

INGENIERÍA BIOQUÍMICA

**INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

FORTALECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL
DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LA INNOVACIÓN DE LA ACTIVIDAD
AGROALIMENTARIA DEL ESTADO DE CHIAPAS-PROYECTO DEL
FONDO MIXTO CONACYT-GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIAPAS.

**Alimentos de la Gama V a base de frijol negro (*Phaseolus
vulgaris*) cultivado en el estado de Chiapas.**

PRESENTA:

MAURICIO FABIÁN BETANZOS RAMÍREZ

ASESOR INTERNO:

ING. MARGARITA MARCELIN MADRIGAL

ASESOR EXTERNO:

DR. ROGELIO PRADO RAMÍREZ

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS JUNIO 2018

RESUMEN

El presente informe técnico de residencia profesional forma parte del proyecto “Fortalecimiento de la infraestructura para el desarrollo tecnológico y la innovación de la actividad agroalimentaria del estado de Chiapas-proyecto del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Chiapas con el propósito de aprovechar el frijol negro producido en el estado y transformarlo en alimentos de valor agregado. Se propusieron el desarrollo de dos alimentos de la Gama V con esta leguminosa, el primero consiste en un alimento tradicional del estado, conocido como “Tamal de Hierba Santa”, el segundo se basaba en extraer la testa del frijol y conseguir un extracto de Antocianinas para desarrollar un aderezo con propiedades funcionales. El aderezo no pudo desarrollarse por el corto tiempo y la falta de equipos para la separación de la testa, aunque se documentó las pruebas que pueden ser viables para la separación y con ello el aprovechamiento de la testa. Por ello, se desarrollaron dos alimentos más, típicos del estado de Chiapas, estos consisten en dos tamales típicos de este estado, conocidos tradicionalmente como: tamal de chipilín y tamal de bola.

Se estandarizaron las formulas y el proceso para la obtención de los tres alimentos típicos. La estandarización resulto en la conversión de las recetas típicas del estado de Chiapas, a un proceso más eficiente, por la disminución en el tiempo de elaboración y el aprovechamiento de cada ingrediente utilizado. Se prosiguió a analizar microbiológicamente y fisicoquímicamente para garantizar la calidad estos alimentos. Se obtuvo resultados satisfactorios en la parte microbiológica, el proceso de esterilización fue efectivo, debido a la ausencia de los tres grupos de microorganismos estudiados (coliformes totales, bacterias aerobias mesófilas y hongos y levaduras). En la parte fisicoquímica se analizaron la textura, color, a_w , acidez, pH y el análisis químico proximal.

Se realizó una documentación de los equipos y servicios necesarios para el diseño de una propuesta de una microempresa en el estado de Chiapas, así como el balance de materia para el procesamiento de 200 kg de masa. La puesta en marcha de una microempresa es una opción factible, pero es recomendable realizar un estudio o sondeo de mercado y un análisis de producción de esta.

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
CAPITULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	5
3.1 Objetivo General	4
3.2 Objetivos particulares	4
4. PLOBLEMAS A RESOLVER	5
CAPITULO 2.....	6
5. METODOLOGÍA.....	6
5.1 Obtención de frijol negro.....	7
5.2 Localización del área de desarrollo de alimentos	7
5.3 Materiales e insumos.....	7
5.4 Equipos	8
5.5 Descascarillado del frijol.....	8
5.5.1 Descascarillado manual de frijol	8
5.5.2 Estandarización del frijol en base seca y húmeda	9
5.5.3 Descascarillado del frijol con un equipo prototipo	9
5.6 Desarrollo y Formulación de tamales	10
5.6.1 Desarrollo y Formulación de Tamal de Chipilín.....	10
5.6.2 Desarrollo y Formulación de Tamales de Hierba Santa.....	14
5.6.3 Desarrollo y Formulación de Tamal de bola.....	18
CAPITULO 3.....	23
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
6.1 Eficiencia del descascarillado.....	23
6.1.1 Descascarillado manual.....	23
6.1.2 Estandarización de frijol en base seca y húmeda	24
6.1.3 Descascarillado mediante prototipo	24

6.2 Caracterización fisicoquímica	25
6.2.1 Determinación de pH	25
6.2.2 Determinación de acidez titulable	26
6.2.3 Actividad de agua (aw)	26
6.2.4 Color.....	27
6.2.5 Textura instrumental.....	29
6.2.6 Análisis Químico proximal	31
6.3 Información nutrimental e iconos frontales para el tamal de Chipilín	31
6.3.1 Ficha técnica de producto terminado-tamal de chipilín	33
6.4 Información nutrimental e iconos frontales para el tamal de Bola	34
6.4.1 Ficha técnica de producto terminado-tamal de Bola	36
6.5 Información nutrimental e iconos frontales para el tamal de hierba Santa	37
6.5.1 Ficha técnica de producto terminado-tamal de hierba Santa	39
6.6 Análisis microbiológicos	41
7. Lista de bienes y servicios para la propuesta de una microempresa de elaboración de tamales regionales del estado de Chiapas.....	42
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
9. COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	52
10. BIBLIOGRAFÍA	53
11. ANEXOS	54

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2

Figura 2.1 Diagrama de elaboración de tamal de hierba santa, tamal de bola y tamal de chipilín y proceso de descascarillado del frijol.	6
Figura 2.2 Obtención del frijol negro.....	7
Figura 2.3 Etapas de elaboración del tamal de chipilín.....	12
Figura 2.4 Tamales de chipilín listos para cocción.....	13
Figura 2.5 Proceso de cocción de tamales.....	13
Figura 2.6 Diagrama de etapas de elaboración del tamal de Chipilín.....	13
Figura 2.7 Mezclado de la masa.....	15
Figura 2.8 Etapas de elaboración del tamal de hierba santa.....	16
Figura 2.9 Etapas para envolver el tamal de hierba santa.....	16
Figura 2.10 Diagrama de etapas de elaboración del tamal de hierba Santa.....	17
Figura 2.11 Etapas de elaboración del tamal de bola.....	20
Figura 2.12 Tamal de bola listo.....	20
Figura 2.13 Tamales de bola listos para cocción a vapor.....	20
Figura 2.14 Proceso empaquetado y sellado.....	21
Figura 2.15 Proceso de esterilización de los tamales.....	21
Figura 2.16 Diagrama de etapas de elaboración del tamal de bola.....	22

CAPITULO 3

Figura 3.1 Descascarillado manual.....	23
Figura 3.2 Determinación de diámetros del frijol mediante Vernier.....	24
Figura 3.3 Proceso de descascarillado con prototipo.....	25
Figura 3.4 pH de los tres tipos de tamales.....	25
Figura 3.5 Acidez de los tres tipos de tamales.....	26
Figura 3.6 aW de los tres tipos de tamales.....	27
Figura 3.7 Determinación de la aw mediante el AQUALAB.....	27
Figura 3.8 Diagrama de cromaticidad.....	28

Figura 3.9 Medición de color con el espectrofotómetro.....	28
Figura 3.10 Medición de la textura de los tamales.....	29
Figura 3.11 Gráfica general del análisis de perfil de textura.....	29
Figura 3.12 Recuento de crecimiento microbiano.....	41
Figura 3.13 Balance de materia del tamal de Chipilín para 200 kg de masa.....	44
Figura 3.14 Diagrama de proceso para el tamal de Chipilín.....	45
Figura 3.15 Balance de materia del tamal de Hierba Santa para 200 kg de masa.....	46
Figura 3.16 Diagrama de procese del tamal de Hierba Santa.....	47
Figura 3.17 Balance de materia del tamal de Bola para 200 kg de masa.....	48
Figura 3.18 Diagrama de proceso del tamal de Bola.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 2

Tabla 2.1 Formulación para pechuga de pollo deshebrada	10
Tabla 2.2 Formulación de salsa de Jitomate	11
Tabla 2.3 Formulación chiles jalapeños en escabeche.....	11
Tabla 2.4 Formulación para la masa de maíz.....	12
Tabla 2.5 Formulación para la elaboración de un tamal de Chipilín.....	12
Tabla 2.6 Formulación para la cocción del frijol.....	14
Tabla 2.7 Formulación para la pasta de frijol.....	15
Tabla 2.8 Formulación de semilla de calabaza	15
Tabla 2.9 Formulación para la masa de maíz.....	15
Tabla 2.10 Formulación para un tamal de Hierba Santa.....	16
Tabla 2.11 Formulación de cocción y freído de costilla de puerco.....	18
Tabla 2.12 Formulación de la salsa de Jitomate.....	19
Tabla 2.13 Formulación para masa.....	19
Tabla 2.14 Formulación para un tamal de bola.....	20
Tabla 2.15 Programa Térmico para esterilizar tamales	21

