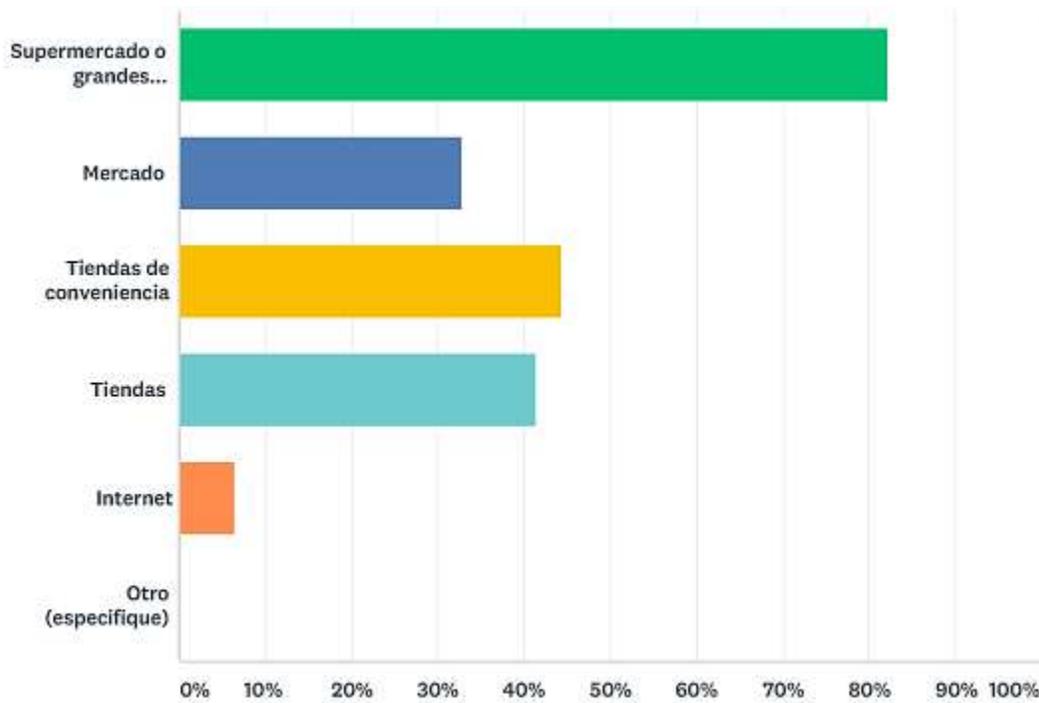


**Figura A.2.4.14:** Gráfico de respuestas de Pregunta 15

**Tabla A.2.4.14:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 15

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Si	95,92%
No	4,08%
TOTAL	

**PREGUNTA 16: ¿Dónde le gustaría poder adquirir este producto?**

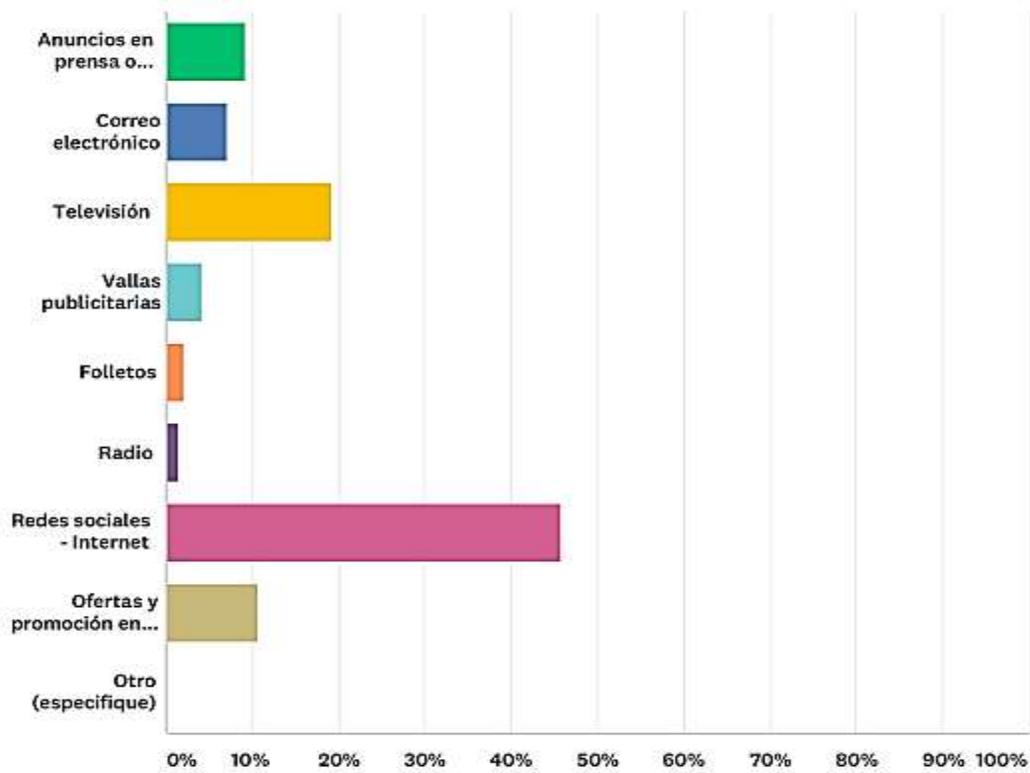


**Figura A.2.4.15:** Gráfico de respuestas de Pregunta 16

**Tabla A.2.4.15:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 16

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS	
Supermercado o grandes almacenes	82,14%	115
Mercado	32,86%	46
Tiendas de conveniencia	44,29%	62
Tiendas	41,43%	58
Internet	6,43%	9
Otro (especifique)	0,00%	0

**PREGUNTA17: ¿A través de qué medio o medios le gustaría recibir la información sobre este producto?**

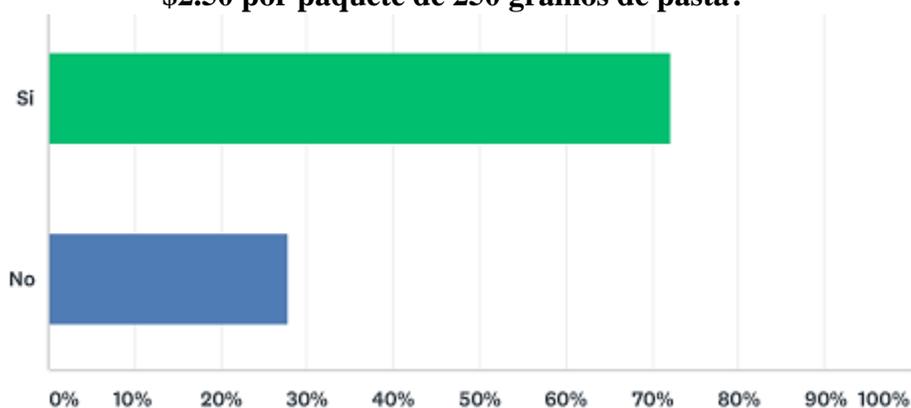


**Figura A.2.4.16:** Gráfico de respuestas de Pregunta 17

**Tabla A.2.4.16:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 17

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Anuncios en prensa o revistas	9,29%
Correo electrónico	7,14%
Televisión	19,29%
Vallas publicitarias	4,29%
Folletos	2,14%
Radio	1,43%
Redes sociales - Internet	45,71%
Ofertas y promoción en supermercados	10,71%
Otro (especifique)	0,00%
TOTAL	

**PREGUNTA 18:** ¿Si nuestro nuevo producto (pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa) estuviera disponible hoy, ¿usted lo comprara a un precio de \$2.50 por paquete de 250 gramos de pasta?

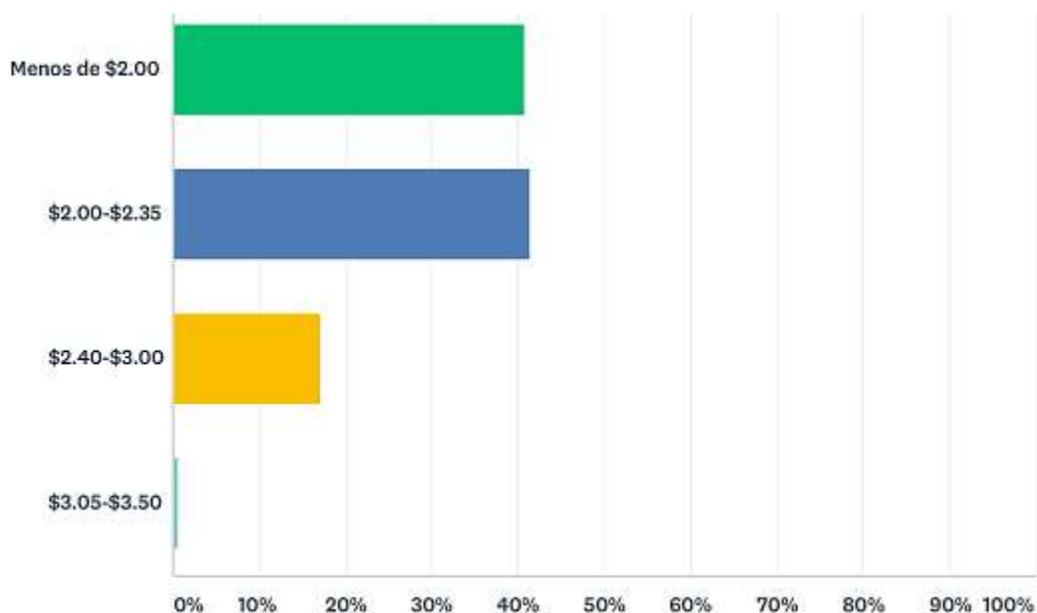


**Figura A.2.4.17:** Gráfico de respuestas de Pregunta 18

**Tabla A.2.4.17:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 18

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Si	72,14%
No	27,86%
TOTAL	

**PREGUNTA19: ¿Si usted pudiese sugerir un precio a nuestro producto considerando la calidad de las materias primas utilizadas y sus ventajas nutricionales, ¿qué rango de precio sugeriría por un paquete de 250 gramos?**

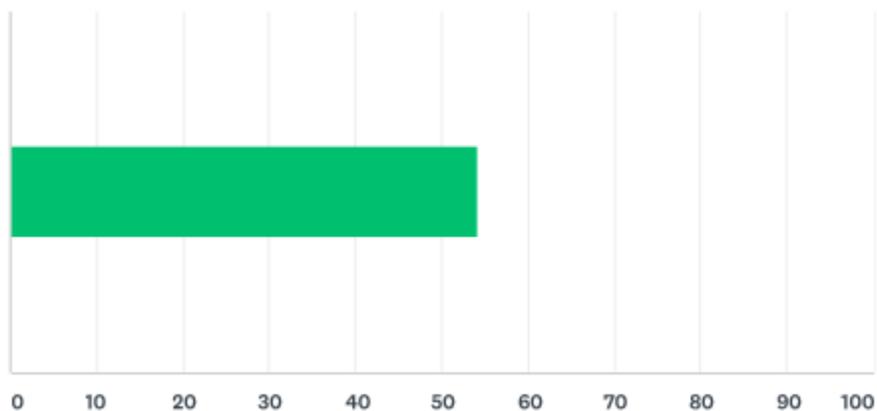


**Figura A.2.4.18:** Gráfico de respuestas de Pregunta 19

**Tabla A.2.4.18:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 19

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Menos de \$2.00	40,71%
\$2.00-\$2.35	41,43%
\$2.40-\$3.00	17,14%
\$3.05-\$3.50	0,71%
TOTAL	

**PREGUNTA 20: Debido a sus materias primas y principalmente a la moringa en su formulación, la pasta alimenticia posee un color verde (parecido a pastas alimenticias con espinaca) ¿qué tan apetecible le parece esta característica?**

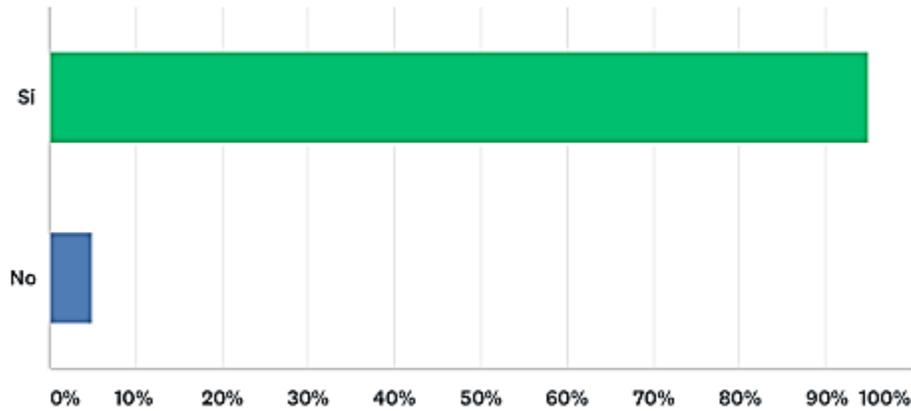


**Figura A.2.4.19:** Gráfico de respuestas de Pregunta 20

**Tabla A.2.4.19:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 20

OPCIONES DE RESPUESTA	CANTIDAD PROMEDIO	CANTIDAD TOTAL
	54	7.522

**PREGUNTA 21. ¿Sustituiría el consumo de pasta regular por el nuevo producto?**

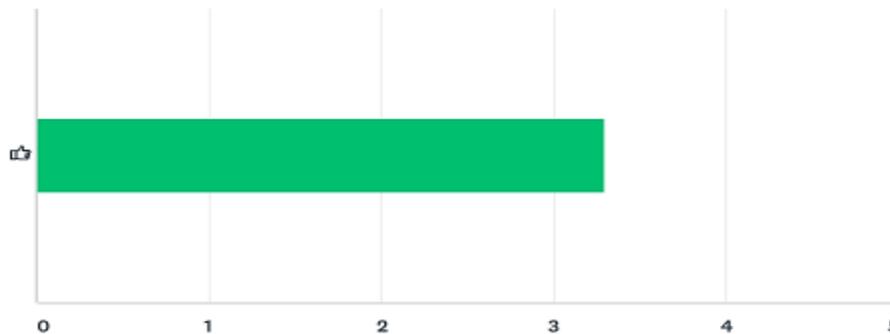


**Figura A.2.4.20:** Gráfico de respuestas de Pregunta 21

**Tabla A.2.4.20:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 21

OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
Sí	95,00%
No	5,00%
TOTAL	

**PREGUNTA22: ¿En qué medida sustituiría el consumo de pasta regular por la pasta a base yuca arroz y moringa si esta última es de su total agrado?**



**Figura A.2.4.21:** Gráfico de respuestas de Pregunta 22

**Tabla A.2.4.21:** Resultados de respuestas en porcentajes de Pregunta 22

	NO LO SUSTITUIRÍA	EN UN 25%	EN UN 50%	EN UN 75%	LO SUSTITUIRÍA TOTALMENTE
👍	0,76%	16,03%	47,33%	25,19%	10,69%

**Anexo 2.5: Datos poblacionales presentados por DIGESTYC en 2007**

**EL SALVADOR  
CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA - 2007  
POBLACIÓN POR ÁREA Y SEXO**

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN			ÁREA						% POBLACIÓN URBANA
				URBANO			RURAL			
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	
<b>TOTAL PAÍS</b>	<b>5,744,113</b>	<b>2,719,371</b>	<b>3,024,742</b>	<b>3,598,836</b>	<b>1,676,313</b>	<b>1,922,523</b>	<b>2,145,277</b>	<b>1,043,058</b>	<b>1,102,219</b>	<b>62.7</b>
Ahuachapán	319,503	155,159	164,344	134,925	63,620	71,305	184,578	91,539	93,039	42.2
Santa Ana	523,655	250,969	272,686	332,650	157,229	175,421	191,005	93,740	97,265	63.5
Sonsonate	438,960	212,252	226,708	261,348	123,954	137,394	177,612	88,298	89,314	59.5
Chalatenango	192,788	92,175	100,613	64,148	30,173	33,975	128,640	62,002	66,638	33.3
La Libertad	660,652	314,066	346,586	463,215	216,333	246,882	197,437	97,733	99,704	70.1
San Salvador	1,567,156	728,797	838,359	1,462,999	677,705	785,294	104,157	51,092	53,065	93.4
Cuscatlán	231,480	111,096	120,384	96,692	45,313	51,379	134,788	65,783	69,005	41.8
La Paz	308,087	147,996	160,091	152,207	71,671	80,536	155,880	76,325	79,555	49.4
Cabañas	149,326	70,204	79,122	49,694	22,616	27,078	99,632	47,588	52,044	33.3
San Vicente	161,645	77,687	83,958	78,157	36,775	41,382	83,488	40,912	42,576	48.4
Usulután	344,235	163,555	180,680	165,143	76,728	88,415	179,092	86,827	92,265	48.0
San Miguel	434,003	201,675	232,328	219,636	99,918	119,718	214,367	101,757	112,610	50.6
Morazán	174,406	82,453	91,953	45,561	20,745	24,816	128,845	61,708	67,137	26.1
La Unión	238,217	111,287	126,930	72,461	33,533	38,928	165,756	77,754	88,002	30.4

FUENTE: DIGESTYC - VI CENSO DE POBLACIÓN Y V DE VIVIENDA

**Anexo 2.6:** *Canales de distribución de productos comerciales.* (Parreño Selva, 2013)

Un canal de distribución es el conducto que cada empresa escoge para llevar sus productos al consumidor de la forma más completa, eficiente y económica posible. La distribución tiene como misión poner el producto a disposición de los consumidores en la cantidad, el lugar y el momento apropiados, y con los servicios necesarios. El cumplimiento de este objetivo justifica la existencia de un sistema de intermediación entre la empresa productora (producción) y el consumidor (consumo), que se denominará sistema de distribución comercial.

Por otra parte, la distribución suele clasificarse atendiendo al objeto protagonista del canal: bienes consumibles, bienes industriales o servicios. Otro tipo de clasificación separa los canales en **distribución directa**, si es la realizada sin intermediación entre fabricante y consumidor, o **indirecta** si incluye puntos intermedios en la cadena (véase Figura). La elección de una modalidad u otra dependerá de diversos factores como el precio del producto, el público objetivo o el tamaño de la compañía.



**Figura a.2.6.1:** *Recorrido de acuerdo al tipo de canal de distribución.*

La importancia de un canal reside principalmente en que existen separaciones de tipo geográfico o de localización y cronológicas siendo necesario que haya que realizar trabajos de almacenaje, transporte y venta de la mercancía desde el productor al cliente final gracias a mayoristas y minoristas.

- a) **Mayoristas:** intermedian entre el fabricante y los minoristas, dedicándose a la compraventa de productos y servicios en grandes cantidades, que serán vendidas

bien a otros mayoristas o fabricantes o, principalmente, a los minoristas. Los mayoristas nunca relacionan al fabricante y el consumidor final directamente, es decir, no venden productos y servicios comprados al fabricante u otros mayoristas a los consumidores del producto.

- b) Minoristas:** enlazan la oferta de mayoristas y fabricantes con el consumidor final de los productos y, al igual que el mayorista, realizan funciones aparte de las genéricas que justifican su existencia, como agrupar los productos de diferentes oferentes y crear un surtido para el consumidor final, conceder crédito y facilidades de pago a los clientes en sus compras, entre otros. (Sánchez Galán, 2016)

**Anexo 3.1:** Selección de factores de ubicación de la planta procesadora de pasta tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa.