CAPITULO 3

Tabla 3.1 Eficiencia del descascarillado manual.....	23
Tabla 3.2 Estandarización de tamaño en base seca del frijol negro	24
Tabla 3.3 Estandarización de tamaño en base húmeda del frijol negro	24
Tabla 3.4 Análisis de color del tamal de chipilín	27
Tabla 3.5 Análisis de color del tamal de Hierba Santa.....	28
Tabla 3.6 Análisis de color del tamal de bola.....	28
Tabla 3.7 Textura instrumental de los tres tipos de tamales	29
Tabla 3.8 Resultados del análisis proximal para los tres tipos de tamales.....	31
Tabla 3.9 Tabla nutrimental e íconos frontales del tamal de Chipilín	32
Tabla 3.10 Tabla nutrimental e íconos frontales del tamal de Bola.....	35
Tabla 3.11 Tabla nutrimental e íconos frontales del tamal de Hierba Santa	38
Tabla 3.12 Evaluación microbiológica	41
Tabla 3.13 Equipos recomendados para la microempresa y costo.....	42
Tabla 3.14 Equipo y material auxiliar en el proceso de tamales	43

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de frijol registra tendencia al alza durante la década reciente, impulsada por aumentos en la superficie cultivada y en los rendimientos promedio por unidad de superficie. En siete países se concentra el 63.0 por ciento de la cosecha mundial de la leguminosa: India, Myanmar, Brasil, Estados Unidos, México, China y Tanzania. El comercio de frijol en el mercado internacional es reducido en comparación con otros productos agrícolas; en general, los principales países productores destacan también como importantes consumidores (FIRA, 2016).

El cultivo del frijol ocupa un lugar importante en la economía agrícola del país, tanto por la superficie que se le destina, como por la derrama económica que genera. En conjunto con el maíz constituyen la dieta básica del pueblo mexicano y en consecuencia son los productos de mayor importancia socioeconómica tanto por la superficie de siembra como por la cantidad consumida per-cápita (Voysesst, 2000). Las variaciones en el precio del frijol en México se relacionan principalmente con la disponibilidad del grano cosechado (FIRA, 2016).

Chiapas ocupa el quinto lugar en la producción en el país y el cuarto lugar en dicho estado de esta leguminosa. El frijol negro es la principal variedad sembrada. En Chiapas, el frijol es uno de los cultivos más importantes por su papel en la alimentación de la población, superficie de siembra, generación de empleos y cultura productiva. Sin embargo, por sus características socioeconómicas de producción es quizá el cultivo que más contrastes tecnológicos presenta. La potencialidad existente para este cultivo ha motivado al sector agrícola, a incluir entre los cultivos prioritarios y a destacar la necesidad de desarrollo y reactivación del mismo según lo requiere el escenario económico actual (INIFAP, 2002).

Por su disponibilidad, tradición en su cultivo y relativo bajo costo; el frijol es un alimento básico que constituye la fuente más importante de proteínas del sector rural asimismo,

es importante generador de empleos. El frijol se siembra prácticamente en todo el estado; sin embargo destacan por su superficie los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) de la SAGARPA: 06 Palenque (Selva), 04 Villaflores (Fraylesca), 01 Tuxtla Gutiérrez (Centro) y 03 San Cristóbal de las casas (Altos) (INIFAP, 2002).

Debido a la falta de industrias de transformación del frijol y al cambiante estilo de vida de las personas el consumo de frijol muestra una tendencia negativa en cuanto a su consumo, por lo que, en la actualidad se ofrecen alimentos preparados y listos para consumirse, denominados alimentos de la gama V, lo que representa una alternativa viable para la transformación del frijol.

La gama V son alimentos preparados y cocidos que tienen la característica de conservar el sabor de un platillo “recién hecho” y, a diferencia de los precocidos, no contienen aditivos. El proceso de manufactura comprende: cocinar, envasar, quitar el oxígeno, sellar y refrigerar. El consumidor lo único que debe hacer es calentarlo adecuadamente. Una de las ventajas de este tipo de alimentos es que el proceso de pasteurización y tratamiento térmico (someter el alimento a temperaturas elevadas) siempre es por debajo de los 100°C, por lo que afecta poco las sustancias nutritivas, sabor y textura.

La gama V es un mercado en expansión debido a los nuevos hábitos alimentarios donde el consumidor no tiene tiempo para elaborar la comida y requiere rapidez de preparación, pero la misma calidad de los productos frescos, y la gama V ofrece productos con las mismas características que si los cocinase el consumidor en su casa pero ahorrando tiempo. Este proyecto fue enfocado en utilizar o transformar el frijol negro chiapaneco elaborando alimentos de la gama V, utilizando recetas típicas de este Estado, como lo es el tamal de hierba santa, sin embargo, también se trabajaron otros alimentos de la gama V como lo son: el tamal de bola y el tamal de chipilín. El futuro de los alimentos se basa en esta clasificación, por tanto, la industria de la transformación del frijol deberá generar alimentos preparados y con ello aumentar nuevamente el consumo de esta leguminosa, evitando pérdidas durante su producción.

2. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años el consumo de los alimentos de la gama V se han incrementado de manera importante, debido al ajetreado estilo de vida, donde las personas por tiempos reducidos, a causa del trabajo o estudios, no pueden preparar su propio alimento, también, existen personas que no tienen el conocimiento o habilidad para cocinar, entonces, recurren al consumo de los alimentos de la gama V que se encuentran listos para ser consumidos. Hoy más que nunca la industria de la alimentación valora el tiempo del consumidor y le ofrece un sinfín de opciones, como lo son, los alimentos típicos que se han convertido en una importante oportunidad de comercialización.

El aprovechamiento de la producción del campo del Estado de Chiapas es importante para la elaboración de estos alimentos tradicionales, el Estado es importante productor de frijol negro y de maíz, por ello, la importancia de aprovechar dichas materias primas, transformándolos en alimentos de la gama V. El frijol en específico ha mostrado una tendencia negativa en la alimentación per-cápita en los últimos años, debido a que esta leguminosa presenta tiempos más largos en su preparación y a su vez, en el mercado existen pocos alimentos a base del frijol, limitándose a frijoles refritos y enteros enlatados.

Datos del IME (Instituto de los Mexicanos en el Exterior), registra que 11, 913,989 mexicanos viven fuera de México, dónde, el 97.79 % radica en los Estados Unidos de América, es decir, el mercado para la comercialización de este tipo de alimentos no solo se reduce a México, sino, existe un mercado cautivo fuera del país, que puede ser aprovechado de manera satisfactoria. Dichos alimentos se les adjudica el nombre de alimentos de la “nostalgia”, debido a los recuerdos sentimentales que aportan y para personas que viven alejadas de su lugar de origen es una buena opción de consumo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Desarrollar tres alimentos de la Gama V típicos del estado de Chiapas, uno de ellos utilizando frijol negro cultivado en el estado y documentar los trabajos preliminares de separación de la testa de frijol.

3.2 Objetivos particulares

1. Determinar las condiciones idóneas para separar la testa de frijol
2. Realizar pruebas de separación de testa, manualmente y con un equipo prototipo
3. Desarrollar a nivel laboratorio la formulación y el proceso de dos alimentos típicos chiapanecos gama V.
4. Desarrollar a nivel laboratorio la formulación y el proceso de un alimento gama V que contenga frijol negro chiapaneco
5. Realizar las pruebas microbiológicas de los alimentos desarrollados
6. Realizar el análisis proximal de los tres alimentos, para elaborar la tabla nutrimental y su ficha técnica
7. Documentar el equipo necesario para el diseño de una microempresa

4. PLOBLEMAS A RESOLVER

Incrementar la rentabilidad del campo chiapaneco aprovechando la producción de frijol negro de Chiapas, transformando dicha leguminosa en un producto o alimento de valor agregado, evitando pérdidas en su producción, y con ello tener un mejor mercado y precio dentro del Estado, implementando nuevas formas de procesar el frijol, sumándole un valor agregado, que puede ser desde una nueva forma de almacenaje hasta la transformación en un nuevo alimento que facilite su utilización o consumo.

Producir alimentos gama V utilizando recetas típicas de Chiapas aprovechando el frijol y maíz de este Estado, dirigido al consumidor que trabaja o estudia, que le permita tener más accesibilidad a esta clase de alimento en diferentes momentos del día.

Incrementar el mercado de estos alimentos tanto en México, como en el extranjero. Tomando en cuenta el alto porcentaje de personas originarias de México que radican en otros países, llevando a ellos alimentos típicos de su país.

Estandarizar el proceso y la formulación de alimentos típicos de Chiapas, para incrementar su producción a mayor escala, reduciendo tiempos de preparación y costos. Documentar el posible equipo necesario para la implementación de una microempresa de alimentos de la gama V en el estado y con ello crear fuentes de trabajo.

CAPITULO 2

5. METODOLOGÍA

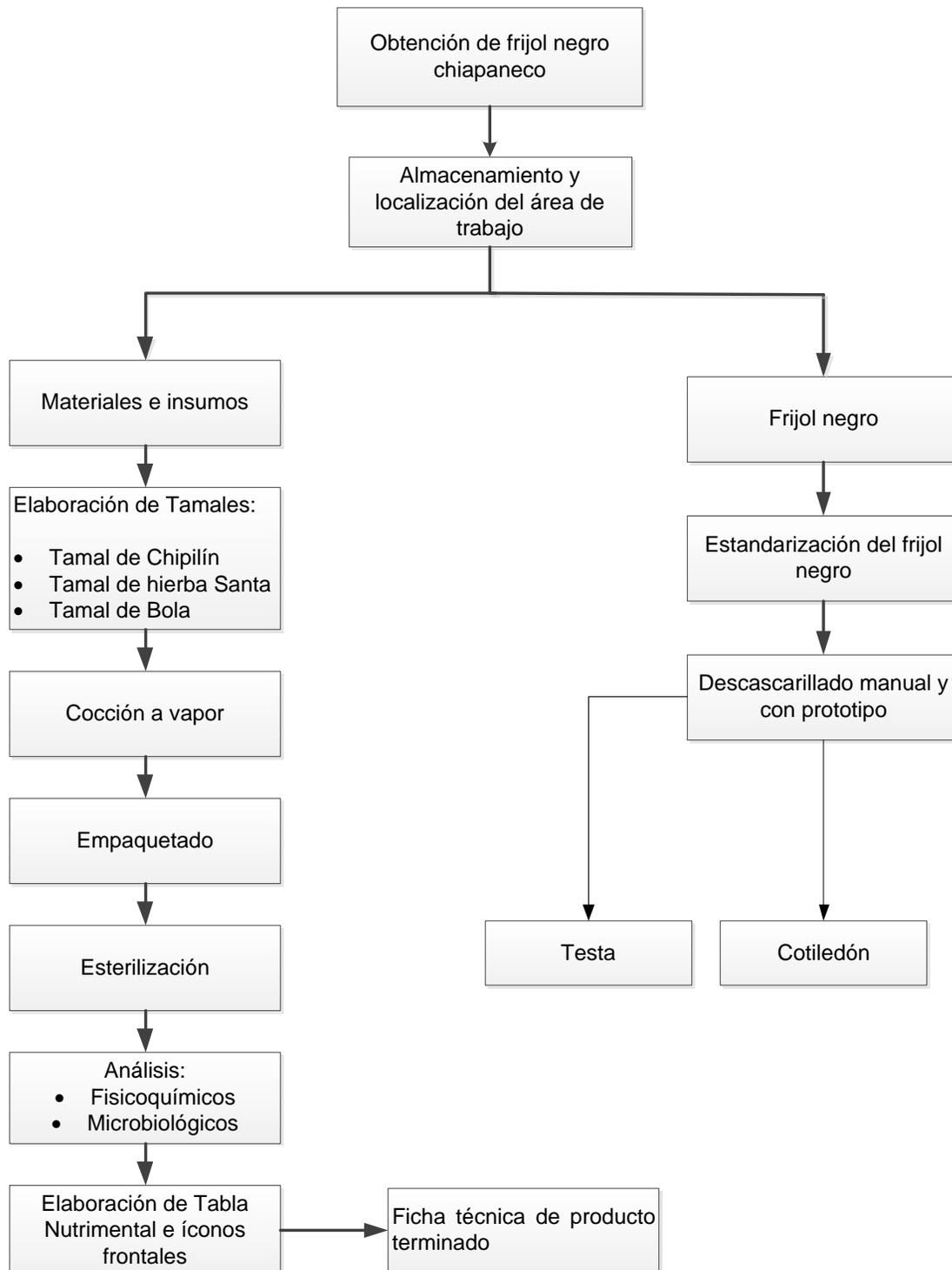


Figura 2.1 Diagrama de elaboración de tamal de hierba santa, tamal de bola y tamal de chipilín y proceso de descascarillado del frijol.

5.1 Obtención de frijol negro

La variedad de frijol negro utilizado en la elaboración del alimento y para su descascarillado fue obtenido en el municipio de Villa corzo ($16^{\circ}11'N$ $93^{\circ}16'O$ y 580 msnm), ubicado en la zona frailesca del estado de Chiapas (fig. 2.1), México en el mes de Enero de 2018. Se almacenaron en bolsas de plástico a temperatura ambiente en el almacén de insumos del CIATEJ (Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología del Estado de Jalisco) unidad Zapopan del estado de Jalisco, hasta el momento de su uso.



Figura 2.2 Obtención del frijol negro

5.2 Localización del área de desarrollo de alimentos

Los tamales se formularon y desarrollaron en el taller de cárnicos ubicado dentro de la planta piloto CIATEJ unidad Zapopan del estado de Jalisco, tomando como base tres recetas típicas locales de la Zona Frailesca del Estado de Chiapas. Los análisis físico-químicos y microbiológicos se llevaron a cabo en diferentes laboratorios del CIATEJ unidad Zapopan.

5.3 Materiales e insumos

Tamal de Chipilín. Pechuga de pollo, hoja de chipilín, manteca de cerdo, masa de maíz nixtamalizada, chiles serranos en escabeche, jitomates, cebolla, agua, sal, hojas de plátano. Todos estos materiales fueron conseguidos en mercados locales de Guadalajara, Jalisco (San Juan de Dios, Abastos y supermercados).

Tamal de Hierba Santa. Frijol negro, Hoja de Hierba Santa, Semilla de calabaza, masa de maíz nixtamalizada, chile de árbol (secos), manteca, sal, agua, hojas de plátano, todos estos materiales fueron conseguidos en mercados locales de Guadalajara Jalisco (San Juan de Dios, Abastos y supermercados, a excepción del frijol).

Tamal de bola. Masa de maíz nixtamalizada, costilla de puerco, jitomates, sal, agua, chile guajillo, cebolla, todos estos materiales fueron conseguidos en mercados locales de Guadalajara Jalisco (San Juan de Dios, Abastos y supermercados).

Para la elaboración de los tres tipos de tamales se utilizaron; probetas de 1000, 500 mL, vaso de precipitado de 100 mL, chucharas pequeñas y grandes de metal, recipientes de plástico de diferentes capacidades, colador de metal, tablas para picar de plástico y cuchillos.

5.4 Equipos

Balanza analítica OHAUS (300g), Báscula porcionadora LEQ (10 kg), Estufa, Horno RATIONAL SelfCookingCenter, Batidora Max Watts 325 kitchenAid, Licuadora Oster 16 speed, Autoclave LAGARDE MALATAVERNE FRANCE, Analizador de Textura TA.XT Plus de Stable MicroSystems, Espectrofotómetro konica minolta CM-5, AQUALAB 3TE, Maquina selladora de banda continua Brother, Potenciómetro Thermo Scientific Orion Star A221.

5.5 Descascarillado del frijol

5.5.1 Descascarillado manual de frijol

Se realizaron cinco pruebas de remojo de frijol en agua, tomando 30 granos aproximadamente y utilizando la relación 1:0.75 (frijol: agua), con tiempos de remojo de 12, 14, 16, 20 y 24 h, todas las muestras fueron puestas en bolsas de plástico y se dejaron a temperatura ambiente. Después del tiempo transcurrido para cada prueba se prosiguió a separar la testa del frijol manualmente.

5.5.2 Estandarización del frijol en base seca y húmeda

Se estandarizo el largo, ancho y grueso de 100 muestras de frijoles en base seca y húmeda, se utilizó las misma relación que en 5.5.1, para la base húmeda. Se utilizó un Vernier manual para medir los respectivos diámetros. A los resultados obtenidos se calculó el promedio y la desviación estándar. Estos resultados fueron parámetros a tomar en cuenta para el prototipo de descascarillador.

5.5.3 Descascarillado del frijol con un equipo prototipo

Se realizaron tres pruebas de remojo frijol en agua. Se pesaron 100 g de frijol y 75 g de agua para cada muestra, se prosiguió a su remojo en bolsas de plástico Ziplock, durante 16 h a temperatura ambiente. Se separó la testa del frijol mediante un prototipo de descascarillador desarrollado en la planta piloto del CIATEJ unidad Zapopan. La abertura de los rodillos fue de 6 mm aproximadamente.

5.6 Desarrollo y Formulación de tamales

5.6.1 Desarrollo y Formulación de Tamal de Chipilín

El desarrollo y formulación de los tamales de Chipilín se llevó a cabo en nueve etapas, éstas consisten en: recepción de materia prima y almacenamiento, obtención de pechuga de pollo deshebrada, elaboración de salsa de Jitomate, obtención de Chiles jalapeños en rajas, mezclado de masa, elaboración de tamal, cocción, esterilización, análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Para la formulación de los tamales se utilizó como base 1000 g de masa de maíz, con respecto a esta cantidad se calcularon las cantidades necesarias para las cinco primeras etapas.