**Tabla A.3.1.1:** Factores de ubicación de la planta de pasta tipo tallarín

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Sub-factores</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Servicios públicos</b>	El suministro de energía y agua potable es en sí lo que impulsará y dará funcionamiento a la planta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilidad de energía eléctrica y agua</li> <li>- Costos de los servicios</li> <li>- Calidad del servicio</li> </ul>	Esta categoría tendrá una puntuación asignada de 20 puntos
<b>Características climatológicas y geográficas</b>	El clima es uno de los factores más influyentes debido a que si el lugar no mantiene un clima relativamente constante, se podría producir grandes problemas a futuro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Clima y topografía</li> <li>-Desarrollo comercial e industrial</li> </ul>	Esta categoría tendrá una puntuación asignada de 10.
<b>Distancia desde el departamento al área urbana de San Salvador.</b>	La distancia hacia la zona urbana del departamento de San Salvador es muy importante debido a que es la zona de mayor movimiento económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Distancia a la capital</li> </ul>	Esta categoría tendrá una puntuación asignada de 20 puntos

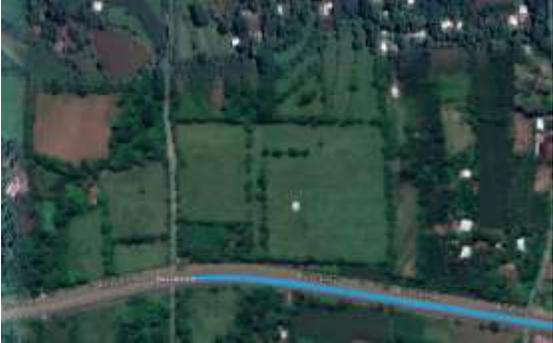
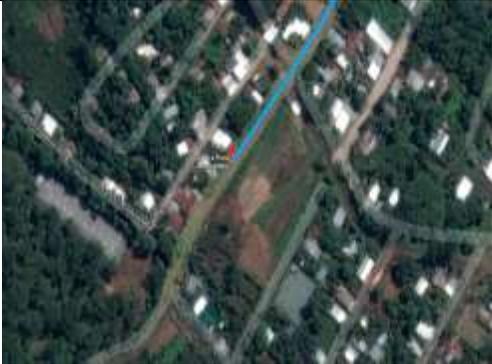
**Continúa...**

**Tabla A.3.1.1: Factores de ubicación de la planta de pasta tipo tallarín. Continuación.**

<p><b>Aspectos fiscales y financieros</b></p>	<p>Para las alternativas se evaluará si cuenta con una ley de desarrollo y ordenamiento territorial para cada área y si existen códigos de construcción y disposiciones legales que determinen la instalación y edificación de la planta misma.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigencias ambientales</li> <li>- Impuestos de funcionamiento</li> </ul>	<p>Esta categoría tendrá una puntuación asignada de 10 puntos</p>
<p><b>Factores de la comunidad</b></p>	<p>La empresa debe evaluar que la instalación no afecta la salud de las personas en todo ámbito, no ocasiona ruido, vibraciones en el aire circundante, residuos tóxicos vertidos a los ríos que pueda colinden con el espacio establecido, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Grado de aceptación de la comunidad</li> </ul>	<p>Esta categoría tendrá una puntuación asignada de 10 puntos</p>
<p><b>Suministro de materias primas</b></p>	<p>Este factor se ha definido como el más importante junto con el factor de servicios públicos. Para que pueda realizarse el proceso productivo, sin duda alguna sin materia prima no hay producto y por ende no se da paso al proceso de producción</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Costos de adquisición</li> <li>-Cercanía de los proveedores</li> <li>- Producción de materia prima</li> </ul>	<p>Esta categoría tendrá una puntuación asignada de 30 puntos</p>
<p><b>Total</b></p>			<p><b>100</b></p>

**Anexo 3.2: Alternativas de ubicación de la planta procesadora de pasta alimenticia**

**Tabla A.3.2.1: Alternativas de ubicación de planta de pastas tipo tallarín**

Alternativa 1	
 <p><i>Imagen del departamento de Usulután</i></p>	 <p><i>Posible ubicación de la planta en Usulután</i> Fuente Google map's</p>
Alternativa 2	
 <p><i>Imagen del Departamento de La Libertad</i></p>	 <p><i>Imagen 3.4 Posible ubicación de la Planta en La Libertad</i> Fuente Google map's</p>
Alternativa 3	
 <p><i>Imagen del Departamento de San Salvador</i></p>	 <p><i>Imagen 3.6 Posible Ubicación de la Planta en San Salvador</i> Fuente Google map's</p>

**Anexo 3.3:** *Método empleado para definir la localización de la planta procesadora de pasta alimenticia tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa.*

**Método cualitativo por puntos para la posible ubicación de la planta (Padilla, 2011)**

El método que se utilizará para evaluar la posible localización de la planta será el Método cualitativo por puntos. Este método consiste en definir los principales factores determinantes de una localización, para asignarles valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que se les atribuye. El peso relativo, sobre la base de una suma igual a uno, depende fuertemente del criterio y experiencia del evaluador. Al comparar dos o más localizaciones opcionales, se procede a asignar una calificación a cada factor de acuerdo a una escala predeterminada, como por ejemplo de cero a diez. La suma de las calificaciones ponderadas permitirá seleccionar la localización que acumule el mayor puntaje. Pasos a seguir para evaluación de alternativas mediante el método cualitativo de puntos:

1. Desarrollar una lista de factores relevantes. Puede tomar de modelo listas de macro y micro factores ya elaboradas en base a experiencia de expertos en el tema y modificar a criterio con base en la información de la investigación en curso.
2. Asignar un peso a cada factor para indicar su importancia relativa, el peso asignado dependerá exclusivamente del criterio del investigador.
3. Asignar una escala común a cada factor (de 0 a 100) y elegir cualquier mínimo.
4. Calificar a cada sitio potencial de acuerdo con la escala asignada.
5. Sumar la puntuación de cada sitio.
6. Se escogerá la alternativa con mayor puntuación ponderada.

### Anexo 3.4: Selección de ubicación de la planta procesadora de pasta tipo tallarín

La selección de la alternativa se realizará por el método de puntos ponderados, en la Tabla A.3.5.1 se presentan los resultados de las distintas alternativas estudiadas.

**Tabla A.3.5.1:** Resultados de la selección de ubicación de la planta procesadoras de pasta tipo tallarín

Factores y subfactores	Descripción	Alternativa 1 Usulután	puntaje	Alternativa 2 La libertad	puntaje	Alternativa 3 San Salvador	puntaje
<b>1. Servicios Públicos</b>	Puntuación asignada 20 Puntos						
<b>Disponibilidad de energía eléctrica y agua</b>	La disponibilidad de los servicios públicos es indispensable para el buen funcionamiento de la planta y la salud de los trabajadores	Se cuenta con servicio de agua potable y energía eléctrica en la zona.	10	Se cuenta con servicio de agua potable y energía eléctrica en la zona.	10	Se cuenta con servicio de agua potable y energía eléctrica en la zona.	10
<b>Costos de los servicios</b>	Para lograr una ventaja competitiva se deben de buscar los menores costos	el costo de Kwh varía entre \$0.814 y \$0.952 depende de la empresa, y el metro cubico de agua tiene un valor de \$1.5	5	el costo de Kwh varía entre \$0.814 y \$0.952 depende de la empresa, y el metro cubico de agua tiene un valor de \$1.5	5	el costo de Kwh varía entre \$0.814 y \$0.952 depende de la empresa, y el metro cubico de agua tiene un valor de \$1.5	5

**Continúa...**

**Tabla A.3.5.1: Resultados de la selección de ubicación de la planta procesadoras de pasta tipo tallarín. Continuación.**

<b>Factores y subfactores</b>	<b>Descripción</b>	<b>Alternativa 1 Usulután</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 2 La libertad</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 3 San Salvador</b>	<b>puntaje</b>
<b>1. Servicios Públicos</b>	Puntuación asignada 20 Puntos						
<b>Calidad del servicio</b>	El servicio debe de ser estable sin interrupciones constantes.	El servicio de agua de ANDA cuenta con análisis que garantizan ser aptas para consumo	2	El servicio de agua de ANDA cuenta con análisis que garantizan ser aptas para consumo	2	El servicio de agua de ANDA cuenta con análisis que garantizan ser aptas para consumo	2
<b>Puntuación Obtenida</b>			<b>17</b>		<b>17</b>		<b>17</b>

Continúa...

**Tabla A.3.5.1: Resultados de la selección de ubicación de la planta procesadoras de pasta tipo tallarín. Continuación.**

Factores y subfactores	Descripción	Alternativa 1 Usulután	puntaje	Alternativa 2 La libertad	puntaje	Alternativa 3 San Salvador	puntaje
<b>2. características climatológicas</b>	Puntuación asignada 10 Puntos						
<b>Clima</b>	Es un factor importante, ya que en la época de invierno se puede tener riesgos de inundaciones, que pueden afectar la seguridad de la planta	La temperatura promedio es de 26.0°C con humedad promedio de 62%, las zonas de inundación se ubican en la costa de la Bahía de Jiquilisco y en la cuenca baja del río Lempa.	5	La temperatura media es de 22.8°C con humedad promedio de 70%. Las con zonas de riesgo de inundación se ubican a lo largo de la costa	3	La temperatura media es de 24.1°C con humedad 47%, no se cuenta con zonas de riesgo de inundación.	3
<b>Desarrollo comercial e industrial</b>	El grado de desarrollo es importante debido al nivel de industrialización que tendrá la planta	Se cuenta con varias opciones de terrenos para la construcción de la planta, y el desarrollo industrial es significativo.	3	Se cuenta con varias alternativas de terrenos para la construcción de la planta, pero con poco desarrollo industrial	2	El mercado es de mayor aceptabilidad y se debe contar con un sistema de repartición local	4
<b>Puntuación Obtenida</b>			<b>8</b>		<b>5</b>		<b>7</b>

Continúa...

**Tabla A.3.5.1: Resultados de la selección de ubicación de la planta procesadoras de pasta tipo tallarín. Continuación.**

<b>Factores y subfactores</b>	<b>Descripción</b>	<b>Alternativa 1 Usulután</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 2 La libertad</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 3 San Salvador</b>	<b>puntaje</b>
<b>3.Distancecia hacia la zona urbana de san salvador</b>	Puntuación asignada 20 Puntos						
<b>Distancia a la capital</b>	La distancia hacia san salvador es importante, ya que es el área comercial del país	116 Km con un tiempo estimado de 1h con 46min. Hasta la zona metropolitana de San Salvador	12	35.6 Km en un tiempo aproximado de 52 minutos. Hasta la zona metropolitana de San Salvador.	16	20.1 Km con un tiempo aproximado de 34 minutos. Hasta la zona metropolitana de San Salvador.	18
<b>Puntuación Obtenida</b>			<b>12</b>		<b>16</b>		<b>18</b>

Continúa...

**Tabla A.3.5.1: Resultados de la selección de ubicación de la planta procesadoras de pasta tipo tallarín. Continuación.**

<b>Factores y subfactores</b>	<b>Descripción</b>	<b>Alternativa 1 Usulután</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 2 La libertad</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 3 San Salvador</b>	<b>puntaje</b>
<b>4. Aspectos fiscales y financieros</b>	Puntuación asignada 10 Puntos						
<b>Exigencias ambientales</b>	Para obtener la licencia de funcionamiento debe contar con el permiso ambiental	Cuenta con el decreto municipal N° 8 tomo 366 que establece la protección medio ambiente impulsando acciones permanentes y sistemáticas para el saneamiento ambiental, mejorando la salud e higiene del municipio.	5	Cuenta con un decreto municipal N° 2 tomo 379 que es La ordenanza reguladora de los residuos sólidos del municipio de sacacoyo, departamento de la libertad, que establece las obligaciones de la municipalidad y de las personas naturales o jurídicas.	5	Decreto N° 233 establece la ley de medio ambiente que tiene por objeto desarrollar las disposiciones que de protección, conservación y recuperación del medio ambiente, estableciendo políticas, obligaciones y sanciones, para ayudar al sostenimiento del medio ambiente.	5

Continúa...

**Tabla A.3.5.1: Resultados de la selección de ubicación de la planta procesadoras de pasta tipo tallarín. Continuación.**

Factores y subfactores	Descripción	Alternativa 1 Usulután	puntaje	Alternativa 2 La libertad	puntaje	Alternativa 3 San Salvador	puntaje
<b>4. Aspectos fiscales y financieros</b>	Puntuación asignada 10 Puntos						
<b>Impuestos de funcionamiento</b>	La tarifa municipal juega un papel importante se buscan los impuestos más bajos, para reducir costos	Según el decreto No 852 de la asamblea legislativa para Usulután si el activo está valorado de \$114,313.01 a \$228,626.00 el impuesto será de \$75.16 más \$0.07 por millar o fracción, excedente a \$114,313.01	4	Según el decreto No 156 de la asamblea legislativa para Sacacoyo si el activo está valorado de \$100,000.01 a \$200,000.00 el impuesto será de \$125.00 más \$0.70 por millar o fracción, excedente a \$100,000.00	3	Según el decreto No 350 de la asamblea legislativa para San Salvador si el activo está valorado en \$285,783.00 el impuesto será de \$571.57 más \$0.03 por millar o fracción, excedente a \$285,783.	2
<b>Puntuación Obtenida</b>			<b>9</b>		<b>8</b>		<b>7</b>

Continúa...

**Tabla A.3.5.1: Resultados de la selección de ubicación de la planta procesadoras de pasta tipo tallarín. Continuación.**

<b>Factores y subfactores</b>	<b>Descripción</b>	<b>Alternativa 1 Usulután</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 2 La libertad</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 3 San Salvador</b>	<b>puntaje</b>
<b>5. Factores de la comunidad</b>	Puntuación asignada 10 Puntos						
<b>Grado de aceptación de la comunidad</b>	Tener aceptación por parte de la comunidad es importante para el desarrollo social.	Aporta puestos de trabajo y no afecta a la Comunidad porque está retirado del casco urbano	10	Aporta puestos de trabajo y no afecta a la Comunidad porque está retirado del casco urbano	10	Aporta puestos de trabajo y no afecta a la Comunidad porque está retirado del casco urbano	10
<b>Puntuación Obtenida</b>			<b>10</b>		<b>10</b>		<b>10</b>
<b>Factores y subfactores</b>	<b>Descripción</b>	<b>Alternativa 1 Usulután</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 2 La libertad</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 3 San Salvador</b>	<b>puntaje</b>
<b>6. Suministros</b>	Puntuación asignada 30 Puntos						
<b>Costos de adquisición</b>	Los costos de adquisición deben de ser bajos, para lograr ser competitivos en el mercado	El precio del quintal de arroz está en \$37.00. El precio del saco de yuca de 133-135 libras ronda \$36.5	3	El precio quintal de arroz está en \$37.00. El precio del saco de yuca de 133-135 libras ronda \$36.5	3	El precio del quintal de arroz está en \$37.00. El precio del saco de yuca de 133-135 libras ronda \$36.5	3

**Continúa...**

**Tabla A.3.5.1: Resultados de la selección de ubicación de la planta procesadoras de pasta tipo tallarín. Continuación.**

<b>Factores y subfactores</b>	<b>Descripción</b>	<b>Alternativa 1 Usulután</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 2 La libertad</b>	<b>puntaje</b>	<b>Alternativa 3 San Salvador</b>	<b>puntaje</b>
<b>6. Suministros de materias primas</b>	Puntuación asignada 30 Puntos						
<b>Cercanía de los proveedores</b>	La distancia de los proveedores es importante, para no padecer escasez de materia prima	Se cuenta con la cercanía de proveedores y con buena cantidad de producción de materia prima.	15	El departamento cuenta con proveedores cercanos y con buena cantidad de producción de materia prima.	13	El departamento cuenta con proveedores cercanos	12
<b>producción de materia prima</b>	La cantidad de materia prima producida es importante para mantener la producción estable.	87 quintales de arroz y 7,360 quintales de yuca según datos del MAG y cuenta con productores de moringa, según visión mundial.	9	292,303 quintales de arroz según Datos del MAG, la producción de yuca se da por productores locales	7	Los municipios de Guazapa y Tonacapeteque cultivan arroz y yuca respectivamente, además está la cercanía del mercado la TIENDONA	7
<b>Puntuación Obtenida</b>			<b>27</b>		<b>23</b>		<b>22</b>
<b>Puntuación Total</b>			<b>83</b>		<b>79</b>		<b>81</b>

### **Anexo 3.5: *Manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)***

#### **Objetivos**

- Elaborar una guía con los requisitos básicos que deben cumplir el personal de producción para asegurar las condiciones de seguridad necesarias para la elaboración de la pasta tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa.
- Evaluar el nivel de cumplimiento por parte de todos los trabajadores de los requisitos establecidos en el manual de BPM.

#### **Programas Prerrequisitos.**

Los programas de prerrequisitos considerados en la presente guía son los siguientes:

1. Programa de control de personal
2. Programa de Control del Agua para proceso
3. Programa de Limpieza y Desinfección de instalaciones y equipos
4. Mantenimiento de Instalaciones y Equipos
5. Programa de Control de Plagas
6. Programa de capacitación y Formación del Personal Manipulador
7. Control de Proveedores y de Materias Primas
8. Etiquetado y Trazabilidad.
9. Programa de acción por defectos.

## 1 Programa de control de personal

<b>TITULO DEL PROGRAMA</b>	Control del personal.
<b>RESPONSABLE</b>	Equipo de control de calidad
<b>REVISION AUTORIZADA POR</b>	Jefe del departamento de control de calidad.
<b>FRECUENCIA DE REVISION</b>	Una vez al año o en caso de modificaciones en línea de procesos.
<b>META</b>	Suministrar materiales y conocimientos para mejorar las costumbres de limpieza del personal.
<b>ALCANCE</b>	Formación del personal, medidas de sanitización personal.
<b>ELEMENTOS PRINCIPALES</b>	Higiene del personal. Lavado de manos. Aseo personal. Vestimenta. Control médico. Hábitos del manipulador.

### 1.1 Higiene del personal

Toda persona que entre al área de producción y esté en contacto directo con las materias primas, producto terminado, materiales de empaque, equipos y/o utensilios, debe practicar y observar las medidas de higiene que a continuación se describen:

- Mantener el cabello corto o si se usa largo debe estar recogido y dentro del gorro.
- Las uñas tienen que estar cortas a la altura de la yema de los dedos, limpias y sin esmalte.
- Mantener sus manos limpias.
- Bañarse y lavarse el cabello diariamente.
- Afeitarse diariamente.
- Dejar en el vestuario el reloj, los anillos, los aritos, pulseras, cadenas o cualquier elemento que pueda contaminar los productos.

### 1.2 Lavado o higienización de manos

Todo el personal debe lavarse correctamente las manos:

- Al ingresar o retirarse del área de producción.
- Siempre que se toquen las bolsas con desechos.
- Luego que se utilice el baño.
- Cuando se reanuden las tareas de manipulación de los productos
- Luego de toser, estornudar o limpiarse la nariz, luego de tocarse rascarse cualquier parte del cuerpo.
- Después de tocar o entrar en contacto con posibles contaminantes (embalajes, superficies sin lavar, etc.).

### **1.2.1 Procedimiento de lavado de manos:**

1. Realizarse cada vez que se entre al área de producción.
2. Utilizar agua, jabón, alcohol gel y papel toalla.
3. Se realizaran hisopados de manos una vez al mes como control.
4. La zona designada para el lavado de manos contara con indicaciones de cómo realizar el lavado satisfactoriamente.
5. Todo el personal debe lavarse correctamente las manos.
6. Forma correcta de lavarse las manos:
  1. Humedezca sus manos con agua.
  2. Cúbralas con jabón desinfectante.
  3. Frote sus manos entre sí, efectuando movimientos circulares por 15 a 20 segundos.
  4. Frote bien sus dedos y limpie bien las uñas, debajo y alrededor de éstas con la ayuda de un cepillo.
  5. Lave la parte de los brazos que está al descubierto y en contacto con los alimentos, frotando repetidamente.
  6. Enjuague sus manos y brazos con suficiente agua.
  7. Escurra el agua residual.