Recepción de materia prima y almacenamiento. La materia prima a utilizar se pesó en una balanza analítica con precisión de 2 decimales: pechuga de pollo; 580 g, chipilín; 74 g, masa de maíz; 1000 g, chile jalapeño en escabeche; 80 g, jitomates; 500 g, cebolla 51; g, manteca 300 g, sal; 45 g, pesado los ingredientes se almacenaron en una cámara de refrigeración a 4 °C, hasta el momento de su procesado.

Obtención de pechuga de pollo deshebrada. La pechuga almacenada se lavó, para retirar cualquier impureza o material extraño. En una olla de presión se agregó agua; 628 g, cebolla; 51 g y sal; 17.3 g. La cocción se realizó durante un tiempo de 15 minutos, este tiempo empezó a contar cuando el vapor de la olla fue constante, se colocó la válvula en la olla de presión, el fuego de la estufa se ajustó en bajo. La pechuga previamente cocida se drenó para separar el caldo y la cebolla, cuando la pechuga alcanzó la temperatura ambiente se prosiguió a deshebrarla, se obtuvo un peso de 371.2 g de pollo después de la cocción, hay una merma aprox. de 36 %. Se pesaron 397.5 g de caldo de pollo obtenido, que se utilizaron en la mezcla de la masa. En la tabla 2.1 se muestra la formulación y % en esta etapa.

Tabla 2.1 Formulación para pechuga de pollo deshebrada.

Ingredientes	Cantidad (g)	%
Pechuga	580	45.4
Sal	17.3	1.3
Cebolla	51	3.9

Agua	628	49.2
Total	1276.3	100

Elaboración de salsa de Jitomate. Los 500 g de Jitomates almacenados se lavaron con agua potable. En un recipiente de metal con capacidad de un litro de agua se agregó 500 g de agua, se llevó a cocción durante 18 minutos a fuego alto. El Jitomate cocido se drenó del agua de cocción, se agregó 5 g de sal al Jitomate drenado y se llevó a licuar durante 45 segundos. Terminado el licuado se pesó la salsa de jitomate, obteniendo un peso de 390 g, se obtuvo una merma aprox. de 22 %, se prosiguió a añadir, 110 g del agua de cocción para conseguir los 500 g de salsa. La formulación de esta etapa se presenta en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Formulación de salsa de Jitomate

Ingredientes	Cantidad (g)	%
Jitomates	500	81.3
Sal	5	0.8
Agua de cocción	110	17.8
Total	615	100

Obtención de Chiles jalapeños en rajas. Los chiles jalapeños en rajas fueron drenados y reducidos a un tamaño homogéneo (aproximadamente 4 cm de largo por 2 de ancho). La formulación de esta etapa se presenta en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Formulación chiles jalapeños en escabeche.

Ingredientes	Cantidad (g)	%
Chile en escabeche en rajas	80	100
Total	80	100

Mezclado de masa. Los 300 g de manteca almacenada, se fundieron para poder agilizar la mezcla, a los 397.5 g de caldo de pollo se le agregó, 19.5 g de sal, se disolvió homogéneamente, se prosiguió a colocar en el recipiente de la batidora, 1000 g de masa de maíz nixtamalizada, se añadió la manteca fundida y el caldo de pollo, se empezó a mezclar con velocidad 1 (60 RPM), mientras se mezcló se fue añadiendo el

chipilín; 74 g, la velocidad que se utilizó fue, 2 (95 RPM) y 4 (135 RPM) al empezar a incorporar el chipilín, se mezcló durante 12 minutos. La formulación de esta etapa se presenta en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Formulación para la masa de maíz

Ingredientes	Cantidad (g)	%
Masa de maíz	1000	55.8
Chipilín	74	4.1
Manteca	300	16.7
Caldo	397.5	22.1
Sal	20	1.1
Total	1791.5	100

Elaboración de tamal. Se prosiguió a añadir, 120 g de masa previamente mezclada a la hoja de plátano (la hoja de plátano fue de 30 x 30 cm), la masa se recomienda no extenderla por toda la hoja, para la elaboración del tamal se colocó en el centro y se extendió pero ligeramente (15 x 8 cm, aproximadamente). El primero de los ingredientes que se añadió fue la carne deshebrada; 20 g, seguido de los chiles jalapeños en rajas; 5 g y por último se incorporó la salsa de jitomates; 25 g (fig. 2.3). La formulación de esta etapa se presenta en la tabla 2.5.



Figura 2.3 Etapas de elaboración del tamal de chipilín.

Tabla 2.5 Formulación para la elaboración de un tamal de Chipilín.

Ingredientes	Cantidad (g)	%
Masa	120	70
Salsa	25	14.7
Pechuga deshebrada	20	11.7
Chile (rajas)	5	2.9
Total	170	100

Cocción. El tamal se envuelve con la misma masa, con ayuda de la hoja de plátano. Los tamales se acomodaron en un recipiente metálico (fig. 2.4) con forma rectangular

(con orificios para que el vapor cocine a los tamales) y se llevaron a cocción, en un Horno RATIONAL a vapor durante 1 hora (fig. 2.5).



Figura 2.4 Tamales de chipilín listos para cocción



Figura 2.5 Proceso de cocción de tamales

Esterilización. Los tamales fueron llevados a la Autoclave Lagarde para su esterilización bajo las condiciones que se muestran en la tabla 2.16. En la figura 2.6 se observa las etapas necesarias para el desarrollo del tamal de chipilín.