8. Seque las manos y los brazos con toallas desechables o secador de manos.

### **1.3 Aseo personal**

- A) Las reuniones informativas serán planificadas por la gerencia una vez al año, y serán impartidas por el ingeniero encargado de gestión de calidad e inocuidad o se realizara con la asistencia del ministerio de salud cada año
- B) Se realizaran reuniones informativas cada tres meses en base a las necesidades identificadas por los supervisores
- C) Las reuniones incluirán información sobre: limpieza personal, lavado de manos, vestimenta adecuada, limpieza de uniformes.
- D) Se realizaran talleres para verificar el aprendizaje del personal.
- E) Se ubicaran carteles que expliquen el procedimiento, para realizar tareas como el lavado de manos.

### **1.4 Vestimenta del personal**

- A) Dentro de las áreas de proceso es necesario el uso de uniforme de color dependiendo del área de la planta en donde se desempeña, a fin de evitar la contaminación cruzada.
- B) El uniforme debe estar limpio antes de iniciar la jornada laboral y este se debe mantener así a lo largo de toda la jornada.
- C) El uniforme completo obligatorio en las áreas de proceso incluyen pantalón, camisa, delantal, botas de hule, calcetines, redecilla y gorro, mascarilla.

## **1.5 Control medico**

- Todos los empleados deben de someterse a un chequeo médico de sangre, heces y orina, cada 6 meses con el objetivo de verificar que no representan un riesgo para el alimento. Los resultados de dicho análisis deben registrarse y archivarlos (Formato 6)
- Si el empleado presenta algún tipo de enfermedad debe de abandonar de inmediato la planta y tomar las medidas necesarias para su recuperación.
- El encargado de la producción decidirá el proceso a seguir en caso de que la enfermedad se complique.
- En caso de que un empleado haya contagiado alguna enfermedad transmisible se debe de someter a chequeo médico a las demás personas, para evitar la propagación del virus.
- Deberá llevarse un control del registro de enfermedades del personal.
- Debe de tenerse un control de salud de cada uno de los empleados.

## **1.6 Hábitos de manipulador**

El personal que sufra de enfermedades respiratorias y/o gastrointestinales, deberá de informar al encargado de producción, para ser trasladado a otra área donde no este contacto con los alimentos, hasta su completa recuperación y para regresar a su puesto de manipulador de alimentos, deberá presentar una justificación medica que garantice su recuperación.

La empresa deberá realizar control médico a sus empleados cada 6 meses como mínimo. Está prohibido mascar chicle, comer, fumar mientras prepara alimentos.

## 2 Control de agua para proceso

<b>TITULO DEL PROGRAMA</b>	Control de agua para proceso
<b>RESPONSABLE</b>	Responsable de tratamiento de agua.
<b>REVISION AUTORIZADA POR</b>	Jefe del departamento de control de calidad.
<b>FRECUENCIA DE REVISION</b>	Anual o cuando se tenga conocimiento de modificaciones del sistema de tratamiento de suministro.
<b>META</b>	Ejecutar acciones que garanticen la inocuidad del agua que será utilizada en el proceso de elaboración de pastas.
<b>ALCANCE</b>	Métodos aplicables en procesos de tratamiento de agua.
<b>ELEMENTOS PRINCIPALES</b>	Almacenamiento de agua para proceso Tratamiento de agua. Verificación de parámetros visuales de calidad

### 2.1 almacenamiento de agua

El empleo de agua en cantidad y calidad adecuada es básico para la seguridad de los productos:

- A) El agua tratada se almacena en un depósito el cual se debe mantener condiciones higiénicas para evitar que se contamine, será necesario hacer un control de cloro semanal debido a que este puede evaporarse en el depósito.
- B) Se realizara controles microbiológicos en el depósito de almacén para garantizar la inocuidad del agua utilizada en el proceso.
- C) Se realizara limpieza en el depósito para asegurar la higiene y verificar si requiere mantenimiento.

## 2.2 Tratamiento de agua

- A) Se cuenta con un abastecimiento de la red pública: en este caso el agua es sometida a tratamiento auto control por parte de la empresa garantizando la inocuidad con un programa de tratamiento de agua
- B) El agua de la red pública que entra a la instalación deberá pasar por un filtro de carbón activado, lámparas U.V. Antes de ser almacenado en el depósito donde se añadirá cloro.

## 3 Limpieza y Desinfección de instalaciones y equipos

<b>TITULO DEL PROGRAMA</b>	Limpieza y Desinfección de instalaciones y equipos
<b>RESPONSABLE</b>	Equipos especializados de limpieza
<b>REVISION AUTORIZADA POR</b>	Miembros del departamento de calidad
<b>FRECUENCIA DE REVISION</b>	Una vez al año, o cada vez que se realicen cambios de procedimientos o de suministros de limpieza y sanitización.
<b>META</b>	Eliminar suciedad y elementos microbiológicos que puedan representar un peligro durante la producción de pasta.
<b>ALCANCE</b>	Los procedimientos serán aplicables a la limpieza de equipos y de las superficies que entren en contacto con el producto.
<b>ELEMENTOS PRINCIPALES</b>	Procedimiento de limpieza Procedimiento de limpieza de superficies. Almacenamiento de útiles y productos de limpieza Desinfección de materiales de acero inoxidable

### 3.1 Procedimiento de limpieza:

Se designara un grupo de al menos 3 miembros, para realizar las actividades de limpieza y sanitización. El grupo de limpieza contara con el material necesario para llevar acabo su tarea de manera correcta y se incluirán botas de hule y guantes.

- A) La persona encargada de realizar la inspección final, será el ingeniero encargado de la producción.
- B) Se deberá eliminar la suciedad sólida como polvo, materiales plásticos, papel y otros por medio de un proceso de barrido en toda el área de producción.
- C) Al terminar el barrido de los pisos se deberá realizar una limpieza en forma de trapeado. Se usara una solución con propiedades de limpieza y desinfección
- D) Se realizar un lavado con agua del material de limpieza si es necesario.
- E) La supervisión se llevara a cabo durante y después del proceso de limpieza. Durante para monitorear si la forma en la que se realiza la tarea es adecuada y al finalizar para verificar que la limpieza de los pisos sea satisfactoria.
- F) El supervisor del proceso de limpieza reportara los resultados. Según lo indica el formato 5.

### **3.2 Procedimiento de Limpieza de superficies**

Se aplicaran tareas de limpieza y sanitización en todas las áreas de preparación de alimentos, sin importar el tamaño, el volumen de producción, el tipo de equipo y cantidad de personal, deben aplicarse diariamente estas tareas en áreas de proceso y superficies en contacto con los alimentos. (Ver formato 6, Anexo 3.6).

### **3.3 Almacenamiento de útiles y productos de limpieza**

Los útiles y productos de limpieza deben almacenarse separados de los productos alimenticios para impedir su contaminación.

Todos los productos de limpieza y desinfección deben estar bien etiquetados o en sus envases originales, ser adecuados para el uso al que se destinan y contar con su correspondiente ficha técnica para su uso en la industria alimentaria.

### 3.4 Desinfección de materiales de acero inoxidable

Mediante agua caliente a 82°C ó soluciones de cloro con un 2% de cloro libre (20,000ppm), al menos por media hora, tener en cuenta que es irritante para piel y ojos.

Existirá un local, armario o dispositivo adecuado para guardar las bandejas u otros útiles limpios, o que no se estén usando en ese momento.

### 4 Mantenimiento de instalaciones y equipo

<b>TITULO DEL PROGRAMA</b>	Mantenimiento de instalaciones y equipo
<b>RESPONSABLE</b>	Equipo calificado de mantenimiento de equipo , maquinaria e instalaciones
<b>REVISION AUTORIZADA POR</b>	Jefe de mantenimiento e ingeniero de planta.
<b>FRECUENCIA DE REVISION</b>	Anual o en caso de cambios en los equipos de la planta de procesos.
<b>META</b>	Eliminar los defectos provenientes de equipos de almacenaje, de equipo de proceso y diversos equipos.
<b>ALCANCE</b>	Los procedimientos se realizan en las áreas de almacenes y proceso.
<b>ELEMENTOS PRINCIPALES</b>	Verificación y estandarización de equipos e instalaciones

- A) Todas las instalaciones deben mantenerse en perfecto estado para evitar cualquier peligro a los alimentos.
- B) Los equipos que necesiten mantenimiento, deberán ser reparados lo más pronto posible para evitar que cualquier fallo afecte la seguridad del producto.
- C) Se debe contar con un equipo especializado de mantenimiento de equipo ò contratar una empresa que se encargue del mantenimiento respectivo.
- D) Será necesario supervisar periódicamente el estado de las instalaciones, para reparar cualquier desperfecto que puede ocurrir en cualquier momento.

## 5 Control de plagas

<b>TITULO DEL PROGRAMA</b>	Control de plagas.
<b>RESPONSIBLE</b>	Personal de planta/ contratista especializado
<b>REVISION AUTORIZADA POR</b>	Gerente de planta
<b>FRECUENCIA DE REVISION</b>	Revisión visual diaria. Revisión de cebos mensuales. Revisión de barreras físicas semanales.
<b>META</b>	Controlar y/o prevenir las infestaciones de roedores e insecto.
<b>ALCANCE</b>	Los procedimientos que deben seguir los trabajadores de la empresa y/o los seguidos por la empresa contratada.
<b>ELEMENTOS PRINCIPALES</b>	Actividades de inspección. Almacenamiento de materias primas. Barreras. Medidas de erradicación.
<b>TITULO DEL PROGRAMA</b>	capacitación y Formación del Personal Manipulador
<b>RESPONSIBLE</b>	Equipos de control de calidad
<b>REVISION AUTORIZADA POR</b>	Jefe de departamento de control de calidad
<b>FRECUENCIA DE REVISION</b>	Anual
<b>META</b>	Controlar y/o prevenir la contaminación del producto
<b>ALCANCE</b>	Los procedimientos que deben seguir los trabajadores del área de producción
<b>ELEMENTOS PRINCIPALES</b>	Actividades de inspección. Supervisión y revisión programada Capacitaciones programadas

## **Control de plagas**

El objetivo es evitar la presencia de plagas (insectos, roedores y aves) que puedan deteriorar o contaminar los productos.

Se deben tener medidas adecuadas de lucha contra plagas (normas higiénicas, gestión adecuada de residuos sólidos, tapar huecos y grietas) para evitar la presencia de plagas como insectos y roedores. Así como contar también con barreras físicas en caso de ser necesarias.

Las personas encargadas de aplicar los biocidas en caso de ser necesarios, deben de estar bien identificados y llevar los registros adecuados:

1. Tipo de tratamiento para cada plaga con indicación de los productos usados en la erradicación de plagas, dichos productos deberán tener sus registros y estar autorizados y deberán conservarse las fichas técnicas de los productos utilizados.
  2. Frecuencia con las que harán los tratamientos hasta lograra la erradicación.
  3. Plano de colocación de cebos en los distintos lugares del establecimiento.
  4. Informe de las visitas e incidencias, con detalle de las zonas tratadas, productos utilizados, e incidencias destacables como presencia de los cebos comidos, roedores muertos, heces.
- A) En el interior del establecimiento se debe controlar e inspeccionar todo lo referente en cuanto a grietas y rajaduras en paredes y pisos, éstas no deben existir, deben estar muy bien selladas si es que las hay.
- B) Los techos tampoco deben constituirse en áreas de refugio, sobre todo, los cielorrasos, que no son recomendables en ninguna planta que elabore alimentos.
- C) Evitar también las goteras, los techos no deben ser de materiales que produzcan condensación.
- D) Los drenajes deben estar siempre limpios, no debe haber olores de descomposición en la planta, eso significa que en los desagües hay acumulación de materia orgánica que constituye alimento para las plagas.

- E) Se debe tener archivadas las fichas técnicas de cada uno de los plaguicidas. Todos los plaguicidas utilizados deben ser aprobados y ser de grado alimenticio.
- F) Debe haber una rotación de los plaguicidas utilizados para evitar que las plagas creen resistencia.
- G) Debe tener un registros de las actividades de monitoreo y control de plagas (Formato 3)

## 6 Programa de capacitación y Formación del Personal Manipulador

<b>TITULO DEL PROGRAMA</b>	capacitación y Formación del Personal Manipulador
<b>RESPONSABLE</b>	Jefe del departamento de control de calidad
<b>REVISION AUTORIZADA POR</b>	Gerente de planta y jefe del departamento de control de calidad
<b>FRECUENCIA DE REVISION</b>	Programación o semestral
<b>META</b>	Capacitar a los operarios en BPM.
<b>ALCANCE</b>	Es aplicable a todos los operarios
<b>ELEMENTOS PRINCIPALES</b>	Personal capacitado en área de producción de alimentos.

Los programas de formación al personal manipulador tienen como objetivo evitar prácticas incorrectas que puedan favorecer la contaminación del producto.

También deberán asegurarse de que el personal dedicado a actividades de limpieza y desinfección conoce el programa establecido y aplica procedimientos seguros.

Todo el personal debe estar bien capacitado sobre las consecuencias de la falta de higiene en la elaboración de productos alimenticios, para que puedan desarrollar un criterio, de las medidas que se deben de tomar al momento de elaborar productos. Los empleados deben estar conscientes de la importancia de las medidas higiénicas en la elaboración de productos de grado alimenticio.

## Capacitación

- A) Todo el personal de la planta debe ser capacitado constantemente sobre BPM.
- B) El personal involucrado directamente con la manipulación de los productos alimenticios debe ser capacitado previamente en BPM.
- C) Las capacitaciones deben ser ejecutadas de manera que todos los asistentes comprendan y aprovechen todo lo impartido.

## 7 Control de Proveedores y de Materias Primas

<b>TITULO DEL PROGRAMA</b>	Control de Proveedores y de Materias Primas
<b>RESPONSABLE</b>	Responsable de la recepción de materia prima, responsable de tratamiento de agua, jefe de producción y jefe del departamento de control de calidad
<b>REVISION AUTORIZADA POR</b>	Gerente de planta y jefe del departamento de control de calidad
<b>FRECUENCIA DE REVISION</b>	Por cambios de especificaciones.
<b>META</b>	Establecer un sistema de rastreo eficiente de las materias primas y control de los proveedores.
<b>ALCANCE</b>	Es aplicable a todos los proveedores ya existentes y a los nuevos.
<b>ELEMENTOS PRINCIPALES</b>	Materias primas. Formato de rastreo.

El control de las materias primas que entran en el establecimiento es fundamental para garantizar la calidad y la seguridad de los productos. Deberá asegurarse que los proveedores están autorizados con su respectivo registro y que respetan unas condiciones mínimas en cuanto a higiene, calidad de las materias primas suministradas, condiciones de transporte, temperatura de los productos.

Se debe controlar al momento de recepción de materias primas, que estas se encuentren en perfecto estado y que vengan con su respectiva etiqueta, en depósitos limpios, etc.

También se debe controlar las condiciones de transporte los resultados serán registrados en fichas. (Formato 4, Anexo 3.6)

## **8 Sistema de Etiquetado y Trazabilidad.**

<b>TITULO DEL PROGRAMA</b>	Sistema de Etiquetado y Trazabilidad.
<b>RESPONSABLE</b>	Personal del departamento de calidad
<b>REVISION AUTORIZADA POR</b>	Gerente de planta y jefe del departamento de control de calidad
<b>FRECUENCIA DE REVISION</b>	Anual
<b>META</b>	Establecer un sistema de rastreo eficiente de los ingredientes y las etapas de producción.
<b>ALCANCE</b>	Es aplicable a todas las etapas de la fabricación.
<b>ELEMENTOS PRINCIPALES</b>	Marca de identificación. Trazabilidad Control de buen etiquetado.

### **Etiquetado y trazabilidad**

Los clientes y consumidores tienen derecho a saber qué es lo que compra y cuáles son sus características por lo tanto todos los productos deben salir de la empresa debidamente etiquetados.

#### **1.1 Marca de identificación**

Esta marca deberá fijarse antes de que el producto abandone el establecimiento, bien directamente sobre el producto, o bien en el envase o embalaje, o estamparse en una etiqueta fijada a cualquiera de los tres. La marca podrá consistir también en una etiqueta inamovible de material resistente.

#### **1.2 Trazabilidad**

Se define como trazabilidad o rastreabilidad a la “posibilidad de seguir el rastro de un alimento a través de sus etapas de producción, transformación o distribución”.

Exige poder identificar cualquier producto desde la recepción de las materias primas, proceso de elaboración, distribución y venta.

Las ventajas de tener implantado un buen sistema de trazabilidad son numerosas: permite mejorar la seguridad de los productos, cumplir con la normativa vigente, obtener información sobre un determinado producto, sus ingredientes, proveedores, etc. en caso de presentación de un problema (brote, intoxicación...), así como retirar únicamente los lotes de productos afectados, minimizando así los costes en la empresa.

La planta deberá poder aportar, al menos, los siguientes datos:

1. Archivo ordenado de factura.
2. Identificación y marcado de los lotes (fecha de elaboración o sistema equivalente).
3. Control de los productos elaborados (Fichas elaboración).
4. Control de la mercancía distribuida, con indicación de las fechas, cantidades de productos suministrados, lotes y clientes (nombres y direcciones).

### 9 Programa de acción por defectos.

<b>TITULO DEL PROGRAMA</b>	Programa de acción por defectos.
<b>RESPONSABLE</b>	Personal del departamento de calidad y jefe de producción
<b>REVISION AUTORIZADA POR</b>	Gerente de planta, jefe de producción y jefe del departamento de control de calidad
<b>FRECUENCIA DE REVISION</b>	Anual
<b>META</b>	Establecer un sistema de rastreo eficiente del producto en los centros de distribución
<b>ALCANCE</b>	Evitar el consumo de producto dañado o contaminado.
<b>ELEMENTOS PRINCIPALES</b>	Reclamos por desvíos de calidad Devoluciones Formato de rastreo.

El Jefe de Planta debe elaborar programas que permitan monitorear constantemente la calidad de los productos.

Tanto los empleados, como el Jefe de Planta, deben realizar inspecciones visuales de los productos terminados. El Jefe de Planta debe realizar muestreos y establecer especificaciones y regulaciones para asegurar la calidad de las materias primas, y productos terminados.

### **9.1 Reclamos por desvíos de calidad**

Los reclamos y soluciones de problemas que se generan deben ser atendidos rápidamente, ser investigados y registrados (Formato 9, anexo 3.6). Esto tiene como objetivo determinar el punto de proceso donde se pudo haber originado el problema; el Jefe de Planta es el encargado de tomar decisiones debido a los reclamos del producto con respecto a la calidad e inocuidad de la misma.

Todo producto, durante el empaclado y la distribución es revisado, asegurando que cumpla con los estándares de calidad como color, forma, apariencia, etc.; aquel que no cumpla con los estándares deben ser reprocesados o destruidos según el caso.

### **9.2 Devoluciones**

Los productos devueltos por el mercado, deben ser analizados conforme a la razón por la cual se devolvió, para determinar el problema. Los resultados deben ser registrados en la hoja de devoluciones, (Formato 8, anexo 3.6). Debe tomarse en cuenta la naturaleza del producto, las condiciones de almacenamiento recibidas, el tiempo transcurrido desde el envío y el manejo que se le da en las tiendas.