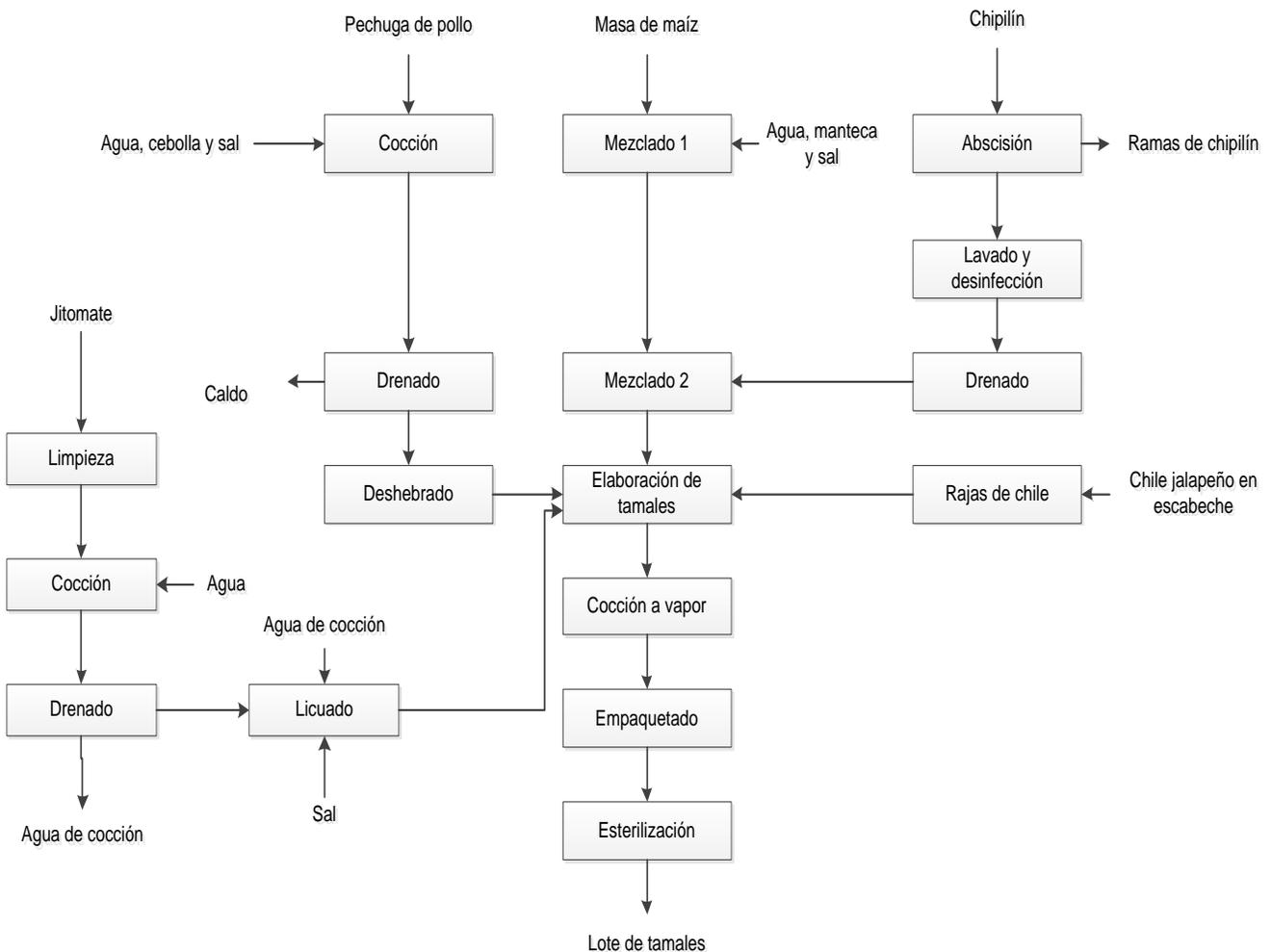


Figura 2.6 Diagrama de etapas de elaboración del tamal de Chipilín

5.6.2 Desarrollo y Formulación de Tamales de Hierba Santa

La formulación y desarrollo del tamal de Hierba Santa se llevó a cabo en ocho etapas, que consisten en: recepción y almacenamiento de materia prima, cocción de frijol y obtención de pasta de frijol, molienda de similla de calabaza, mezclado de masa, elaboración de tamal, cocción, esterilización, análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Para la formulación de los tamales se utilizó como base 1000 g de masa de maíz, con respecto a esta cantidad se calcularon las cantidades necesarias para las cuatro primeras etapas.

Recepción y almacenamiento de materia prima. La materia prima a utilizar se pesó en una balanza analítica con precisión de 2 decimales: frijol negro; 220 g, semilla de calabaza tostada; 60, masa de maíz; 1000 g, agua; 1035 g, manteca; 300 g, sal; 35 g, chile de árbol seco; 1.5 g, pesado los ingredientes se almacenaron en una cámara de refrigeración a 4 °C, hasta el momento de su procesado.

Cocción de frijol y obtención de pasta de frijol. Los 220 g de frijol se llevaron a cocción en una olla de presión, agregando los 1035 g de agua y 16.1 g de sal, durante un tiempo de 1 hora y 10 minutos, este tiempo empezó a contar cuando el vapor de la olla empezó a salir constante, se colocó la válvula en la olla y el fuego de la estufa se colocó en bajo. Al terminar la cocción se drenó el frijol, el caldo drenado se pesó; 255.6 g, que se utilizó en el licuado de la pasta de frijol. Los frijoles drenados se le añadieron 1.5 g de chile de árbol, se licuó el frijol con los chiles, en este punto se agregó el caldo de frijol; 255.6 g, nuevamente se licuó, hasta que se obtuvo una textura y apariencia adecuada (pasta de frijol), el tiempo de licuado tuvo como promedio 12 minutos. Las formulaciones de estas etapas se presentan en la tabla 2.6 y 2.7.

Tabla 2.6 Formulación para la cocción del frijol

Ingredientes	Cantidad (kg)	%
Frijol	220	17.3
Agua	1035	81.4
Sal	16.1	1.2
Total	1271.1	100

Tabla 2.7 Formulación para la pasta de frijol.

Ingredientes	Cantidad (kg)	%
Frijol	473	64.7
Caldo de frijol	255.6	35
Chile	1.5	0.2
Total	730.1	100

Molienda de semilla de calabaza. Las semillas de calabaza tostada se molieron, hasta que quedaron en forma de una harina. La formulación de esta etapa se presenta en la tabla 2.8.

Tabla 2.8 Formulación de semilla de calabaza.

Ingredientes	Cantidad (g)	%
Semilla de calabaza tostada	60	100
Total	60	100

Mezclado de masa. A los 1000 g de masa se le incorporó, 300 g de manteca y 17.6 g de sal, se realizó la mezcla hasta que los ingredientes fueron homogéneos. Después de mezclado los ingredientes, se añadió, 275 g de agua y se volvió a mezclar, el tiempo de mezclado para todo el proceso fue de 8 minutos con velocidad 2 (95 RPM) y 4 (135 RPM) de la batidora (fig. 2.7). La formulación de esta etapa se presenta en la tabla 2.9.



Figura 2.7 Mezclado de la masa

Tabla 2.9 Formulación para la masa de maíz.

Ingredientes	Cantidad (g)	%
Masa de maíz	1000	62.7
Manteca	300	18.8
Agua	275	17.2
Sal	17.6	1.1
Total	1592.6	100

Elaboración de tamal. Se adicionó, 100 g de masa previamente mezclada a la hoja de hierba santa y se procedió a expandirla (formar una lámina) por toda la hoja, encima de la lámina de masa hecha se incorporó, 25 g de pasta de frijol y 3 g de harina de semillas de calabaza (fig. 2.8).



Figura 2.8 Etapas de elaboración del tamal de hierba santa

Se envuelve la hoja santa (se toma la hoja santa de dos extremos de un mismo lado y se lleva al centro del tamal, se prosigue a ser lo mismo cubriendo la primera parte con la segunda), como se observa en la fig. 2.9, después de ello, se prosigue a envolver con la hoja de plátano (la hoja de plátano fue de 25 x 25 cm, aproximadamente). La formulación de esta etapa se presenta en la tabla 2.10.

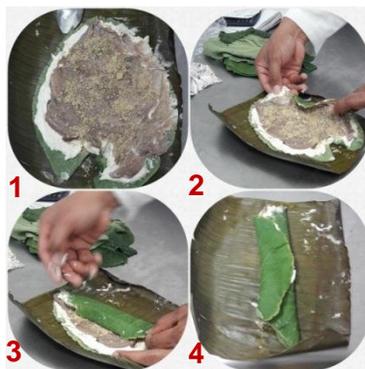


Figura 2.9 Etapas para envolver el tamal de hierba santa

Tabla 2.10 Formulación para un tamal de Hierba Santa.

Ingredientes	Cantidad (g)	%
Masa	100	75.6
Pasta de frijol	25	18.9
Polvo de calabaza	3	2.2
Hoja de Hierba	4.2	3.17
Total	132.2	100

Cocción. Los tamales se acomodaron en un recipiente metálico con forma rectangular (con orificios para que el vapor cocine a los tamales), y se llevaron a cocción, en un Horno RATIONAL a vapor durante 1 hora.

Esterilización. Los tamales fueron llevados a la Autoclave Lagarde para su esterilización bajo las condiciones que se muestran en la tabla 2.15. En la figura 2.10 se observa las etapas necesarias para el desarrollo del tamal de hierba Santa.

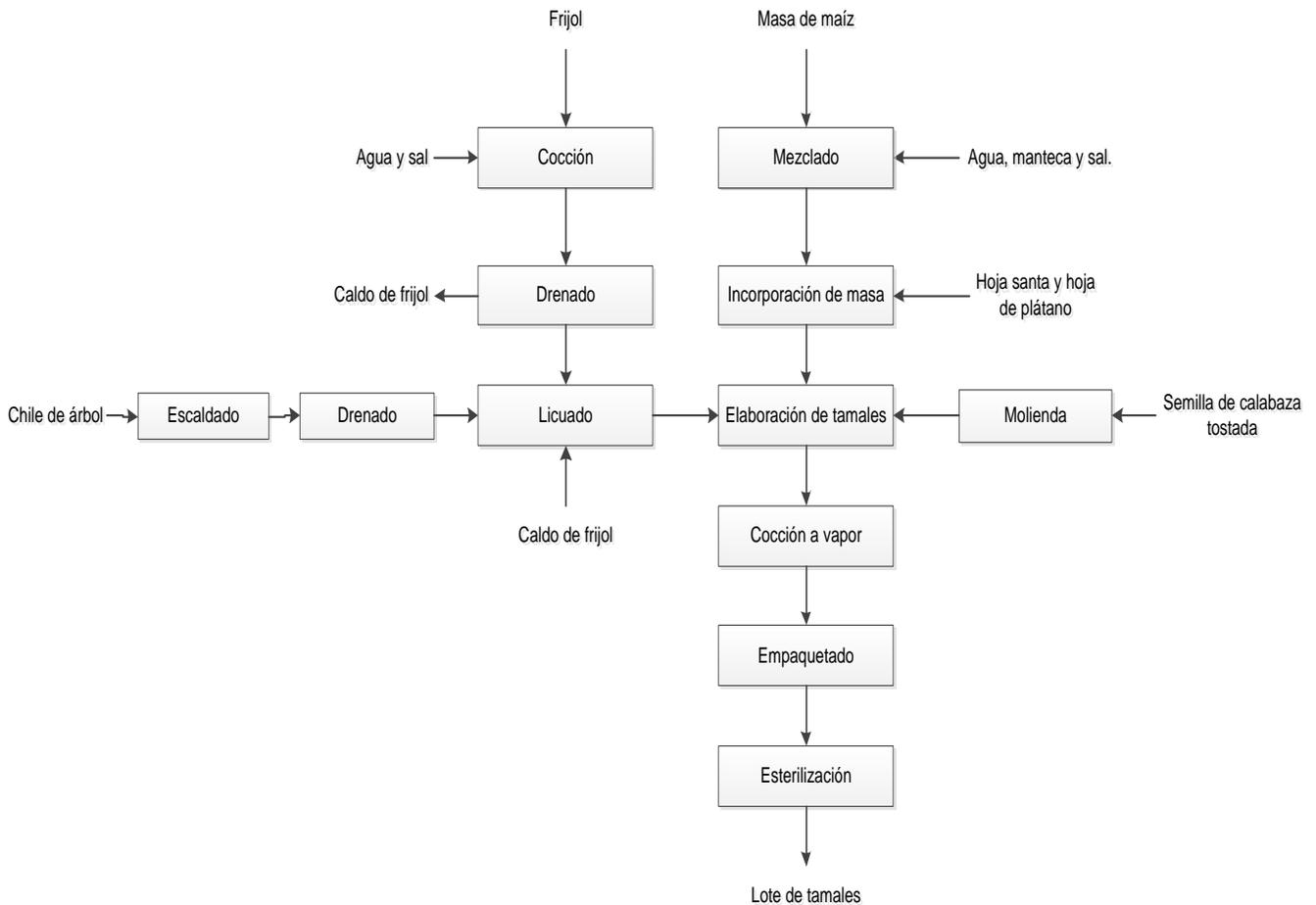


Figura 2.10 Diagrama de etapas de elaboración del tamal de Hierba Santa

5.6.3 Desarrollo y Formulación de Tamal de bola

La formulación y desarrollo del tamal de bola se llevó a cabo en ocho etapas, que consisten en: recepción y almacenamiento de materia prima, cocción y freído de costilla de puerco, elaboración de salsa de jitomate, cocción de salsa de tomate y costilla de puerco, mezclado de masa, elaboración de tamal, cocción, esterilización, análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Para la formulación de los tamales se utilizó como base 1000 g de masa de maíz, con respecto a esta cantidad se calcularon las cantidades necesarias para las cuatro primeras etapas.

Recepción y almacenamiento de materia prima. La materia prima a utilizar se pesó en una balanza analítica con precisión de 2 decimales: costilla de puerco; 500 g, jitomates; 500 g, masa de maíz; 1000 g, agua; 375 g, manteca; 375 g, sal; 40 g, cebolla; 45 g, chile gajillo; 3.15, pesado los ingredientes se almacenaron en una cámara de refrigeración a 4 °C, hasta el momento de su procesado.

Cocción y freído de costilla de puerco. Los 500 g de costilla fueron lavados y reducidos a un tamaño homogéneo (40 g por pieza, aproximadamente), se llevaron a cocción en una olla de cobre, agregando 375 g de agua, 13.6 g de sal y 75 g de manteca de cerdo, durante 1 h. La formulación de esta etapa se presenta en la tabla 2.11.

Tabla 2.11 Formulación de cocción y freído de costilla de puerco

Ingredientes	Cantidad (g)	%
Costilla de puerco	500	51.8
Agua	375	38.9
Sal	13.6	1.4
Manteca	75	7.7
Total	963.6	100

Elaboración de salsa de jitomate. Los 500 g de jitomate y los 45 g de cebolla fueron lavados, los 3.15 g de chile guajillo fueron escaldados y ablandados durante 3 minutos. Se agregó en un recipiente el chile guajillo, la cebolla y 7.8 g de sal, se licuó durante un

periodo de 13 minutos, junto a los jitomates. La formulación de esta etapa se presenta en la tabla 2.12.

Tabla 2.12 Formulación de la salsa de Jitomate

Ingredientes	Cantidad (kg)	%
Jitomate	500	89.9
Chile guajillo	3.15	0.5
Cebolla	45	8.0
Sal	7.8	1.4
Total	555.95	100

Cocción de salsa de tomate y costilla de puerco. En el recipiente dónde se coció y frió la costilla, se agrega la salsa de jitomate echa previamente, se añade nuevamente la costilla y se llevó a cocción durante 15 minutos.

Mezclado de masa. A los 1000 g de masa se le incorporó, 300 g de manteca y 17.6 g de sal, se realizó la mezcla hasta que los ingredientes fueron homogéneos, el tiempo de mezclado para todo el proceso fue de 8 minutos con velocidad 2 (95 RPM) y 3 (135 RPM) de la batidora. La formulación de esta etapa se presenta en la tabla 2.13.

Tabla 2.13 Formulación para masa

Ingredientes	Cantidad (g)	%
Masa de maíz	1000	75.8
Manteca	300	22.7
Sal	17.6	1.3
Total	1317.6	100

Elaboración de tamal. Las hojas de maíz para tamal se lavaron y remojaron durante 3 minutos (para poder manejar y envolver el tamal). Se agregó 150 g de masa de forma circular previamente mezclada a una hoja de tamal, se realizó un orificio redondo en el centro de la masa. De la salsa con costilla, se agregó, 25 g de costilla y 5 g de salsa al orificio que se realizó, se cerró ese orificio con la misma masa del tamal, y se bañó con 15 g de salsa de jitomate la parte superior del tamal (fig. 2.11). Se tomó otra hoja de maíz y se colocó encima del tamal, ambas puntas de las hojas de maíz fueron

amarradas con 2 hilos delgados que se tomaron de las hojas de maíz (fig. 2.12). La formulación de esta etapa se presenta en la tabla 2.14.



Figura 2.11 Etapas de elaboración del tamal de bola



Figura 2.12 Tamal de bola listo

Tabla 2.14 Formulación para un tamal de bola

Ingredientes	Cantidad (g)	%
Masa	150	76.9
Costilla de puerco	25	12.8
Salsa	20	10.2
Total	195	100

Cocción. Los tamales se acomodaron en un recipiente metálico con forma rectangular (con orificios para que el vapor cocine a los tamales (fig. 2.13)), y se llevaron a cocción, en un horno a vapor durante 1 hora.



Figura 2.13 Tamales de bola listos para cocción a vapor.

Esterilización. Los tamales fueron sellados con la selladora Brother (fig. 2.14) y llevados a la Autoclave Lagarde (fig. 2.15) para su esterilización bajo las condiciones que se muestran en la tabla 2.15.

Tabla 2.15 Programa Térmico para esterilizar tamales

Numero de etapa	Nombre de etapa	Tiempo (minutos)	Temperatura (°C)	Presión (bares)
1	Purga	7	60	0
2	Purga	2	80	0.5
3	Calefacción	1	90	0.85
4	Calefacción	3	122	2.2
5	Esterilización	30	122	2.2
6	Esterilización	30	122	2.2
7	Esterilización	30	122	2.2
8	Pre-enfriamiento	3	100	2
9	Pre-enfriamiento	3	80	1.5
10	Enfriamiento	5	60	0.65
11	Enfriamiento	10	40	0

Nota: el acumulado térmico (Fa), debe llegar a 8 en el programa de la Autoclave Lagarde.



Figura 2.14 Proceso empaquetado y sellado



Figura 2.15 Proceso de esterilización de los tamales.

En la figura 2.16 se observa las etapas necesarias para el desarrollo del tamal de chipilín.