### **Dirección y supervisión de los registros**

Las funciones dentro de una organización, con las tareas y responsabilidades asociadas deben estar claramente establecidas.

El establecimiento utiliza organigramas como forma de representación de las interdependencias y jerarquías dentro de la organización.

Todas las tareas deben ser ejecutadas según instrucciones escritas.

Los responsables deben tener conocimiento suficiente sobre los principios y prácticas de higiene de los alimentos para poder juzgar los riesgos y asegurar una vigilancia y supervisión eficaz.

### **Registro y control**

La responsabilidad del registro y control del cumplimiento de las BPM, por parte del personal operativo y de todos los requisitos, señalados arriba, deberá asignarse específicamente por el equipo ejecutor. Sin embargo, la responsabilidad directa del cumplimiento de las BPM recae únicamente en el personal operativo. Por consiguiente, se recomienda las siguientes actividades de Registro y Control:

- A) Desarrollar una estructura de archivo de los documentos.
- B) Establecer formatos de recolección de información.
- C) Establecer formatos de reporte diario.
- D) Establecer formatos de resumen mensual de información.
- E) Informar constantemente al personal por medio de periódicos murales.
- F) Llevar registros de visitas.
- G) Llevar registros de auditorías.
- H) Establecer programa de evaluación del funcionamiento.
- I) Mantener registro de funcionamiento del Equipo Ejecutor.
- J) Mantener archivo de correspondencia recibida y emitida.
- K) Llevar registro de seguimiento a acciones importantes.

### **Auditorías**

Las auditorías es la actividad evaluada que intenta proveer observaciones externas al programa de BPM. Se trata de obtener señalamientos no subjetividades por costumbre, la condescendencia o la autocomplacencia.

La auditoría debe ser realizada por personal que no esté involucrado en la operación del programa. Por personal de departamentos no incluidos en el Equipo Ejecutor de BPM.

Se recomienda que las auditorías sean realizadas trimestralmente, pero pueden espaciarse según se considere conveniente.

Las auditorías deben realizarse siguiendo las listas de chequeo diseñadas con anticipación por el Equipo Ejecutor de BPM.

Cada auditoría debe concluir con un informe y una presentación oral.

Las observaciones emitidas en el reporte de auditoría deben ser sustentadas antes de la ejecución de la siguiente auditoría cuando no se establezca plazo específico en el reporte.

**Anexo 3.6: Formatos para el manual de BPM**

**Formato 1**

Formato de registro individual de capacitaciones de los empleados.

Nombre del empleado: \_\_\_\_\_

Puesto que ocupa: \_\_\_\_\_

Fecha de contratación: \_\_\_\_\_

Fecha de la capacitación	Temas tratados	Facilitador	Lugar de capacitación	Duración

**Formato 2**

**REGISTRO DE CAPACITACIONES RECIBIDAS POR LOS EMPLEADOS**

Conferencista: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_

Tema: \_\_\_\_\_

Lugar dónde se impartió: \_\_\_\_\_

Evaluación de capacitación:

E = Excelente B = Bueno R = Regular M = Malo

Participante	Evaluación	Comentario	Firma

### Formato 3

Monitoreo y control de plagas.

Fecha: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

Área de control	Plaga encontrada	Medida de control	Resultado	Observación

Área de control: alrededores, almacenes de materias primas, diversas aéreas.

### Formato 4

Ficha para control de materias primas.

Fecha	Producto	Proveedor	Documentos	Aspecto	Lote	Condiciones de transporte	Observación

1. Comprobar documentos
2. Envases limpios e intactos
3. Comprobar etiquetas y fecha de caducidad
4. Comprobar aspecto (C: correcto IC: incorrecto)

F. \_\_\_\_\_

Responsable

### Formato 5

Registro de enfermedades de los trabajadores

Fecha	Nombre	Médico responsable	Diagnostico	Tratamiento	Resultado

### Formato 6

Programa de limpieza y desinfección

Zona a limpiar o desinfectar:						
Superficie elemento	o	Frecuencia mínima de limpieza	Producto usado para limpieza	Dosificación	Temperatura/agua	Modo de empleo
Suelo						
Paredes						
Lámparas						
Mesas de trabajo						

Observaciones: \_\_\_\_\_

F \_\_\_\_\_  
Responsable

**Formato 7**

Ficha de elaboración del producto.

					<b>FECHA DEL LOTE:</b>
<b>PASTA TIPO TALLARÍN A BASE DE HARINAS DE YUCA, ARROZ Y MORINGA</b>					
<b>PROVEEDOR DE M.P.</b>	<b>FECHA DE INGRESO</b>	<b>LOTE DE M.P.</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>TAMAÑO DE PARTICULA</b>	<b>CANTIDAD (Kg)</b>
<b>ADITIVOS UTILIZADOS</b>		<b>LOTE</b>	<b>FECHA DE VENCIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD (G)</b>	
<b>ETAPA DEL PROCESO</b>		<b>TEMPERATURA</b>		<b>TIEMPO</b>	

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

F. \_\_\_\_\_

Responsable

**Formato 8**

Registro de devolución de productos.

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Tipo de producto:** \_\_\_\_\_

**Devuelto desde:** \_\_\_\_\_ **Destinado a:** \_\_\_\_\_

**Motivo de devolución:** \_\_\_\_\_

**Dentro de vida útil:** si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

**Presentación del producto:** \_\_\_\_\_ **Lote:** \_\_\_\_\_

**Fecha de vencimiento:** \_\_\_\_\_

Cantidad	Valor	Observación	Media adoptada
<b>Despachado por:</b>		<b>Recibido por:</b>	

**Medida adoptada:**

- 1. Destrucción
- 2. Reempacado

Medida aprobada por

F. \_\_\_\_\_

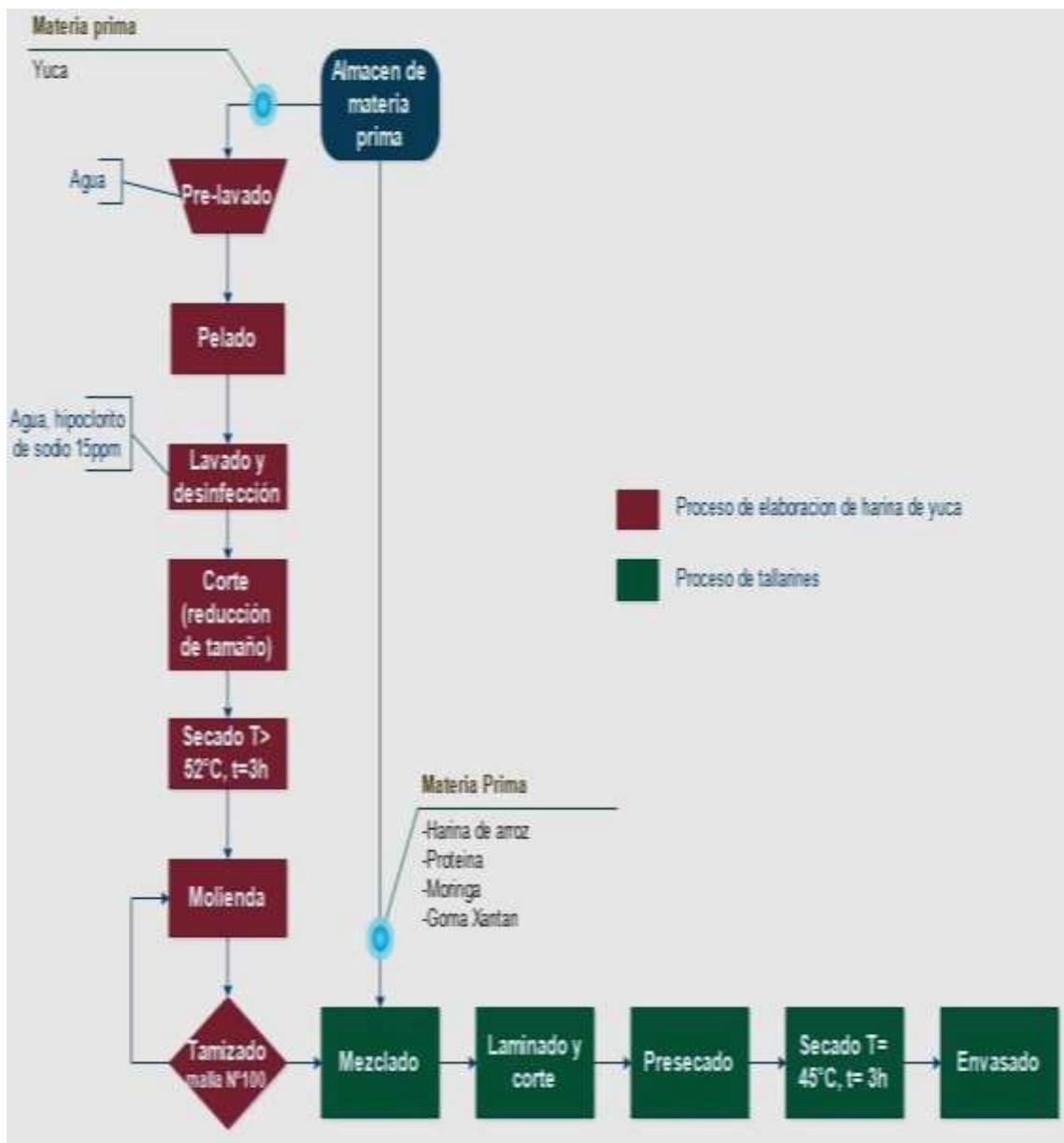
F. \_\_\_\_\_

Jefe de producción

Jefe de control de calidad



### Anexo 3.7: Análisis de peligros y puntos críticos



**Figura a.3.8.1:** *Flujograma del proceso de producción de la planta de pasta tipo tallarín*

**Tabla a.3.8.1:** Análisis de peligros

Materia prima/ proceso	Peligros potenciales	Evaluación de riesgos		¿Es un peligro significativo? (si/no)	Programa de prerrequisitos	Pasos del proceso
		Probabilidad	Gravedad			
Piezas de yuca fresca ( <b>Recepción de materia prima- Elaboración de harina de yuca</b> )	<b>B. E.coli</b>	Media	Alta	No	Programa de limpieza y desinfección	-Secado de tallarines.
	<b>Q.</b> por plaguicidas	Baja	Alta	No	-Control de proveedores  -BPA	-
	<b>F.</b> Ninguno	-	-	-	-	-

**Continúa...**

**Tabla a.3.8.1: Análisis de peligros. Continuación.**

N° de etapa	Materia prima/ proceso	Peligros potenciales	Evaluación de riesgos		¿Es un peligro significativo? (si/no)	Programa de prerrequisitos	Pasos del proceso
			Probabilidad	Gravedad			
1	Piezas de yuca fresca  (Pre-Lavado-Elaboración de harina de yuca)	<b>B.</b> <i>Staphylococcus aureus.</i>	Media	Alta	No	-Programa de personal.	-Desinfección (etapa 3 desinfección y lavado)  (hipoclorito de sodio 15 PPM)
		<b>Q.</b> Ninguno	-	-	-	-	-
		<b>F.</b> Ninguno	-	-	-	-	-
2	Piezas de yuca fresca  (Pelado-Elaboración de harina de yuca)	<b>B.</b> <i>Staphylococcus aureus.</i>	Media	Alta	No	-Programa de limpieza y desinfección -Programa de personal.	Desinfección y secado
		<b>Q.</b> Posibles residuos de agente desinfectante	Baja	Baja	No	-Programa de personal.	-Enjuague o lavado final
		<b>F.</b> Ninguno	-	-	-	-	-

Continuación...

**Tabla a.3.8.1: Análisis de peligros. Continuación.**

N° de etapa	Materia prima/ proceso	Peligros potenciales	Evaluación de riesgos		¿Es un peligro significativo? (si/no)	Programa de prerequisites	Pasos del proceso
			Probabilidad	Gravedad			
3	Piezas de yuca fresca <b>(Lavado y Desinfección - Elaboración de harina de yuca)</b>	<b>B. E.coli</b> (temperatura máxima 46°C) <i>Staphylococcus aureus.</i> (temperatura máxima 44°C)	Media	Alta	Si	-Programa de personal	- Desinfección  -Secado de yuca (mínimo 52 °C por 3horas)
		Q. Posibles residuos de agente desinfectante	Baja	Baja	No	Programa de limpieza y desinfección	Enjuague final
		F. Ninguno	-	-	-	-	-
4	Piezas de yuca fresca <b>(Corte y reducción de tamaño Elaboración de harina de yuca)</b>	<b>B. Staphylococcus aureus.</b>	Media	Alta	No	-Programa de personal.	Secado de yuca (mínimo 52 °C por 3horas)
		Q. Ninguno	-	-	-	-	-
		F. Ninguno	-	-	-	-	-

**Continuación...**

**Tabla a.3.8.1: Análisis de peligros. Continuación.**

N° de etapa	Materia prima/ proceso	Peligros potenciales	Evaluación de riesgos		¿Es un peligro significativo? (si/no)	Programa de prerequisites	Pasos del proceso
			Probabilidad	Gravedad			
5	Rodajas de yuca fresca  (Secado-Elaboración de harina de yuca)	<b>B.</b> <i>Staphylococcus aureus.</i>	Media	Alta	Si	-Programa de personal.  -Programa de mantenimiento y revisión de equipos	-Secado de yuca Verificación de tiempo (min 52 °C por 3 horas) *
		<b>Q.</b> Ninguno	-	-	-	-	-
		<b>F.</b> Ninguno	-	-	-	-	-
6	Rodajas de yuca seca  (Molienda-Elaboración de harina de yuca)	<b>B.</b> <i>Staphylococcus aureus.</i> (vía humana)	Media	Alta	No	-Programa de personal.	- secado (Por la baja aw, no hay crecimiento de <i>S. aureus</i> , lo cual no permite la formación de la toxina.)**
		<b>Q.</b> ninguno	-	-	-	-	-
		<b>F.</b> Posibles trazas de metal por fricción de los discos del molino	Baja	Media	Si	Programa de mantenimiento y revisión de equipos	Detector de metales en tamizado (malla 100)

\* La temperatura de D60 (*Staphylococcus aureus.*) tiene un tiempo aproximado de 2 minutos. Fuente de la información "Perfil de patógenos del Ministerio de Salud de Nueva Zelanda".

\*\* En el secado de la yuca el producto final tiene una aw menor del 0.80 y la bacteria crece en un rango de  $.86 \geq 0.99$

**Continuación...**

**Tabla a.3.8.1: Análisis de peligros. Continuación.**

N° de etapa	Materia prima/ proceso	Peligros potenciales	Evaluación de riesgos		¿Es un peligro significativo? (si/no)	Programa de prerrequisitos	Pasos del proceso
			Probabilidad	Gravedad			
7	Harina de yuca (Tamizado- Elaboración de harina de yuca)	B. Ninguno	-	-	-	-	-
		Q. Ninguno	-	-	-	-	-
		F. Ninguno	-	-	-	-	-
8	Mezclado	B. <i>E.coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> .	Baja	Alta	No	Programa de tratamiento de agua para proceso	-
		Q. Ninguno	-	-	-	-	-
		F. Ninguno	-	-	-	-	-

Continuación...

**Tabla a.3.8.1: Análisis de peligros. Continuación.**

N° de etapa	Materia prima/ proceso	Peligros potenciales	Evaluación de riesgos		¿Es un peligro significativo? (si/no)	Programa de prerrequisitos	Pasos del proceso
			Probabilidad	Gravedad			
9	Laminado y corte	<b>B. E.coli, Staphylococcus aureus.</b>	Baja	Alta	No	Programa de higiene y prácticas del personal. (Uso obligatorio de tapa bocas de manos y uso de guantes.)	-Secado de tallarín (45 °C por 3 horas)
		Q. Ninguno	-	-	-	-	-
		F. Ninguno	-	-	-	-	-
10	Pre- secado	<b>B. E.coli, Staphylococcus aureus.</b>	Baja	Alta	No	Programa de higiene y prácticas del personal. (Uso obligatorio de tapa bocas de manos y uso de guantes.)	-Secado de tallarín (45 °C por 3 horas)
		Q. Ninguno	-	-	-	-	-
		F. Ninguno	-	-	-	-	-

Continúa...

**Tabla a.3.8.1: Análisis de peligros. Continuación.**

N° de etapa	Materia prima/ proceso	Peligros potenciales	Evaluación de riesgos		¿Es un peligro significativo? (si/no)	Programa de prerrequisitos	Pasos del proceso
			Probabilidad	Gravedad			
11	Secado de tallarín	<b>B. E.coli, Staphylococcus aureus.</b>	Baja	Alta	Si	Programa de mantenimiento y revisión de equipos	-Secado Verificación de tiempo (45°C por 3 horas)
		Q. Ninguno	-	-	-	-	-
		F. Ninguno	-	-	-	-	-
12	Envasado	<b>B Staphylococcus aureus.</b>	Baja	Alta	No	Programa de higiene y prácticas del personal. (Uso obligatorio de tapa bocas desinfección previa de manos y uso de guantes.)	Verificación de BPM
		Q. Ninguno	-	-	-	-	-
		F. Ninguno	-	-	-	-	-

**Tabla a.3.8.2:** Determinación de los Puntos Críticos de Control.

<b>Paso del proceso de control</b>	<b>Peligros significativos y sus fuentes</b>	<b>¿El control del paso es esencial la inocuidad? Si/No</b>	<b>De ser si, asignar número de PCC</b>
<b>Pre-Lavado</b> (Elaboración de harina de yuca)	Materia orgánica proveniente de la plantación	No	
<b>Pelado</b> (Elaboración de harina de yuca)	Incorporación de <i>Staphylococcus aureus</i> , por medio de los operarios, al no cumplir con las BPM	No	
<b>Lavado y Desinfección</b> (Elaboración de harina de yuca)	Disminución de la carga microbiana ineficaz, debido a una aplicación incorrecta de las cantidades des desinfectante.	No	
<b>secado de rodajas de yuca</b> (Elaboración de harina de yuca)	Proliferación de, <i>Staphylococcus aureus</i> , en el secado de las rodajas de yuca por un mal control de la temperatura y tiempo de secado.	Si	1(B)
<b>Tamizado</b> (Detector de metales)	Desprendimiento de partículas metálicas del molino las cuales pueden ir presente en la harina, el detector de metales las detectara.	Si	2(F)
<b>Mezclado</b> (adición de todos los ingredientes)	Introducción de <i>E.coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> por medio de agua y aire para formar la pasta, por un mal análisis de agua para proceso y por malas prácticas de los operarios.	No	
<b>Secado de tallarines</b>	Proliferación de <i>E.coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , en el secado de los tallarines por un mal control de la temperatura y tiempo de secado.	Si	3(B)
<b>Envasado de tallarines</b>	Introducción de <i>Staphylococcus aureus</i> por medio de malas prácticas de manufactura por parte de los operarios	No	

Continuación...