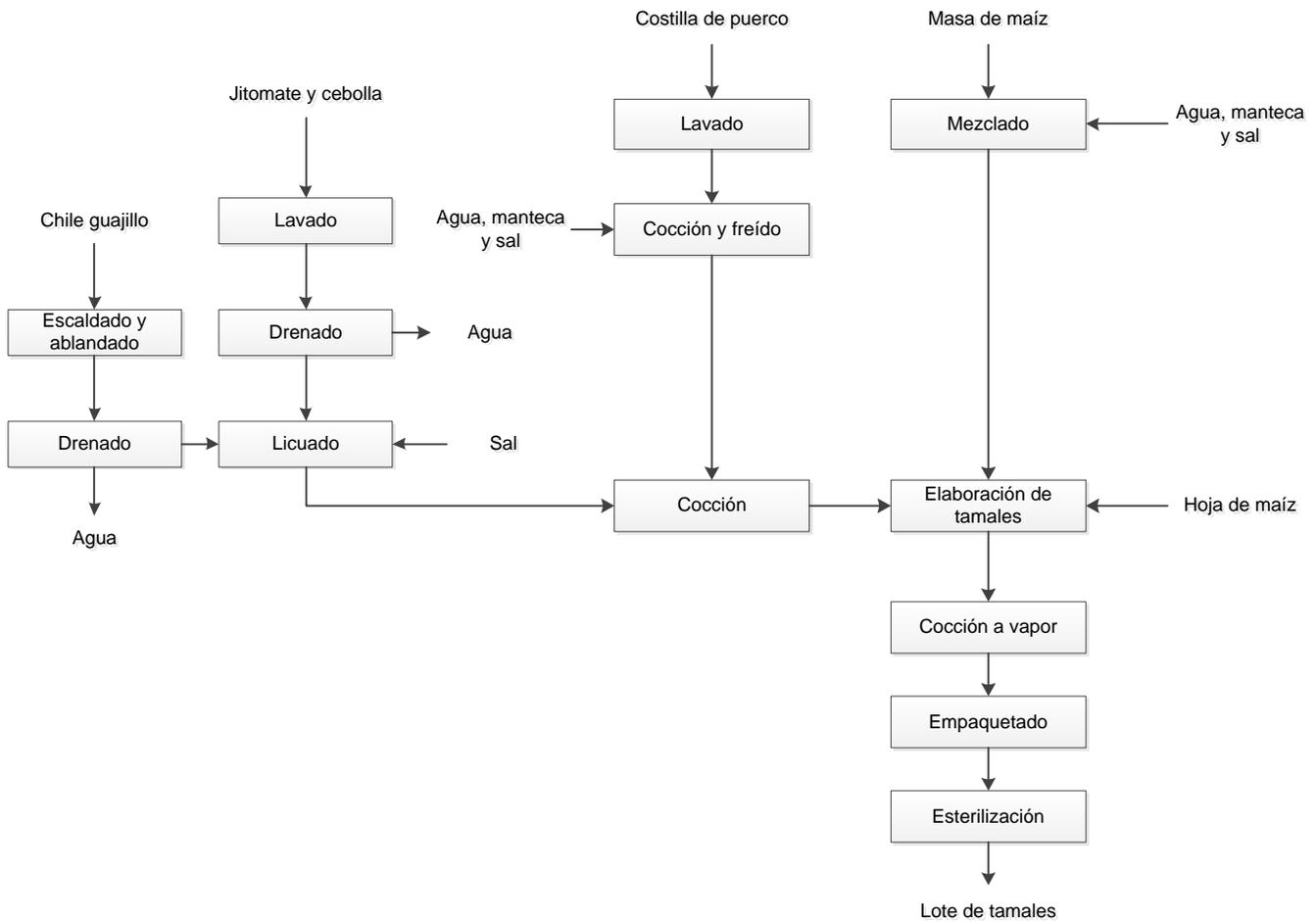


Figura 2.16 Diagrama de etapas de elaboración del tamal de bola

CAPITULO 3

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Eficiencia del descascarillado

6.1.1 Descascarillado manual

Las pruebas realizadas para la separación de la testa del frijol a diferentes tiempos de remojo, arrojaron los resultados presentados en la tabla 3.1. La medición de la facilidad de separación de la testa del frijol por ser una prueba de percepción se utilizó la eficiencia ponderada obtenida en los tiempos como buena, regular y mala.

Tabla 3.1. Eficiencia del descascarillado manual

Muestra	W_{frijol} (g)	W_{Agua} (g)	Tiempo 1 (h)	Tiempo 2 (h)	Eficiencia Ponderada
1	6.41	4.8	0	12	Mala
2	5.42	4	0	14	Regular
3	5.82	4.36	0	16	Buena
4	8.52	6.39	0	20	Mala
5	8.40	6.3	0	24	Mala

El tiempo más idóneo utilizado fue el de 16 h, donde la facilidad de separar la testa fue mayor en comparación a los problemas que presentaron con las diferentes horas. La proporción de agua utilizada es la reportada en estudios anteriores, debido a que un porcentaje mayor de agua provocaría agua sobrante y como se sabe las antocianinas del frijol son solubles en agua, lo que propiciaría una pérdida de estas. Esta prueba se pretende utilizar como preámbulo para mecanizar el proceso, ya que la separación de la testa del frijol es un trabajo demasiado arduo para hacerlo manualmente.



Figura 3.1 Descascarillado manual

6.1.2 Estandarización de frijol en base seco y húmedo

En la tabla 3.2 y 3.3 se muestran las variaciones que existen entre las medidas de los frijoles analizados, cuando están secos y cuando absorben la humedad (fig. 3.2). Esta datos son serán de utilidad para el diseño del prototipo de descascarillador y poder definir aberturas adecuados entre ambos rodillos.

Tabla 3.2 Estandarización de tamaño en base seca del frijol negro

	Largo (mm)	Ancho (mm)	Grueso (mm)
Promedio	9.470	4.51	6.498
DS	0.813	0.418	0.493

Tabla 3.3 Estandarización de tamaño en base húmeda del frijol negro

	Largo (mm)	Ancho (mm)	Grueso (mm)
Promedio	11.247	5.383	7.359
DS	1.453	0.720	0.835



Figura 3.2 Determinación de diámetros mediante Vernier

6.1.3 Descascarillado mediante prototipo

Los resultados arrojados muestran una eficiencia regular. El prototipo de descascarillador (fig. 3.3) utilizado no presentó los resultados esperados, esto se debe a diversos factores, como podrían ser: una regulación más efectiva en las aberturas de los rodillos, un tamaño más largo de los rodillos, ajustar a una velocidad apropiada (por ser un prototipo, no se han tendido velocidades determinadas), agregar un alimentador al equipo para evitar pérdidas de frijoles. El tiempo transcurrido entre el tiempo de terminación de remojo y el descascarillado debe ser corto, ya que los frijoles empiezan el proceso de pérdida de la humedad adquirida, lo que dificulta la separación de la testa. Aunque no se han obtenido los

resultados esperados, los experimentos deben seguir, para optimizar el proceso de obtención de la testa de frijol y con ello los compuestos bioactivos.



Figura 3.3 Proceso de descascarillado con prototipo

6.2 Caracterización fisicoquímica

6.2.1 Determinación de pH

Como se observa en la figura N° 3.4 se determinó el pH para cada tipo de tamal desarrollado, cada tamal presenta un valor distinto de pH, debido a la composición en los ingredientes de cada uno, como podemos observar el pH más bajo se presentó en el tamal bola, debido a que este tiene un % mayor de salsa de jitomate y contiene carne de cerdo, lo que provoca el descenso en el pH en comparación con los otros dos tipos de tamales. Hay poca o nula información publicada sobre tamales para poder tomar una referencia y comparar con los valores obtenidos. Cabe recordar que los rangos obtenidos de pH tienen un efecto tanto en el sabor, como la consistencia y la vida útil de estos alimentos. Se sabe que el pH es una medida de acidez y alcalinidad, si ubicamos los valores obtenidos en esta medida, estos alimentos serían clasificados como ligeros ácidos. La comparación entre los valores obtenidos para cada tamal, resulta innecesaria, debido a la composición que varía para cada uno. Aunque, siendo la masa de maíz el porcentaje mayoritario para cada tamal se muestra un rango cercano entre estos.

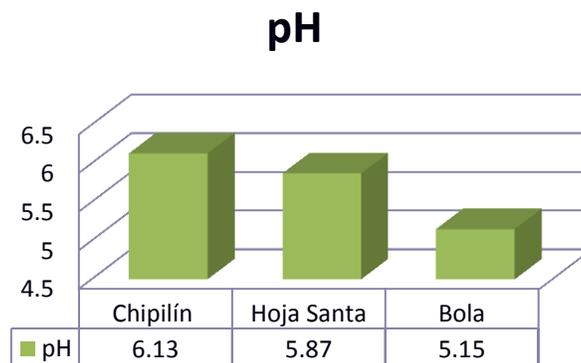


Figura 3.4 pH de los tres tipos de tamales

6.2.2 Determinación de Acidez titulable

En la figura N° 3.5 se observa que el tamal de hierba Santa y tamal Bola presentan un contenido superior de acidez en comparación con el tamal de Chipilín debido a los ingredientes que estos tamales presentan, les imparten un contenido ácido superior. No existen datos para poder comparar la acidez de estos tamales. La acidez titulable se define como el porcentaje de ácido libre en un alimento, por ello, para los tamales se utilizó el ácido láctico como ácido predominante en la cuantificación, el gasto obtenido de la base (NaOH) resultó poco, por tal motivo comprendemos que estos alimentos tiene un bajo porcentaje de ácido láctico libre.