**Tabla a.3.8.2:** Determinación de los Puntos Críticos de Control. **Continuación.**

<b>Paso del proceso de control</b>	<b>Peligros significativos y sus fuentes</b>	<b>¿El control del paso es esencial la inocuidad? Si/No</b>	<b>De ser si, asignar número de PCC</b>
<b>secado de rodajas de yuca</b> (Elaboración de harina de yuca)	Proliferación de, <i>S.aureus.</i> , en el secado de las rodajas de yuca por un mal control de la temperatura y tiempo de secado.	Si	1(B)
<b>Tamizado</b> (Detector de metales)	Desprendimiento de partículas metálicas del molino las cuales pueden ir presente en la harina, el detector de metales las detectara.	No	2(F)
<b>Mezclado</b> (adición de todos los ingredientes)	Introducción de <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> por medio de agua y aire para formar la pasta, por un mal análisis de agua para proceso y por malas prácticas de los operarios.	No	
<b>Secado de tallarines</b>	Proliferación de <i>E.coli</i> , <i>S. aureus</i> , en el secado de los tallarines por un mal control de la temperatura y tiempo de secado.	Si	3(B)
<b>Envasado de tallarines</b>	Introducción de <i>Staphylococcus aureus</i> por medio de malas prácticas de manufactura por parte de los operarios	No	

**Tabla a.3.8.2:** Sistema de monitoreo de los puntos críticos de control

<b>PCC</b>	<b>Peligro significativo</b>	<b>Limites críticos</b>	<b>Monitoreo</b>	<b>Acción(es) correctivas</b>	<b>Verificación</b>	<b>Registros</b>
1B <b>secado de rodajas de yuca</b> (Elaboración de harina de yuca)	Contaminación por <i>E.coli</i> , y <i>S. aureus</i> .	Las rodajas de yuca deben ser secadas a una temperatura > de 52 °C por 3 horas para eliminar <i>E.coli</i> , y <i>S. aureus</i>  aW menor del 85% para evitar la producción de toxina de <i>S. aureus</i>	<b>¿Qué?</b> Verificar la temperatura del secador y los tiempos de secado	-revisión y monitorio de equipos -cambio de producto del equipo defectuoso a un equipo optimo -Destrucción del producto contaminado.	El encargado del secado, debe supervisar siempre que entren las rodajas de yuca al secador, que la temperatura sea adecuada y verificar que se cumpla el tiempo adecuado, para garantizar la inocuidad y la perdida de humedad necesaria.	Ficha de control de tiempo y temperatura en el área de secado de yuca.
			<b>¿Cómo?</b> Verificar la temperatura que indica el secador y comparar con un termómetro para confirmar la lectura			
			<b>¿Cuándo?</b> Antes y durante el proceso de sacado			
			<b>¿Quién?</b> Encargado del proceso de secado			

Nombre y firma de la

Máxima autoridad de la planta: \_\_\_\_\_

Título: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Continúa...**

**Tabla a.3.8.2:** Sistema de monitoreo de los puntos críticos de control. **Continuación.**

<b>PCC</b>	<b>Peligro significativo</b>	<b>Limites críticos</b>	<b>Monitoreo</b>	<b>Acción(es) correctivas</b>	<b>Verificación</b>	<b>Registros</b>
2(F) Tamizado (Detector de metales)	Partículas de metales en la harina de yuca	Partículas de metal no mayores a 2mm. Mecanismos de rechazo en funcionamiento.	<b>¿Qué?</b> Verificar que el equipo retenga las partículas metálicas	- Informarle al supervisor de la falla que se está presentando.	El supervisor de producción y el jefe de mantenimiento realizaran una verificación por día para asegurar el buen funcionamiento del detector de metales.	Ficha de control de detector de metales y de granulometría.
			<b>¿Cómo?</b> Colocar patrones y verificar el correcto funcionamiento del equipo.	-Mantenimiento del equipo.		
			<b>¿Cuándo?</b> Al iniciar y terminar el proceso	- Calibración del detector de metales y repetir el paso del producto en el detector, desde la última revisión en el cual el detector registro funcionamiento adecuado.		
			<b>¿Quién?</b> Encargado de la sección de tamizado			

Nombre y firma de la

Máxima autoridad de la planta: \_\_\_\_\_

Título: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Continúa...**

**Tabla a.3.8.2:** Sistema de monitoreo de los puntos críticos de control. **Continuación.**

<b>PCC</b>	<b>Peligro significativo</b>	<b>Limites críticos</b>	<b>Monitoreo</b>	<b>Acción(es) correctivas</b>	<b>Verificación</b>	<b>Registros</b>
<b>3B secado de tallarines</b>	Contaminación por <i>E.coli</i> , y <i>S. aureus</i> .	Los tallarines deben ser secados a una temperatura de 45 °C por 3 horas para eliminar <i>E.coli</i> , y <i>S. aureus</i> .	<b>¿Qué?</b> Verificar la temperatura del secador y los tiempos de secado	-revisión y monitorio de equipos -cambio de producto del equipo defectuoso a un equipo optimo	El encargado del secado, siempre debe supervisar que la temperatura sea adecuada cuando los tallarines entren al secador, y verificar que se cumpla el tiempo adecuado, para garantizar la inocuidad y la perdida de humedad necesaria.	Ficha de control de tiempo y temperatura en el área de secado de yuca.
			<b>¿Cómo?</b> Verificar la temperatura que indica el secador y comparar con un termómetro para confirmar la lectura			
			<b>¿Cuándo?</b> Antes y durante el proceso de sacado			
			<b>¿Quién?</b> Encargado del proceso de secado			

Nombre y firma de la

Máxima autoridad de la planta: \_\_\_\_\_

Título: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Anexo 4.1:** *Cotización de equipos para las plantas con proceso semiautomático y manual para corte de yuca.*

**Tabla A.4.1.1:** *Equipos para la Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca*

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo
1	Lavadora y peladora de yuca	\$6,000.00	\$6,000.00
	Marca: haciendo, tipo peel, voltaje 22v peso 450kg, certificación CEISO, material: acero inoxidable, dimensión 1560*450*1340mm capacidad 1-5 t/h, origen: Henan, China.		
1	Cortador de alimentos.	\$ 375.00	\$ 375.00
	Marca: TWOTHOUSAND, tipo cortador industrial, potencia 550W, discos 3mm, 4,5mm, 7mm, dimensiones: 660*315*535 mm certificación CE, voltaje 220 modelo: tt-f60 origen: Guandong, China		
1	Secador	\$2,500.00	\$2,500.00
	Modelo hxg-1, numero de racks 24, motor 9kw, área de racks 5.76m <sup>2</sup> , productividad 50kg/ 8h, 1.55mx0.8mx2.2m. marca: HX origen: Henan, china		
1	Molino de disco	\$400.00	\$400.00
	Modelo 9FC-29 capacidad 290kg/h potencia 1.1-1.5kw, marca: WEIWEI, certificación iso9001, dimensiones 470x610x900. Origen: Henan, China.		

**Continúa...**

**Tabla A.4.1.1:** Equipos para la Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca.  
**Continuación.**

1	Mezcladora de polvos	\$1,982.30	\$1,982.30
	Tipo: MEZCLADORA de polvos y líquidos para alimentos capacidad: 25kg, 1/2hp monofásico 110v, marca: SEINMEX, origen: Hermosillo Sonora, México.		
1	Tamiz.	\$500.00	\$500.00
	Modelo .520,520, acero304, lugar Henan china,. Marca Sanchen. Consumo 0.5KW.		
1	Amasadora laminadora y cortadora	\$3,094.2	\$3,094.2
	Dimensiones (AxBxC): 380x500x620 mm Potencia del motor: 900W Capacidad del tanque de mezcla: 4 Kg Producción horaria de pasta: 20 Kg, produce pasta larga en tres formatos diferentes: tagliolini (2 mm), tallarines (6 mm) y pappardelle (12 mm), marca: <b>La Monferrina</b> origen: Italia		
1	Secador.	\$10,000.00	\$10,000.00
	Resistencias eléctricas. Válvulas de expulsión del vapor. Dimensiones bastidor: 600x1200 mm. Dimensiones secadero:2150x950x2750h mm. Cantidad carretillas: 1 Cantidad bastidores: 25 Cantidad pasta: 100 kg.Potencia: 4800 W. marca: <b>La Monferrina</b> origen: Italia		

**Continúa...**

**Tabla A.4.1.1:** Equipos para la Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca.  
**Continuación.**

1	Planta Purificadora De Agua 400fs (400 Garrafrones Turno)	\$3321.68	\$3,321.68
	Marca: Aqua Purificacion Systems, Modelo: 400FS		
1	Máquina Sellada de Banda Continua ( FR- 900S )	\$ 100.0	\$ 100.0
	Semiautomático, embalaje bolsa, película. Marca: Zhejiang Dingye Machinery Co., Ltd, consumo: 500 W. velocidad 0-12m/min. ancho de sellado 6-15mm.Origen: Zhejiang China		
3	Mesas de trabajo	\$395.00	\$1,185.00
	Mesa de acero inoxidable,90x200cm		
6	Cinta transportadora de goma	\$300.00	\$1800.00
	Tamaño 1500 × 250 × 750mm, fuente de alimentación AC 220 V/50Hz, consumo de energía 90W, velocidad de transporte: 0 ~ 30 m/min (velocidad uniforme de alimentación), base altura: ± 20mm (ajustable). Marca: Willita, origen: china.		
	Subtotal.		\$31,158.18
5	Computadora.	\$419.40	\$2,097.00
	Procesador iCore 5 6 Gb memoria RAM, 1tb. Marca: hp origen: estado unidense		
5	Sillas para oficina	\$60.00	\$300.00

**Continúa...**

**Tabla A.4.1.1:** Equipos para la Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca.  
**Continuación.**

24	Sillas de espera	\$24.95	\$598.80
1	Escritorio recepción	\$249.00	\$249.00
	Escritorio con gavetas		
4	Escritorio ejecutivo	\$319.00	\$1,276.00
	Escritorio con gavetas en		
4	Impresoras de inyección de tinta	\$50.00	\$200.00
	Impresora multifuncional		
1	Fotocopiadora	\$300.00	\$300.00
	Alimentador de papel y tóner		
2	Proyector x41	\$799.00	\$1,598.00
	Proyector y pantalla para sala de juntas		

Subtotal equipos industriales: \$31,158.18

Subtotal equipos de oficina: \$9,556.8

Total: \$39,529.98

**Tabla A.4.1.2:** Equipos para la Planta con un proceso manual para el corte de yuca.

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo
	Lavado y pelado de yuca manual	\$395.00	\$1,580.00
4	Mesa de acero inoxidable, 90x200cm		
8	Cuchillos, mago plástico, longitud 15cm	\$15.95	\$127.60
			
1	tina de lavado acero inoxidable	\$ 388.33	\$ 388.33
	T-430 calibre 20 con medidas de 150 cms de largo x 60 cms de ancho. cada tina de 40x40 con 25 cms de profundidad		
8	Guante De Acero Inoxidable Resistente A Prueba Stab De Malla: Hecho de alambres de acero inoxidable tejido Grado de protección: 5, Unitalla, Ancho de la palma: 13.5cm / 5.3 (pulgadas), Longitud total: 25cm / 9.84 (pulgada), Longitud del dedo medio: 10.5cm / 4.13 (pulgada)	\$74.79	\$598.32
			
1	Cortador de alimentos.	\$375.00	\$375.00
	Modelo: HLC-300, Tamaño: 495*212*482mm, Voltios: 230 V/50Hz, 110 V/60Hz, Potencia: 550 W, N.w: 22.5 kg, Material: Aluminio-aleación de magnesio		

**Continúa...**

**Tabla A.4.1.2: Equipos para la Planta con un proceso manual para el corte de yuca.**  
**Continuación.**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo</b>
1	Molino de disco	\$400.00	\$400.00
	Modelo 9FC-29 capacidad 290kg/h potencia 1.1-1.5kw, marca: WEIWEI, certificación iso9001, dimensiones 470x610x900. Origen: Henan, China.		
1	Secador	\$2,500.00	\$2,500.00
	Modelo hxg-1, numero de racks 24, motor 9kw, área de racks 5.76m <sup>2</sup> , productividad 50kg/ 8h, 1.55mx0.8mx2.2m. marca: HX origen: Henan, china		
1	Tamiz.	\$500.00	\$500.00
	Materia acero 304, lugar Henan china., Marca Sanchen. Consumo0.5KW.		
1	Mezcladora de polvos	\$1,982.30	\$1,982.30
	Tipo: MEZCLADORA de polvos y líquidos para alimentos capacidad: 25kg, 1/2hp monofásico 110v, marca: SEINMEX, origen: Hermosillo Sonora, México.		

**Continúa...**

**Tabla A.4.1.2: Equipos para la Planta con un proceso manual para el corte de yuca.**  
**Continuación.**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo</b>
1	Amasadora laminadora manual	\$340.00	\$340.00
	Modelo sp520, dimensiones 88*520 mm, voltaje 220v, certificación CE, potencia 750w, marca: Hangzhou mixer food machinery co, LTD. Ahora te hace un pardear una cosa.		
1	Secador.	\$10,000.00	\$10,000.00
	Resistencias eléctricas. Válvulas de expulsión del vapor. Dimensiones bastidor: 600x1200 mm. Dimensiones secadero:2150x950x2750h mm. Cantidad carretillas: 1 Cantidad bastidores: 25 Cantidad pasta: 100 kg.Potencia: 4800 W. marca: <b>La Monferrina</b> origen: Italia		
2	Cortadora	\$1555.08	\$3,110.16
	- Posee 2 cabezales cortadores incorporados, de 30 cm. de largo, de 2 y 5 mm de corte., Rolos montados sobre bujes de bronce antifricción. Peines de bronce antifricción. Producción aproximada: 50 Kg. por hora., Motor: ½ HP 1400 RPM, dimensiones 48h*42*76, cm		

**Continúa...**

**Tabla A.4.1.2: Equipos para la Planta con un proceso manual para el corte de yuca.**  
**Continuación.**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo</b>
3	Máquina Sellada manual	\$ 28.89	\$ 86.67
	Semiautomático, embalaje bolsa, película. Marca: Zhejiang Dingye Machinery Co., Ltd, consumo: 500 W. velocidad 0- 12m/min. ancho de sellado 6- 15mm.Origen: Zhejiang China		
1	Planta Purificadora De Agua 400fs (400 Garrafones Turno)	\$3321.68	\$3,321.68
	Marca: Aqua Purificacion Systems, Modelo: 400FS		
2	Cinta transportadora de goma	\$300.00	\$600.00
	Tamaño 1500 × 250 × 750mm, fuente de alimentación AC 220 V/50Hz, consumo de energía 90W, velocidad de transporte: 0 ~ 30 m/min (velocidad uniforme de alimentación), base altura: ± 20mm (ajustable). Marca: Willita, origen: china.		
	Subtotal.		\$25,120.1

**Continúa...**

**Tabla A.4.1.2: Equipos para la Planta con un proceso manual para el corte de yuca.**  
**Continuación.**

<b>Equipos de oficina</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo</b>
5	Computadora.	\$419.40	\$2,097.00
	Procesador iCore 5 6 Gb memoria RAM, 1tb. Marca: hp origen: estado unidense		
5	Sillas para oficina	\$60.00	\$300.00
4	Escritorio ejecutivo	\$319.00	\$1,276.00
	Escritorio con gavetas en		
4	Impresoras de inyección de tinta	\$50.00	\$200.00
	Impresora multifuncional		
1	Fotocopiadora	\$300.00	\$300.00
	Alimentador de papel y tóner		
2	Proyector x41	\$799.00	\$1,598.00
	Proyector y pantalla para sala de juntas		
2	Mesas para juntas	\$249.00	\$998.00
24	Sillas de espera	\$24.95	\$598.80
2	Juegos de comedor	\$130.00	\$260.00
1	Refrigerador	\$200.00	\$200.00
1	Cocina	\$160.00	\$160.00
2	Microondas	\$60.00	\$120.00
6	Lokers de 4 puertas	\$200.00	\$1200.00
<b>Subtotal</b>		<b>\$9,556.8</b>	

Subtotal equipos industriales: \$25,120.10

Subtotal equipos de oficina: \$9,556.80

Total: \$34,218.06

**Anexo 4.2: Cálculo de consumo energético**

**Tabla A.4.2.1: Consumo energetico de la planta de pastas tipo tallarín**

Descripción (Cantidad)	Potencia (Kw)	Horas de uso/ mes	kWh/año	Precio/kWh	Costo por kWh (\$)
	A	B	C = (A*B*12)	D	E = (C*D)
Lavadora y peladora de yuca (1)	0.9	6	64.8	0.151273	9.80
Cortador de alimentos. (1)	0.24	17	48.96	0.151273	7.41
Secador (2)	1.6	7	268.8	0.151273	40.66
Molino de disco (1)	1.5	6	108	0.151273	16.33
Mezcladora de polvos (1)	0.37	120	532.8	0.151273	80.60
Amasadora laminadora (1)	0.9	120	1,296	0.151273	196.05
Cortadora (1)	1	120	1,440	0.151273	217.83
Secador (1)	4.8	120	6,912	0.151273	1,045.6
Máquina Selladora ( FR- 900S ) (1)	0.5	120	720	0.151273	108.92
Cinta transportadora de goma Tamaño pequeño de acero inoxidable (7)	0.09	160	172.8	0.151273	26.13
Subtotal.					1,749.33
Total \$					1,749.33

Para determina el consumo energético de la planta de pasta alternativas con un proceso manual de corte de yuca, solo se elimina el consumo de la maquina peladora y cortadora de yuca, dando un valor de \$1,739.53

### **Anexo 4.3: Cálculo de TMAR**

Según (Urbina G. B., 2003) todo inversionista debe tener un tasa como referencia sobre la cual basarse para hacer sus inversiones, y la tasa de referencia debe ser superior a la inflación, para ganar rendimiento, es por esta razón no debe tomarse como referencia la tasa que ofrecen los bancos. Por la tanto la TMAR puede definirse como:

$$TMAR = \textit{tasa de inflacion} + \textit{premio al riesgo}$$

$$TMAR = \textit{tasa de inflacion} + \textit{premio al riesgo}$$

$$TMAR = 0.011 + 0.14$$

$$TMAR = 0.141 * 100$$

$$TMAR = 14.1\%$$

Según datos del Banco Central Reserva el valor de la inflación para el mes de julio del 2018 es de 1.1% y con el valor del premio al riesgo el cual se determinar principalmente por fuertes fluctuaciones en la demanda del producto y una alta competencia en la oferta y en casos de alto riesgo en inversiones productivas el valor del premio al riesgo siempre está arriba de 12% sin un límite superior definido. (Urbina G. B., 2003), por este motivo se tomó la decisión de usar un valor del 14%

**Anexo 4.4: Proyección de flujo de caja**

**Tabla A.4.4.1:** Proyección de flujo de caja a 2 años de Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca

FLUJO DE CAJA DE EFECTIVO			
AÑOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2
<b>DETALLES DE INGRESOS</b>			
Producción (Paquetes)		276.941,00	276.941,00
Precio de venta		\$ 2,50	\$ 2,50
<b>Ingresos</b>		\$ 692.352,50	\$ 692.352,50
Otros Ingresos		\$ -	\$ -
<b>Total Ingresos Recibidos</b>		\$ 692.352,50	\$ 692.352,50
<b>DETALLES DE EGRESOS</b>			
Costos Fijos		\$ 523.019,33	\$ 523.019,33
Costos Variables		\$ -	\$ -
Intereses de Préstamo		\$ 9.610,06	\$ 5.015,24
<b>Total Egresos</b>		\$ 532.629,39	\$ 528.034,57
Depreciación		\$ 6.564,25	\$ 6.564,25
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO</b>		\$ 153.158,86	\$ 157.753,68
ISR (30%)		\$ 45.947,66	\$ 47.326,10
<b>UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO</b>		\$ 107.211,20	\$ 110.427,57
Depreciación		\$ 6.564,25	\$ 6.564,25
Valor de Rescate			
Amortizaciones		\$ 50.216,58	\$ 54.811,40
<b>FLUJO DE EFECTIVO</b>	<b>-\$105.027,98</b>	<b>\$ 63.558,87</b>	<b>\$ 62.180,42</b>

VAN	(\$1.561,47)	TMAR	14%
TIR	13%		
B/C	1,217888413		

**Tabla A.4.4.2:** Proyección de flujo de caja a 10 años de Planta con un proceso semiautomático para el corte de yuca

FLUJO DE CAJA DE EFECTIVO											
AÑOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>DETALLES DE INGRESOS</b>											
Producción (Paquetes)		276.941,00	276.941,00	276.941,00	276.941,00	276.941,00	304636	304636	304636	304636	304636
Precio de venta		\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50
<b>Ingresos</b>		\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00
Otros Ingresos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total Ingresos Recibidos</b>		\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00
<b>DETALLES DE EGRESOS</b>											
Costos Fijos		\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33
Costos Variables		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.527,00	\$ 5.527,00	\$ 5.527,00	\$ 5.527,00	\$ 5.527,00
Intereses de Préstamo		\$ 9.610,06	\$ 8.982,04	\$ 8.296,55	\$ 7.548,35	\$ 6.731,68	\$ 5.840,29	\$ 4.867,33	\$ 3.805,35	\$ 2.646,20	\$ 1.380,98
<b>Total Egresos</b>		\$ 532.629,39	\$ 532.001,37	\$ 531.315,88	\$ 530.567,68	\$ 529.751,01	\$ 534.386,62	\$ 533.413,66	\$ 532.351,68	\$ 531.192,53	\$ 529.927,31
Depreciación		\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 0,80
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO</b>		\$ 153.158,86	\$ 153.786,88	\$ 154.472,37	\$ 155.220,57	\$ 156.037,24	\$ 220.639,14	\$ 221.612,09	\$ 222.674,07	\$ 223.833,22	\$ 231.661,89
ISR (30%)		\$ 45.947,66	\$ 46.136,06	\$ 46.341,71	\$ 46.566,17	\$ 46.811,17	\$ 66.191,74	\$ 66.483,63	\$ 66.802,22	\$ 67.149,97	\$ 69.498,57
<b>UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO</b>		\$ 107.211,20	\$ 107.650,82	\$ 108.130,66	\$ 108.654,40	\$ 109.226,07	\$ 154.447,39	\$ 155.128,46	\$ 155.871,85	\$ 156.683,26	\$ 162.163,32
Depreciación		\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 6.564,25	\$ 0,80
Valor de Rescate											
Amortizaciones		\$ 6.863,62	\$ 7.491,64	\$ 8.177,13	\$ 8.925,33	\$ 9.742,00	\$ 10.633,39	\$ 11.606,35	\$ 12.668,33	\$ 13.827,48	\$ 15.092,70
<b>FLUJO DE EFECTIVO</b>	<b>-\$105.027,98</b>	\$ 106.911,83	\$ 106.723,42	\$ 106.517,78	\$ 106.293,32	\$ 106.048,32	\$ 150.378,25	\$ 150.086,36	\$ 149.767,77	\$ 149.420,02	\$ 147.071,42

VAN	\$524.718,49	TMAR	14%
TIR	103%		
B/C	1,380615562		

Tabla A.4.4.3: Proyección de flujo de caja a 2 años de planta con proceso manual de corte de yuca

FLUJO DE CAJA DE EFECTIVO			
AÑOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2
<b>DETALLES DE INGRESOS</b>			
Producción (Paquetes)		276.941,00	276.941,00
Precio de venta		\$ 2,50	\$ 2,50
<b>Ingresos</b>		\$ 692.352,50	\$ 692.352,50
Otros Ingresos		\$ -	\$ -
<b>Total Ingresos Recibidos</b>		\$ 692.352,50	\$ 692.352,50
<b>DETALLES DE EGRESOS</b>			
Costos Fijos		\$ 523.019,33	\$ 523.019,33
Costos Variables		\$ -	\$ -
Intereses de Préstamo		\$ 9.168,08	\$ 4.784,58
<b>Total Egresos</b>		\$ 532.187,41	\$ 527.803,91
Depreciación		\$ 6.262,35	\$ 6.262,35
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO</b>		\$ 153.902,74	\$ 158.286,24
ISR (30%)		\$ 46.170,82	\$ 47.485,87
<b>UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO</b>		\$ 107.731,92	\$ 110.800,37
Depreciación		\$ 6.262,35	\$ 6.262,35
Valor de Rescate			
Amortizaciones		\$ 47.907,04	\$ 52.290,54
<b>FLUJO DE EFECTIVO</b>	<b>-\$100.197,58</b>	<b>\$ 66.087,22</b>	<b>\$ 64.772,18</b>

VAN	\$7.475,62	TMAR	14%
TIR	20%		
B/C	1,222384755		

**Tabla A.4.4.4:** Proyección de flujo de caja a 10 años de planta con proceso manual de corte de yuca

FLUJO DE CAJA DE EFECTIVO											
AÑOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>DETALLES DE INGRESOS</b>											
Producción (Paquetes)		276.941,00	276.941,00	276.941,00	276.941,00	276.941,00	304636	304636	304636	304636	304636
Precio de venta		\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50
Ingresos		\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00
Otros Ingresos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total Ingresos Recibidos</b>		\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 692.352,50	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00	\$ 761.590,00
<b>DETALLES DE EGRESOS</b>											
Costos Fijos		\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33	\$ 523.019,33
Costos Variables		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.527,00	\$ 5.527,00	\$ 5.527,00	\$ 5.527,00	\$ 5.527,00
Intereses de Préstamo		\$ 9.168,08	\$ 8.568,94	\$ 7.914,98	\$ 7.201,19	\$ 6.422,08	\$ 5.571,68	\$ 4.643,47	\$ 3.630,34	\$ 2.524,49	\$ 1.317,47
<b>Total Egresos</b>		\$ 532.187,41	\$ 531.588,27	\$ 530.934,31	\$ 530.220,52	\$ 529.441,41	\$ 534.118,01	\$ 533.189,80	\$ 532.176,67	\$ 531.070,82	\$ 529.863,80
Depreciación		\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO</b>		\$ 153.902,74	\$ 154.501,88	\$ 155.155,84	\$ 155.869,63	\$ 156.648,74	\$ 221.209,64	\$ 222.137,85	\$ 223.150,99	\$ 224.256,83	\$ 225.463,85
ISR (30%)		\$ 46.170,82	\$ 46.350,56	\$ 46.546,75	\$ 46.760,89	\$ 46.994,62	\$ 66.362,89	\$ 66.641,35	\$ 66.945,30	\$ 67.277,05	\$ 67.639,16
<b>UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO</b>		\$ 107.731,92	\$ 108.151,32	\$ 108.609,09	\$ 109.108,74	\$ 109.654,12	\$ 154.846,75	\$ 155.496,49	\$ 156.205,69	\$ 156.979,78	\$ 157.824,70
Depreciación		\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35	\$ 6.262,35
Valor de Rescate											
Amortizaciones		\$ 6.547,95	\$ 7.147,09	\$ 7.801,05	\$ 8.514,84	\$ 9.293,95	\$ 10.144,35	\$ 11.072,56	\$ 12.085,70	\$ 13.191,54	\$ 14.398,56
<b>FLUJO DE EFECTIVO</b>	<b>-\$100.197,58</b>	\$ 107.446,32	\$ 107.266,58	\$ 107.070,39	\$ 106.856,25	\$ 106.622,52	\$ 150.964,75	\$ 150.686,29	\$ 150.382,34	\$ 150.050,59	\$ 149.688,48

VAN	\$533.045,77	TMAR	14%
TIR	108%		
B/C	1,381330413		

**Anexo 5.1: Entrevista Realizada en el Asesoramiento brindado por la Empresa Fabricadora de Pastas alimenticias a base de Harina de Trigo de El Salvador**

1. ¿Cuáles son los principales controles de calidad de materia prima?

R// Los principales controles de calidad en materia prima son en torno al trigo y su contenido de gluten ya que éste sirve para proveerle las características a la pasta. Entre las pruebas de plataforma se encuentran: contenido de humedad del trigo, contenido de proteínas, peso hectolítrico (relacionado con el rendimiento de la harina) y finalmente la actividad enzimática.

2. ¿Cuál es el nivel de producción que maneja la planta?

Varía dependiendo de la demanda, y estación del año en el que se encuentre. Así mismo varía si deben suplir demanda de un pedido especial o casos similares.

3. ¿Cómo se controla la calidad en el área de producción?

Por medio de las Buenas Prácticas de Manufactura.

4. ¿Cómo es el proceso de abastecer de materia prima el área de producción?

Se encarga el área de logística, la cual coordina con jefatura de producción el nivel de producción para la jornada semanal y en base a esto se suministra al área de producción.

5. ¿Cuáles son los principales controles de calidad en el producto terminado y durante el procesamiento?

Durante el procesamiento únicamente se monitorea humedad en porcentajes peso y en el producto terminado se monitorean parámetros así mismo de humedad, apariencia física (color, textura) y niveles microbiológicos.

6. ¿Cuáles son las áreas críticas del procesamiento?

El proceso de secado es sin duda el área que mayor dificultad y así mismo riesgo puede causar en todo el procesamiento. Por lo cual se monitorean cuidadosamente las temperaturas, tiempos y porcentajes de humedad.

7. ¿Cómo se realiza la programación de producción?

Se realiza en base a la demanda, coordina jefatura de producción, departamento de logística y departamento de ventas.

8. En el caso de que la materia prima no cumpla con los estándares de calidad establecidos, ¿cuál es el procedimiento a seguir?, y en el caso del producto terminado.

Se reporta inmediatamente al proveedor de materia prima y no se acepta en caso de materia prima y en cuanto a producto terminado, se procede a destrucción.

9. ¿Cuál es el manejo y almacenamiento del producto terminado?

Se debe mantener a una temperatura no mayor a 30-35°C, y en ambientes poco húmedos para evitar la producción de hongos y levaduras.

10. En el caso de existir un percance que obligue a detener la producción, ¿cómo se procede con el alimento en procesamiento?

Se tienen todos los mecanismos necesarios para contemplar un caso de fuerza mayor que en toda la vida de la empresa no ha sido necesario obligar a detener la producción, sin embargo, si se presentará el caso, la empresa posee cámaras de almacenamiento con temperaturas y atmosferas con humedad relativa controlada que pudiesen permitir el almacenamiento del producto por determinado tiempo, sin embargo si el tiempo se prolongara por mucho tiempo, entonces se procedería a desechar el producto y pasar a destrucción.

11. ¿A qué zonas abastece la planta de procesamiento? ¿Una sola abastece todo el país?

Si, una sola abastece a todo el país y a los países a los que exporta el producto en Centroamérica.

12. ¿Qué se hace en el caso de que exista un retraso con el proveedor?

Dado que el departamento de logística coordina con anticipación las producciones siempre se cuenta con un excedente de materia prima para un plazo de atraso de 12 días, sin embargo, si el tiempo excediera de 3 días de lo previsto, se procede a solicitar materia prima a empresas proveedoras locales en caso de que el atraso se prolongue por más de 12 días.

14. ¿Cuál es el sistema de inocuidad implementado en la planta?

La planta está en proceso de certificación, sin embargo, por el momento únicamente cuenta con las Buenas Prácticas de Manufactura.

15. ¿Qué tipo de aditivos podrían utilizarse en las pastas libres de gluten?

Como espesantes pueden utilizarse las gomas, en especial goma xantán, goma guar o la combinación de ambas, depende como se comporten con la combinación de las harinas, en proporción del 0.25 al 1% peso.

### **Anexo 5.2: Pasos para diseño de curva de secado de yuca**

1. El peso obtenido en cada medición se representa como peso total  $W$  del sólido húmedo (sólido seco más humedad) a diferentes tiempos de  $t$  en horas en el periodo de secado. Estos valores se pueden convertir a datos de velocidad de secado por medio de los siguientes procedimientos: Primero se recalculan los datos: Si  $W$  es el peso del sólido húmedo en kilogramos totales de agua más sólido seco y  $W_s$ , es el peso del sólido seco en kilogramos entonces tenemos lo siguiente:

$$X_t = \frac{W - W_s \text{ kg totales de agua}}{W_s \text{ kg solido seco}}$$

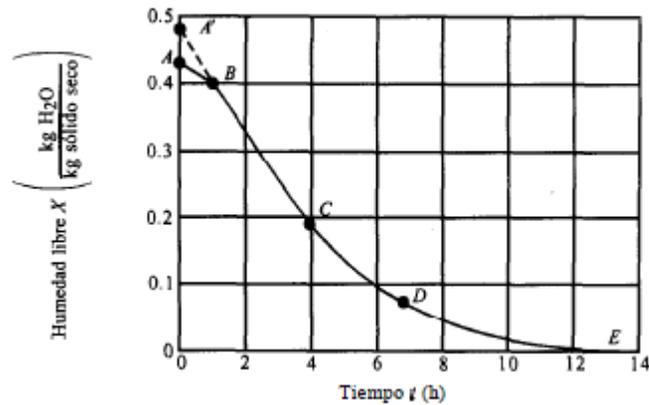
#### ***Ecuación 5.1: Fracción en masa de humedad contenida en el alimento seco***

2. Luego de obtener los datos de sólido seco y de haber establecido las condiciones de secado constante, es decir, presión y temperatura se determina el contenido de humedad de equilibrio,  $x^*$  kg de humedad de equilibrio/kg de sólido seco. Con él se procede a calcular el valor del contenido de humedad libre  $X$  en kg de agua libre/ kg de sólido seco para cada valor de  $X$ .

$$X = X_t - X^*$$

#### ***Ecuación 5.2: Contenido de humedad***

3. Al sustituir los datos en la ecuación anterior, y graficar los datos se obtendrá una curva que representa la humedad que pierde un sólido y su comportamiento en función del tiempo, de esta manera se traza una gráfica del contenido de humedad libre  $X$  en función del tiempo  $t$  en horas, como se muestra en la figura 5.10



**Figura A.5.1.1:** Curva de secado teórica de Humedad Libre (X) vs Tiempo (t)

**Fuente:** (Fennema, 1973)

Para obtener una curva de velocidad de secado a partir de esta grafica se mide la pendiente tangente de la curva lo cual proporciona valores de  $dX/dt$  para ciertos valores de  $t$ , se calcula entonces la velocidad R para cada punto con la siguiente ecuación:

$$R = \frac{L_s}{A} \frac{dX}{dt}$$

**Ecuación 5.3:** Velocidad de secado (R)

Dónde:

R es la velocidad de secado en Kg H<sub>2</sub>O /h.m<sup>2</sup>.

L<sub>s</sub> es kg de solido seco utilizado.

A es el área superficial expuesta al secado en m<sup>2</sup>.

El método para obtener la curva de secado consiste en calcular primero la pérdida de peso  $\Delta X$  para un tiempo  $\Delta t$ , entonces:  $\Delta X/\Delta t$ .

**Anexo 5.3:** Registro de pesos experimentales obtenidos en experimento de construcción de la curva de secado de la yuca

**Tabla A.5.3.1:** Registro de pesos de muestras de yuca durante el proceso de secado en unidades de Kg

Tiempos (minutos)	Muestras (x10 <sup>3</sup> kg)								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
0	1,11	1,09	1,31	1,05	0,96	0,96	1,07	0,82	0,92
10	0,94	1,08	1,39	1,05	1,08	1,12	0,99	0,88	1,03
30	0,66	0,86	1,17	0,82	0,92	0,97	0,83	0,71	0,88
45	0,45	0,7	0,99	0,65	0,76	0,85	0,69	0,55	0,74
60	0,34	0,58	0,85	0,5	0,55	0,71	0,57	0,41	0,61
90	0,28	0,48	0,66	0,39	0,36	0,54	0,45	0,26	0,4
120	0,29	0,46	0,56	0,39	0,29	0,48	0,42	0,26	0,36
180	0,28	0,45	0,48	0,38	0,26	0,44	0,4	0,25	0,32
240	0,28	0,45	0,49	0,39	0,26	0,42	0,4	0,25	0,32
300	0,28	0,45	0,48	0,39	0,26	0,43	0,4	0,25	0,32

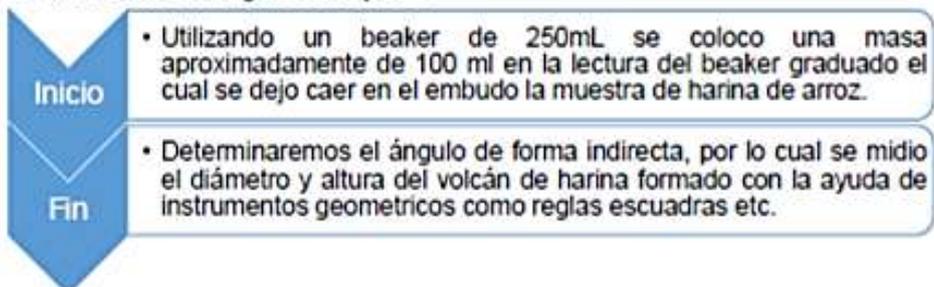
Promedio muestra 1, muestra 2 y muestra 3

$$\text{Muestra 1} = (M1+M2+M3)/3$$

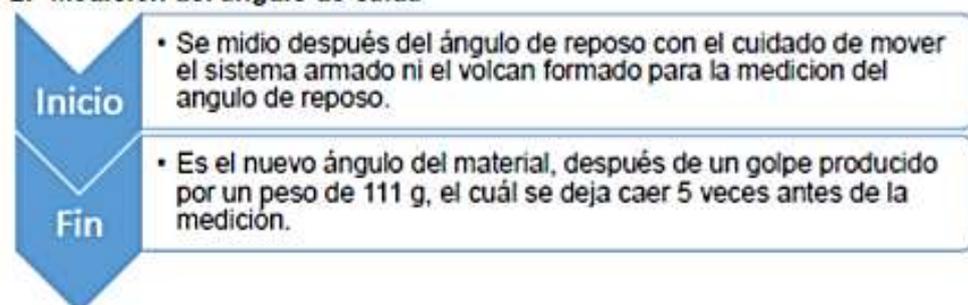
Los valores calculados están representados en la tabla 5.3 del capítulo 5 apartado 5.3.2

**Anexo 5.4:** *Procedimiento experimental para caracterización de materias primas en la elaboración de la pasta alimenticia tipo tallarín*

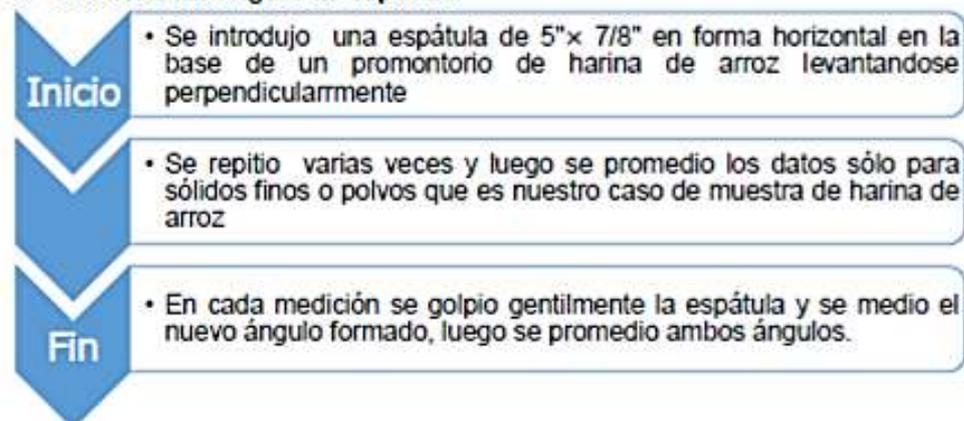
**1. Medición del ángulo de reposo**



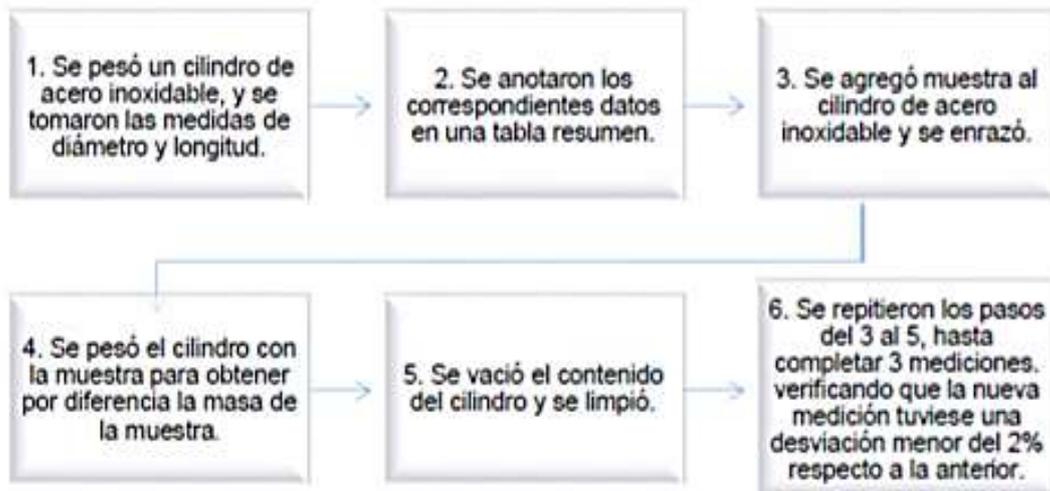
**2. Medición del ángulo de caída**



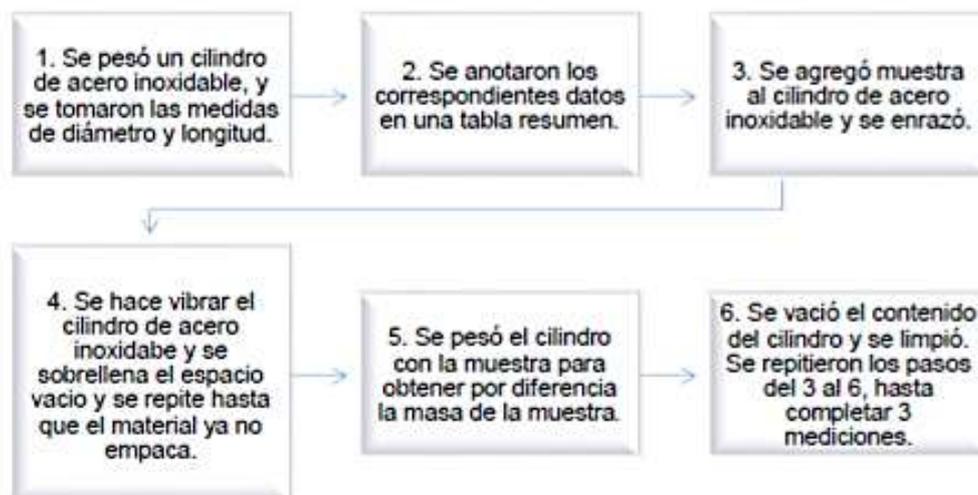
**3. Medición del ángulo de espátula**



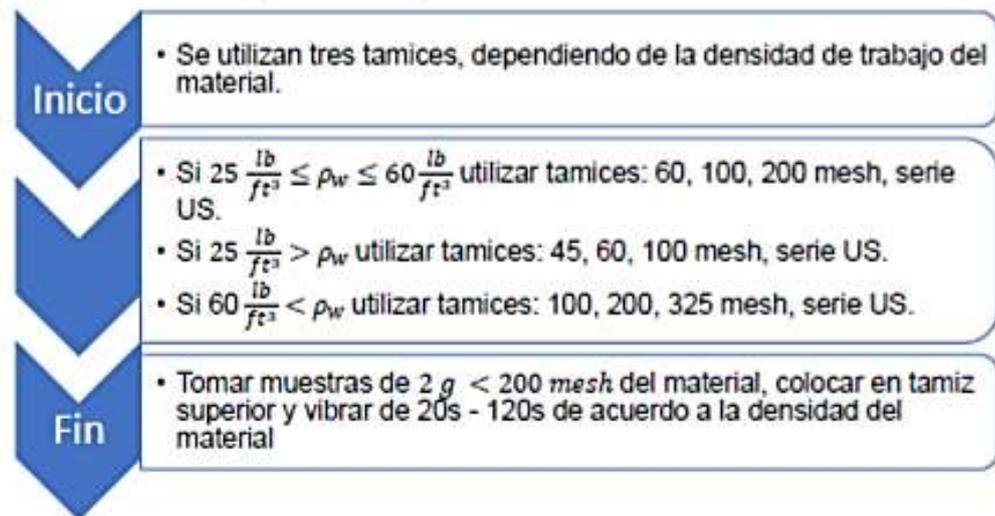
#### 4. Procedimiento experimental para la determinación de densidad de masa aireada.



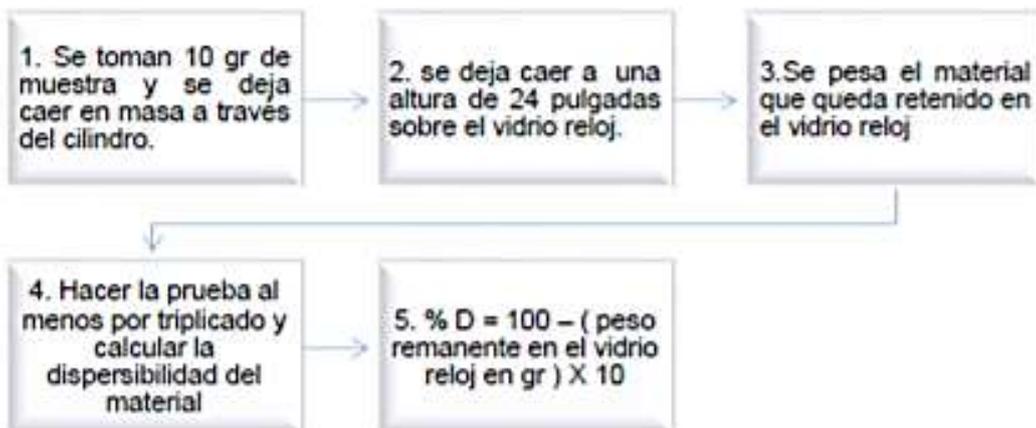
#### 5. Procedimiento experimental para la determinación de densidad de masa empacada.



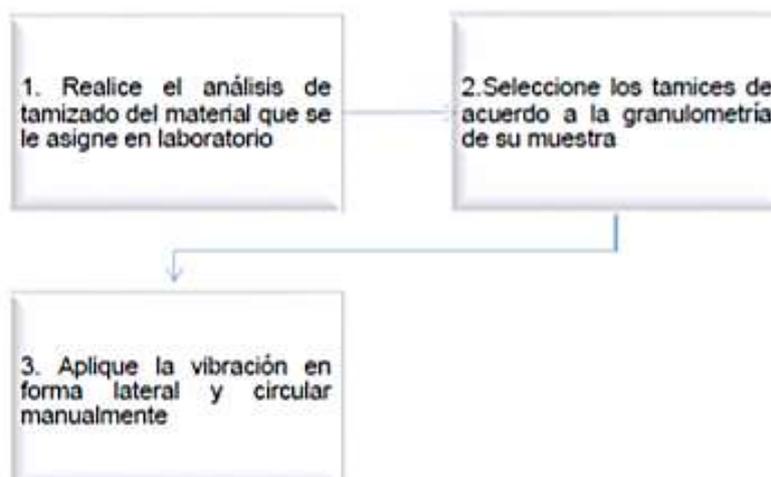
## 7. Procedimiento experimental para la determinación de la cohesión



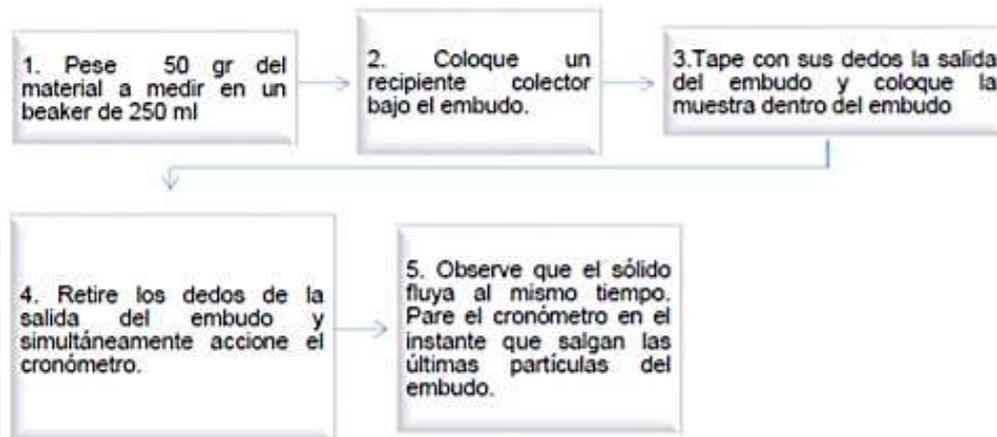
## 8. Procedimiento experimental para la determinación del % de Dispersibilidad



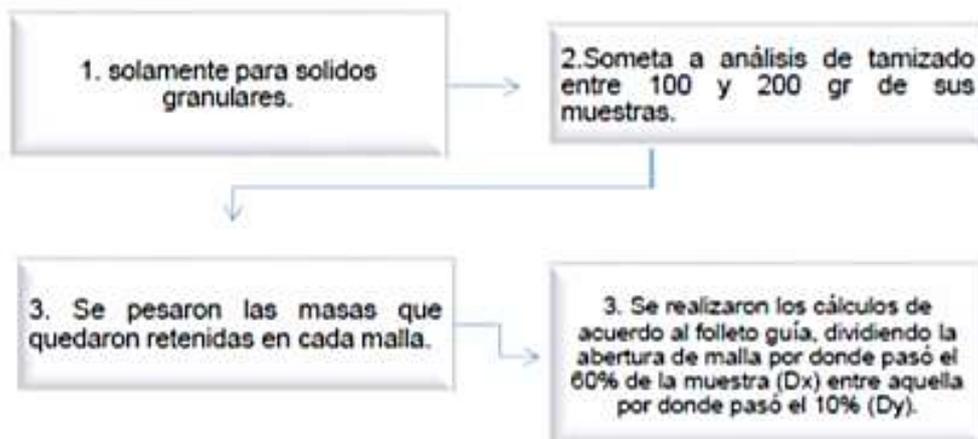
## 9. Procedimiento experimental para la determinación del área superficial específica de partículas



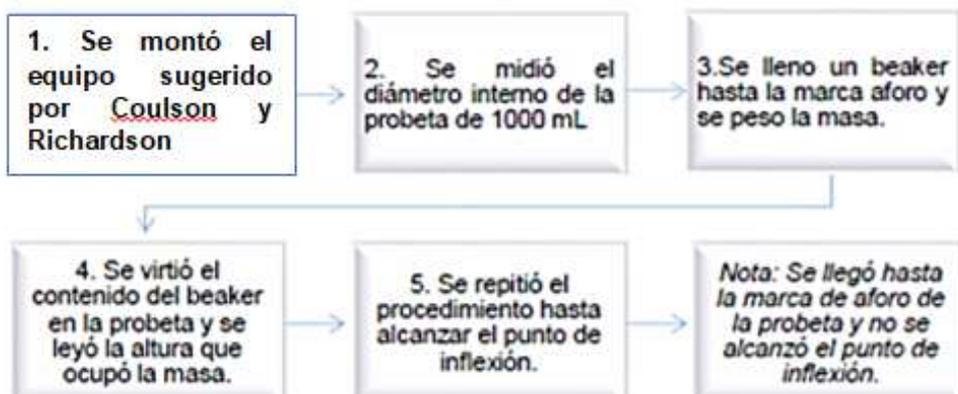
### 10. Procedimiento experimental para la determinación de la velocidad del flujo aparente



### 11. Procedimiento experimental para la determinación del coeficiente de uniformidad (C.U)



### 12. Procedimiento experimental del ángulo de la fricción interna



**Anexo 5.5:** *Cálculos para la caracterización de Materias primas en la elaboración de la pasta alimenticia tipo tallarín*

1. Cálculo del ángulo de reposo

✚ **Harina de arroz:**

Altura promedio sin golpe:

$$h_{sg} = \frac{(61 + 59 + 58)mm}{3} = 59.3333mm$$

Diámetro promedio sin golpe:

$$D_{sg} = \frac{(116 + 119 + 117)mm}{3} = 117.3333mm$$

Ángulo de Reposo:

$$\alpha_{reposo} = \tan^{-1}\left(\frac{2h_{sg}}{D_{sg}}\right)$$

$$\alpha_{reposo} = \tan^{-1}\left(\frac{2 * (59.3333mm)}{117.3333mm}\right) = 45.3236^\circ$$

**$\alpha_{reposo}=45.3236^\circ$**

2. Cálculo del ángulo de caída

✚ **Harina de arroz**

Altura promedio con golpe:

$$h_{cg} = \frac{(40 + 38 + 36)mm}{3} = 38.00mm$$

Diámetro promedio con golpe:

$$D_{cg} = \frac{(132 + 135 + 133)mm}{3} = 133.3333mm$$

Ángulo de Caída:

$$\alpha_{caida} = \tan^{-1}\left(\frac{2h_{cg}}{D_{cg}}\right)$$

$$\alpha_{caída} = \tan^{-1} \left( \frac{2 * (38.00mm)}{133.33333mm} \right) = 29.6831^\circ$$

$$\alpha_{caída} = 29.6831^\circ$$

### 3. Cálculo del ángulo de diferencia

#### ✚ Harina de arroz

$$\alpha_{diferencia} = \alpha_{reposito} - \alpha_{caída}$$

$$\alpha_{diferencia} = 45.3236^\circ - 29.6831^\circ = 15.6405^\circ$$

$$\alpha_{diferencia} = 15.6405^\circ$$

### 4. Cálculo del ángulo de espátula

#### ✚ Harina de arroz.

Al igual que el ángulo de reposo y el ángulo de caída, se calculará el promedio de altura y diámetro del ángulo de espátula sin golpe y con golpe.

Altura promedio sin golpe:

$$h_{sg} = \frac{(50 + 48 + 50)mm}{3} = 49.33333mm$$

Diámetro promedio sin golpe:

$$D_{sg} = \frac{(29 + 22 + 24)mm}{3} = 25.00mm$$

Ángulo de espátula sin golpe:

$$\alpha_{sg} = \tan^{-1} \left( \frac{2h_{sg}}{D_{sg}} \right)$$

$$\alpha_{sg} = \tan^{-1} \left( \frac{2 * (49.33333mm)}{25.00mm} \right) = 75.7817^\circ$$

Altura promedio con golpe:

$$h_{cg} = \frac{(50 + 48 + 50)mm}{3} = 49.33333mm$$

Diámetro promedio con golpe:

$$D_{cg} = \frac{(22 + 19 + 18)mm}{3} = 19.66666mm$$

Ángulo de espátula con golpe:

$$\alpha_{cg} = \tan^{-1}\left(\frac{2h_{cg}}{D_{cg}}\right)$$

$$\alpha_{cg} = \tan^{-1}\left(\frac{2 * (49.33333mm)}{19.66666mm}\right) = 78.7273^\circ$$

Ángulo de espátula promedio:

$$\alpha_{espátula} = \frac{\alpha_{cg} + \alpha_{sg}}{2} = \frac{75.7817^\circ + 78.7273^\circ}{2} = 77.254521^\circ$$

$$\alpha_{espátula} = 77.25^\circ$$

## 5. Cálculo de la densidad aireada

✚ **Harina de arroz:**

$$\rho_{a,h} = \frac{\overline{m_{a,h}}}{V_h}$$

Donde:

$\rho_{a,h}$  es la densidad aireada de la harina de arroz

$\overline{m_{a,h}}$  es la media aritmética de la masa aireada de las mediciones realizadas para la harina de arroz

$V_h$  es el volumen del cilindro utilizado en la medición de la harina de arroz

Calculando la masa media:

$$\overline{m_{a,h}} = \frac{m_{ah1} + m_{ah2} + m_{ah3}}{3}$$

$$\overline{m_{ah}} = \frac{125.8 \text{ g} + 132.2 \text{ g} + 127.1 \text{ g}}{3}$$

$$\overline{m_{ah}} = 128.37 \text{ g}$$

Calculando el volumen del cilindro utilizado se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$V_h = \frac{\pi}{4} D_h^2 L_h$$

Donde:

$D_h$  es el diámetro del cilindro utilizado en la medición de la harina de arroz

$L_h$  es la longitud del cilindro utilizado en la medición de la harina de arroz

Sustituyendo valores:

$$V_h = \frac{\pi}{4} (0.0501 \text{ m})^2 (0.1224 \text{ m})$$

$$V_h = 2.4129 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Calculando la densidad aireada de la harina de arroz:

$$\rho_{a,h} = \frac{0.12837 \text{ kg}}{2.4129 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho_{a,h} = 532.015 \text{ kg/m}^3$$

## 6. Cálculo de la densidad empacada

### ✦ Harina de arroz:

$$\rho_{p,h} = \frac{\overline{m_{p,h}}}{V_h}$$

Donde:

$\rho_{p,h}$  es la densidad empacada de la harina de arroz

$\overline{m_{p,h}}$  es la media aritmética de la masa de las mediciones realizadas para la harina de arroz

$V_h$  es el volumen del cilindro utilizado en la medición de la harina de arroz

Calculando la masa media:

$$\overline{m_{ph}} = \frac{m_{ph1} + m_{ph2} + m_{ph3}}{3}$$

$$\overline{m_{ph}} = \frac{198.1 \text{ g} + 197.0 \text{ g} + 198.4 \text{ g}}{3}$$

$$\overline{m_{ph}} = 197.83 \text{ g}$$

El volumen sigue siendo el mismo que el utilizado para el cálculo de la densidad aireada, por lo que la densidad empacada se calcula como sigue:

$$\rho_{p,h} = \frac{0.19783 \text{ kg}}{2.4129 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho_{p,h} = 819.885 \text{ kg/m}^3$$

### 7. Cálculo del Porcentaje de Compresibilidad

Para evaluar esta variable debe conocerse la Densidad Empacada ( $\rho_p$ ) y la Densidad Aireada ( $\rho_a$ ), luego la compresibilidad se calcula mediante la siguiente relación:

$$\% C = \frac{\rho_p - \rho_a}{\rho_p} * 100\%$$

#### ✚ Harina de arroz

Datos de Densidad Empacada ( $\rho_p$ ) y la Densidad Aireada ( $\rho_a$ ) de harina de arroz:

$$\rho_{a,h} = 532.015 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{p,h} = 819.885 \text{ kg/m}^3$$

Sustituyendo:

$$\% C = \frac{819.885 \text{ kg/m}^3 - 532.015 \text{ kg/m}^3}{819.885 \text{ kg/m}^3} * 100\% = 35.111\%$$

$$\% C = 35.111\%$$

### 8. Cálculo de la densidad de trabajo

#### ✚ Harina de arroz

$$\rho_{w,h} = [(\rho_{p,h} - \rho_{a,h}) * C] + \rho_{a,h}$$

Donde C es el factor de compresibilidad:

$$C = \frac{\%C}{100}$$

Por lo que la densidad de trabajo se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\rho_{w,h} = \left[ (\rho_{p,h} - \rho_{a,h}) \left( \frac{\rho_{p,h} - \rho_{a,h}}{\rho_{p,h}} \right) \right] + \rho_{a,h}$$

Donde:

$\rho_{w,h}$  es la densidad de trabajo de la harina de arroz

$\rho_{p,h}$  es la densidad empacada de la harina de arroz

$\rho_{a,h}$  es la densidad aireada de la harina de arroz

Sustituyendo valores:

$$\rho_{w,h} = \left[ (819.885 \text{ kg/m}^3 - 532.015 \text{ kg/m}^3) \left( \frac{819.885 \text{ kg/m}^3 - 532.015 \text{ kg/m}^3}{819.885 \text{ kg/m}^3} \right) \right] + 532.015 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{w,h} = 633.089 \text{ kg/m}^3$$

## 11. Cálculo de cohesión

### ✚ Harina de arroz

De acuerdo a los datos de la Tabla 4 se tiene:

Por cada 0.1 g retenido en M60, se asignan de 5% de cohesión:

$$\left[ \frac{0.05}{0.1} \right] * 5\% = 2.5\%$$

Por cada 0.1 g retenido en M100, asignación de 3% de cohesión:

$$\left[ \frac{0.43}{0.1} \right] * 3\% = 12.9\%$$

Por cada 0.1 g retenido en M200, asignación de 1% de cohesión:

$$\left[ \frac{0.61}{0.1} \right] * 1\% = 6.1\%$$

Lo obtenido en la bandeja tiene un porcentaje de 0.0%

$$\% \text{ cohesión} = 2.5\% + 12.9\% + 6.1\% + 0.0\% = 21.5\%$$

$$\% \text{ cohesión} = 21.5\%$$

## 12. Cálculo del porcentaje de dispersibilidad

### ✚ Harina de arroz:

La ecuación para la Dispersibilidad es:

$$\%D = 100 - (\text{masa remanente}) * 10$$

Para el cálculo de la masa remanente se tiene:

$$\bar{m}_{\text{remanente,h}} = \frac{m_{r,h1} + m_{r,h2} + m_{r,h3}}{3}$$

$$\bar{m}_{\text{remanente,h}} = \frac{(63.2 \text{ g} - 54 \text{ g}) + (60.9 \text{ g} - 54 \text{ g}) + (58.8 \text{ g} - 54 \text{ g})}{3}$$

$$\bar{m}_{\text{remanente,h}} = 6.96667 \text{ g}$$

Calculando la Dispersibilidad:

$$\%D = 100 - (6.96667 * 10)$$

$$\%D = 30.333\%$$

*SE REPITIERON LOS MISMOS CÁLCULOS PARA LAS HARINAS DE YUCA Y MORINGA.*

## Anexo 5.6: Ficha técnica de Goma Xantan

Fórmula:  $C_{35}H_{49}O_{29}$   
(monómero)

Peso molecular: No disponible    Número CAS: 11138-66-2

### Descripción

Sólido en polvo color blanco a crema.

### Aplicaciones

Polisacárido. Se usa en alimentos para controlar la reología final del producto, como agente hidratante en la formulación de soluciones coloidales viscosas. Se emplea en estabilizadores de helado, quesos suaves, quesos crema, procesados y pasteurizados, y en la producción para aumentar el rendimiento de sólidos de la cuajada. En masas da mayor rendimiento, elasticidad, y produce una textura más suave. Su viscosidad es relativamente alta a bajas concentraciones, y las soluciones son estables en un amplio rango de pH aún con contenido alto de sales y temperaturas, lo cual es una característica favorable que lo hace apto para usarse como espesante. Producto aprobado para uso en alimentos. Su comportamiento como antioxidante es mayor a la de otros polisacáridos por su mayor capacidad para adherirse a los metales. En la rama cosmética le da una buena sensación a cremas y lociones, y en la industria farmacéutica se usa para mantener en suspensión antibióticos y otros fármacos. La solución de este material se aplica a líquidos de fracturas de pozos petroleros. La reología permite una transmisión de presión máxima a las formaciones acuosas, y una mínima fricción en tuberías. En la recuperación de petróleo también se usa para reducir la permeabilidad y la movilidad del agua al incrementar su viscosidad.

### Especificaciones

Apariencia:	Sólido en polvo color blanco a crema.
Tamaño de partícula (malla 60), $\mu\text{m}$ :	100%
Tamaño de partícula (malla 80), $\mu\text{m}$ :	95%
Viscosidad (1% goma xantana en sol KCl 1%), cps:	1200 – 1700
pH (sol 1% goma xanthan):	6.0 – 8.0
% Pérdida en el secado:	$\leq 15\%$
% Cenizas:	$\leq 16$
Contenido de Plomo, ppm:	$\leq 2$
%Nitrógeno total:	$\leq 1.5$
% Ácido pirúvico:	$\geq 1.5$
Contenido de moho/levadura, cfu/g:	$\leq 100$
Contenido de E.coli:	Negativo
Contenido de Salmonella:	Negativo

**Anexo 5.7: Ficha técnica de Moringa**

<b>EMPRESA DISTRIBUIDORA</b>	<b>BoomTree</b>
<b>Producto</b>	Moringa oleífera en polvo
<b>Contenido Nutricional</b>	Por cada 100 gramos de Moringa oleífera
<b>Energía</b>	87 kcal
<b>Grasa</b>	2.5 g
<b>Fibra</b>	20.6 g
<b>Proteína</b>	28 g
<b>Taninos</b>	1.2 g
<b>Arginina</b>	1325 mg
<b>Histidina</b>	613 mg
<b>Isoleucina</b>	825 mg
<b>Leucina</b>	1950 mg
<b>Lisina</b>	1325 mg
<b>Metionina</b>	350 mg
<b>Fenilalanina</b>	1388 mg
<b>Treonina</b>	1188 mg
<b>Triptófano</b>	425 mg
<b>Valina</b>	1063 mg
<b>Calcio</b>	2400 mg
<b>Potasio</b>	3200 mg
<b>Magnesio</b>	160 mg
<b>Fósforo</b>	260 mg
<b>Sodio</b>	120 mg
<b>Hierro</b>	38 mg
<b>Manganesio</b>	8 mg
<b>Zinc</b>	3.29 mg
<b>Cobre</b>	0.35 mg
<b>Vitamina B1</b>	2.64 mg
<b>Vitamina B2</b>	20.5 mg
<b>Vitamina B3</b>	8.2 mg
<b>Vitamina B6</b>	2.4 mg
<b>Folato</b>	540
<b>Vitamina A</b>	18.9 mg
<b>Vitamina C</b>	17.3 mg
<b>Vitamina E</b>	56 mg

\*\*Todos los datos proporcionados fueron proporcionados por la Empresa.

## Anexo 5.8: Ficha técnica de Proteína Aislada de Soya



Departamento de Innovación y Desarrollo  
Revisión No 1

### FICHA TECNICA DE PRODUCTO

#### PROTEINA AISLADA DE SOYA

#### 1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es una proteína aislada de soya, soluble y dispersable, desarrollada para ser utilizada en sistemas alimenticios donde se requiere una proteína altamente funcional.

#### 2. COMPOSICIÓN CUALITATIVA

Aislado de proteína de soya

#### 3. ANALISIS FISICO-QUIMICO

Especificaciones	Límites
Color	Crema
Olor	Característico a proteína de soya
Sabor	Característico a proteína de soya
Apariencia	Polvo fino
pH	6.8- 7.8 en solución al 5%
Humedad (115°C)	6.5% Máximo
Granulometría	90% mínimo pasa por la malla U.S.A. estándar # 100
Proteína (Nx6.25, base seca)	90% mínimo
Grasa (hidrolisis acida)	4% Máxima
Cenizas	5% Máximo

#### 4. INFORMACIÓN NUTRICIONAL (1): (Valores aproximados por 100 g de producto)

Especificaciones	Valores
Energía	380 cal
Ácidos grasos (con base a la grasa por hidrólisis ácida) <ul style="list-style-type: none"><li>• Saturados</li><li>• Grasas trans</li></ul>	0.8% < 0.05 %
Colesterol	0 mg
Cafeína	0 mg
Alcohol	0 mg
Azúcar	Trazas

<b>Minerales típico</b>	
Sodio	1200-1600 mg
Potasio	75-300 mg
Calcio	50-150 mg
Fosforo	800-1200 mg
Hierro	8-13 mg
Magnesio	25-100 mg
Zinc	3-6 mg
Cobre	< 2 mg
Manganesio	< 2 mg
Selenio	0.03 mg
Cromo	< 0.01 mg
Floururo	< 10 ppm
Sulfitos	< 10 ppm
cloruro	350 mg
<b>Amino ácidos (* Aminoácidos esenciales)</b>	
Acido aspártico	12.0 g
Treonina*	3.9 g
Serina	5.5 g
Ácido glutámico	19.9 g
Prolina	5.5 g
Glicina	4.3 g
Alanina	4.3 g
Cisteína	1.2 g
Valina*	4.7 g
Metionina*	1.4 g
Isoleucina*	4.7 g
Leucina*	8.3 g
Tirosina	4.2 g
Fenilalanina*	5.4 g
Histidina*	2.7 g
Lisina*	6.4 g
Arginina	8.2 g
Triptófano*	1.1 g

<b>Metales pesados</b> Mercurio Arsénico Cadmio Plomo	< 0.05 ppm < 0. 5 ppm < 0. 1 ppm < 0. 5 ppm
<b>Vitamina A</b> <b>Vitamina C</b> <b>Tiamina</b> <b>Niacina</b> <b>Vitamina D</b> <b>Vitamina E</b> <b>Vitamina B6</b> <b>Vitamina B12 (µg)</b>	<b>0 UI</b> <b>0 mg</b> <b>0.18 mg</b> <b>1.44 mg</b> <b>Trazas</b> <b>Trazas</b> <b>Trazas</b> <b>Trazas</b>

Boulevard Sur No 16 Residencial Utila, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centroamerica . Tel. (503) 2288-2055  
Página web: [www.saboramigo.com.sv](http://www.saboramigo.com.sv) correo electrónico: [ventas@saboramigo.com.sv](mailto:ventas@saboramigo.com.sv)

<b>Ácido fólico</b>	<b>0.18 mg</b>
<b>Biotina</b>	<b>Trazas</b>
<b>Vitamina K</b>	<b>Trazas</b>
<b>Ácido pantoténico</b>	<b>0.06 mg</b>
<b>Riboflavina</b>	<b>0.1 mg</b>

##### **5. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS:**

<b>Análisis</b>	<b>Limites</b>
Recuento total aerobio	10,000UFC/g
E. coli	Negativo
Salmonella (clase III)	Negativo
Hongos y levaduras	100 UFC/ g
Coliformes totales	10 UFC/ g

##### **6. USO RECOMENDADO:**

*En sistemas alimenticios donde se requiere una proteína muy funcional.*

*El nivel de uso varía dependiendo de la aplicación.*

### **7. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**

Almacenar en un lugar seco (H.R. 60.0%), limpio y fresco (entre 18-24 °C).  
Mantener la bolsa interna bien cerrada. Estibar sobre tarimas.

### **8. VIDA ÚTIL ESTIMADA**

10 meses bajo óptimas condiciones de almacenamiento.

### **9. DECLARACION DE ALERGENOS.**

Producto contiene soya

Ing. Carlos Domínguez  
Innovación & Desarrollo  
PATRONIC, S.A. DE C.V.

*Todas la información presentada es suministrada por el proveedor.*

Boulevard Sur No 16 Residencial Utila, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centroamerica . Tel. (503) 2288-2055  
Página web: [www.saboramigo.com.sv](http://www.saboramigo.com.sv) correo electrónico: [ventas@saboramigo.com.sv](mailto:ventas@saboramigo.com.sv)

### Anexo 5.9: Papeleta de Evaluación sensorial por ordenamiento

Universidad de El Salvador  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos



**TRABAJO DE GRADUACION:** “DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PASTA TIPO TALLARINES A BASE DE HARINAS DE YUCA (*Manihot esculenta*), ARROZ (*Oryza sativa*) Y MORINGA (*Moringa oleífera*)”

#### EVALUACIÓN SENSORIAL

**Indicaciones:** se le presentan tres diferentes muestras frente a usted, degústelas y asigne valores de 1 a 3, recordando que en un mismo parámetro no puede repetirse el valor asignado, por ejemplo, para el parámetro sabor no pueden existir dos muestras con la ponderación 1. La escala de valores se muestra de acuerdo a la siguiente escala:

Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta
1	2	3

Muestra	Textura	Sabor	Olor	Color	Comentarios
129					
232					
320					

**Comentarios**

**Adicionales:**

---

---

---

¡MUCHAS GRACIAS!

## Anexo 5.10: Papeleta de Evaluación sensorial por pruebas hedónicas

Universidad de El Salvador  
 Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
 Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos



**TRABAJO DE GRADUACION:** “DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PASTA TIPO TALLARINES A BASE DE HARINAS DE YUCA (*Manihot esculenta*), ARROZ (*Oriza sariva*) Y MORINGA (*Moringa oleífera*)”

### EVALUACIÓN SENSORIAL

**Indicaciones:** se le presentan a continuación 3 muestras de pastas alimenticias, la muestra R es el nuevo producto y las dos muestras siguientes son formulaciones de marcas posicionadas en el mercado nacional. Debe degustar las 3 muestras y realizar una comparación primeramente entre la Muestra R y la muestra 1752, y a continuación entre la muestra R y la 4569.

**La muestra R es... con respecto a... marque con X su respuesta**

<b>Textura</b>		
<b>Estimación</b>	<b>1752</b>	<b>4569</b>
Nada similar y me desagrada		
Similar y me desagrada		
Muy similar y me desagrada		
Nada similar y me agrada		
Similar y me agrada		
Muy similar y me agrada		
<b>Sabor</b>		
Nada similar y me desagrada		
Similar y me desagrada		
Muy similar y me desagrada		
Nada similar y me agrada		
Similar y me agrada		
Muy similar y me agrada		
<b>Olor</b>		
Nada similar y me desagrada		
Similar y me desagrada		
Muy similar y me desagrada		
Nada similar y me agrada		
Similar y me agrada		
Muy similar y me agrada		
<b>Color</b>		
Nada similar y me desagrada		
Similar y me desagrada		
Muy similar y me desagrada		
Nada similar y me agrada		
Similar y me agrada		
Muy similar y me agrada		

**Comentarios Adicionales:**

---

---

---

---

---

**¡MUCHAS GRACIAS!**

Anexo 6.1: Informe análisis microbiológico

**ESMI**  
S. A. de C. V.

**LABORATORIO**  
**ESPECIALIDADES MICROBIOLÓGICAS INDUSTRIALES, S.A. de C.V.**

San Salvador, 18 de julio de 2018.

Señores  
Mayra Abigail Anzora Bernal  
Salvador Elías Monge Acevedo  
Luis Ricardo Mejía Sigüenza  
Presente

Código de muestra 45102018 M  
Fecha recibo de muestra 09 de julio de 2018, 2:10 P.M.

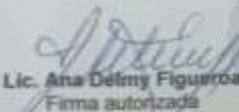
**INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

Muestra Pasta Alimenticia hecha a base de harinas de yuca, arroz y moringa  
Procedencia Laboratorio de Tecnología de Alimentos de Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador  
Fecha de recolección 07 de julio de 2018  
Muestra tomada por El Cliente  
Fecha finalización de análisis 17 de julio de 2018

Análisis	Resultado	Expresado como	Método de análisis
<i>Escherichia coli</i> *	Menor de 3.0	NMP/g	NMP, BAM 2002
Conteo de mohos y levaduras *	140	UFC/g	Vertido en caja, BAM 2001
<i>Staphylococcus aureus</i> *	Menor de 10	UFC/g	Conteo directo en caja, BAM 2001

Notas:  
\* Análisis acreditado.  
NMP: Número Más Probable.  
UFC: Unidades Formadoras de Colonias.  
BAM: Bacteriological Analytical Manual.  
Los resultados emitidos en este informe corresponden a la muestra indicada en procedencia y código.  
Prohibida su reproducción parcial sin la autorización del laboratorio.  
Atentamente,

ESPECIALIDADES MICROBIOLÓGICAS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.

  
Lic. Ana Delmy Figueroa  
Firma autorizada

Laboratorio acreditado por el Organismo Salvadoreño de Acreditación bajo la norma NTS ISO/IEC 17025:2005 para realizar análisis de aguas, alimentos y superficies.



Página 1/1

27 CALLE PONIENTE N° 944, COLONIA LAYCO, SAN SALVADOR  
Teléfonos 2226-1380, 2235-3927, 2226-1242 email: emilab@explora.com.sv

## Anexo 6.2: Informe de Análisis Bromatológico Nutricional



UNIDAD DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS  
 INFORME DE ANÁLISIS VARIOS  
 MUESTRA 180706499 - 01

Pag. 1 / 1

**DATOS GENERALES**

Muestra: PASTA ALIMENTICIA  
 Solicitante: MAYRA ABIGAIL ANZORA BERNAL  
 Responsable: MAYRA ANZORA  
 Dirección: SAN SALVADOR  
 Teléfono: Fax : Correo Electronico: abigailanzora@95@gmail.com

**FECHAS**

Recibido : 16/07/2018  
 Análisis : 17/07/2018  
 Reporte : 26/07/2018

**ANÁLISIS**

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Unidades	Método	Referencia
C061 **Carbohidratos	65.13	%	Cálculo por diferencia	MenchLMT INCAP 2006
C061 **Proteína	23.41	g/100 g muestra	Kjeldahl Modificado	AOAC, 16 Ed. 1995
C061 **Humedad	9.54	%	Gravimétrico	Analizador Halógeno HR73
C061 **Ceniza	1.92	%	Gravimétrico	AOAC, 16 Ed. 1995
C061 **Fibra cruda	0.27	g/100 g muestra	Gravimétrico	AOAC, 16 Ed. 1995
C061 **Grasa muestra húmeda	0.00	g/100g muestra	Soxhlet	AOAC Int. 16 Ed. 1995

*Ana Maria Villalta Novoa*



Cerente Unidad Físico Químico de Alimentos  
 Lic. Ana Maria Villalta Novoa

\*\* Acreditado bajo la ISO/IEC 17025:05 para el alcance establecido. \*Análisis subcontratado.  
 Nota: Esta muestra fue tomada o remitida por Cliente  
 El informe no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.  
 Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.  
 No se recibirán reclamos después de 45 días del ingreso de la muestra.

F80 36.01 V.7 23/05/2016

Urbanización y Bulevar Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, C.A.  
 E-mail: laboratorio@fusades.org - Tel.: (503) 2248 5681 • www.fusades.org

**Anexo 6.3:** Imágenes del proceso de elaboración de la pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa.



**Figura a.6.3.1:** Pruebas de tamizado para la caracterización de materias primas



**Figura a.6.3.2:** Medición del espesor de las rodajas de yuca para la elaboración de harina de yuca.



**Figura a.6.3.3:** Corte de yuca en rodajas para el proceso de secado y elaboración de harina de yuca.



**Figura a.6.3.4:** Laminado y corte de la pasta alimenticia a base de harinas de yuca, arroz y moringa en forma de tallarines.



**Figura a.6.3.5:** Empacado de la pasta alimenticia tipo tallarín a base de harinas de yuca, arroz y moringa.



**Figura a.6.3.6:** Pesado del producto junto con el empaque para preparación de muestras para panel sensorial.