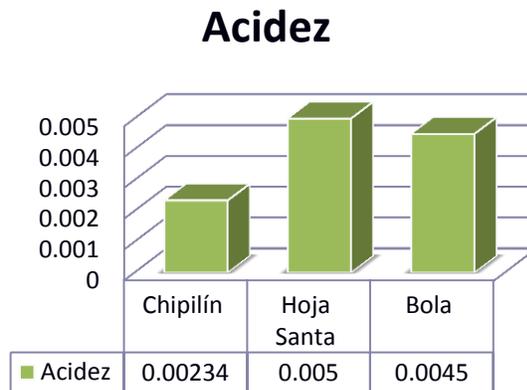


Figura 3.5 Acidez de los tres tipos de tamales

6.2.3 Actividad de agua

Los tres valores obtenidos por el AQUALAB (fig. 3.7) en la determinación de a_w , como se observa en la fig. 3.6 fueron resultados elevados, lo que propicia el crecimiento microbiano y disminuye notablemente la vida anaquel de estos alimentos. Los resultados obtenidos representan el agua disponible para que pueda haber crecimiento microbiano, por lo general, con un a_w menor a 0.85 se disminuye el crecimiento de un porcentaje grande de m.o, aunque existen levaduras y mohos que crecen bajo este valor, comprendemos que los alimentos elaborados corren grandes riesgos de ser atacados por microorganismos, debido al valor cercano a 1.

Estos valores nos ofrecen una idea sobre las características de calidad, tales como: textura, sabor, olor, gusto y valor nutricional de los productos obtenidos. Una vez que se rompa la cadena de frío o el empaque deberá consumirse en un tiempo corto, ya que se corre riesgo de crecimiento microbiano.

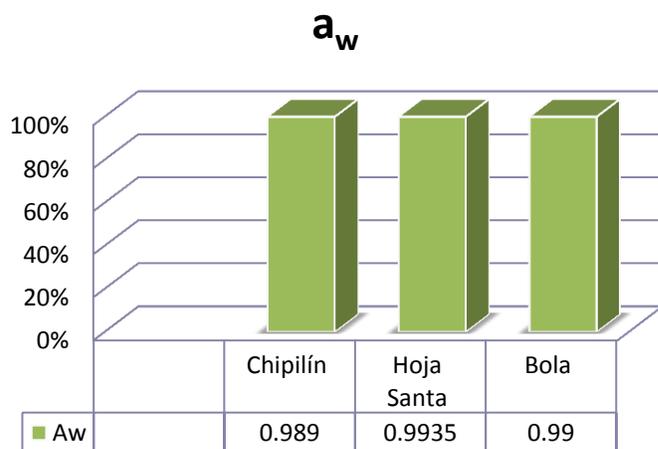


Figura 3.6 a_w de los tres tipos de tamales

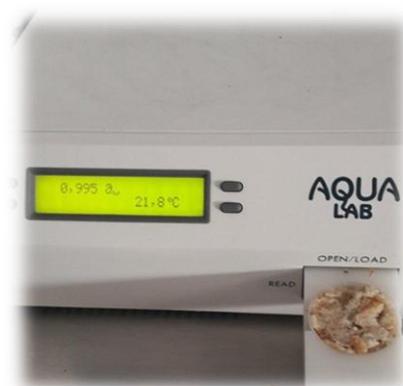


Figura 3.7 Determinación de la a_w mediante el AQUALAB

6.2.4 Color

Los resultados obtenidos por el espectrofotómetro (fig. 3.9) para determinar el color de cada parte de los tamales se presentan en las tablas 3.4, 3.5 y 3.6. Cabe recordar que, al aumentar a^* , hace pasar del verde (valores negativos) al rojo (valores positivos), mientras que al aumentar b^* , pasa del azul (valores negativos) al amarillo (valores positivos). L^* representa entonces la claridad.

Tabla 3.4 Análisis de color del tamal de chipilín

Partes del tamal	L*	a*	b*	DS		
				1	2	3
Carne y salsa	60.14	12.99	35.49	0.87	0.015	0.33
Masa	59.75	3	23.03	0.454	0.390	0.756
Hoja de chipilín	31.57	2.53	23.42	2.93	0.84	5.16

Nota: Los valores L^* , a^* y b^* son promedios de tres análisis.

DS: Desviación estándar

Tabla 3.5 Análisis de color del tamal de hoja Santa

Partes del tamal	L*	a*	b*	DS		
	(1)	(2)	(3)	1	2	3
Masa	57.33	3.15	20.78	0.681	0.229	0.587
Frijol	37.07	8.75	15.80	0.452	0.457	0.172
Hoja Santa	26.92	1.84	23.20	1.763	0.150	4.160

Nota: Los valores L*, a* y b* son promedios de tres análisis.

DS: Desviación estándar

Tabla 3.6 Análisis de color del tamal de bola

Partes del tamal	L*	a*	b*	DS		
	(1)	(2)	(3)	1	2	3
Masa	72.02	4.327	24.13	0.031	0.091	0.042
Carne	53.81	5.57	20.23	0.211	0.07	0.044
Salsa	45.79	25.49	35.28	1.187	0.990	1.065

Nota: Los valores L*, a* y b* son promedios de tres análisis.

DS: Desviación estándar

Situando los valores de L*, a* y b* en el diagrama de cromaticidad se pueden representar la variación de color existente entre los tamales (fig. 3.8).

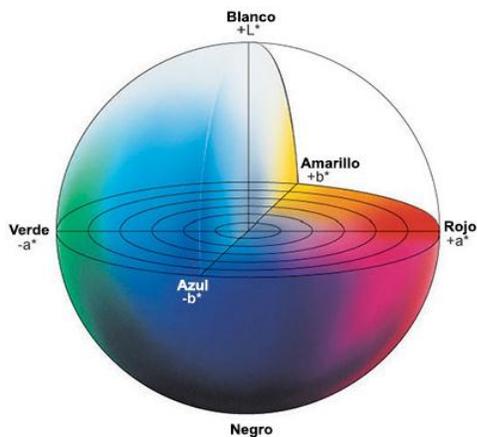


Figura 3.8 Diagrama de cromaticidad.
Fuente: Minolta. K. (2014).

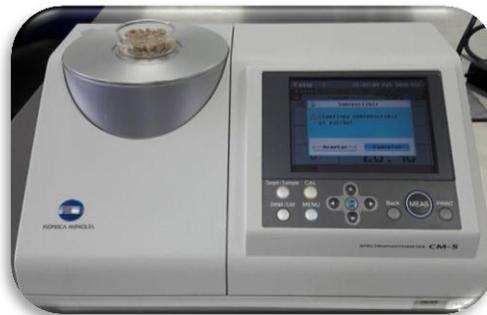


Figura 3.9 Medición de color con el espectrofotómetro

6.2.5 Textura instrumental

Por medio del perfil de textura se determinó el efecto de los distintos parámetros de textura de los tres tipos de tamales (fig. 3.10). Los parámetros analizados fueron dureza, cohesividad, elasticidad, masticabilidad y adhesividad (tabla 3.7). Debido a la naturaleza de los alimentos analizados se omitieron los parámetros de fracturabilidad y gomosidad. En la fig. 3.11 se puede observar una gráfica general de TPA para realizar una comparación de los tres tipos de tamales con respecto al valor obtenido. No se realizó comparación entre los tamales ya que no es el objetivo del trabajo y son de composición diferente.

Tabla 3.7 Textura instrumental de los tres tipos de tamales

Tamal	Parámetro de textura				
	Dureza (N)	Cohesividad	Elasticidad	Masticabilidad (N)	Adhesividad (J)
Chipilín	2106.68	0.475	0.719	760.92	-4.418
DS	760.42	0.0715	0.103	426.37	6.11
Hoja santa	4810.11	0.405	0.757	1465.	-8.58
DS	1341.24	0.0525	0.0540	453.34	6.73
Bola	2843.03	10.69	6.69	194.86	-15.1
DS	1983.00	33.57	20.13	258.58	45.76

Valor promedio de 10 réplicas para cada tipo de tamal (\pm D.E).

DS: Desviación estándar



Figura 3.10 Medición de la textura de los tamales.

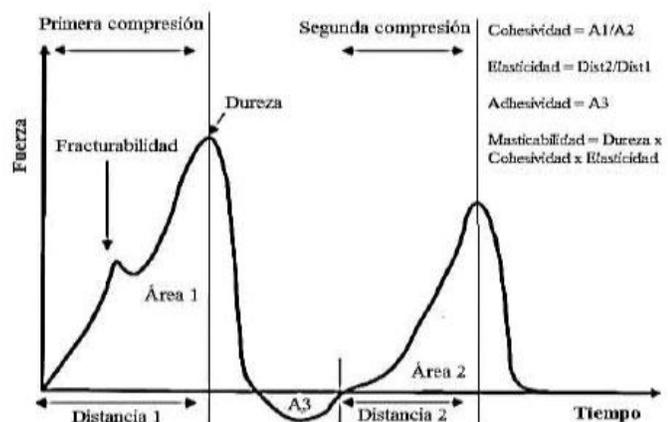


Figura 3.11 Gráfica general del análisis de perfil de textura. Fuente: Hleap & Velasco, (2010).

Existe muy poca información publicada sobre textura de tamales, para poder tomar una referencia. León, N. (2008), realizó un análisis de textura de la masa de tamales, en sus resultados la cohesividad (0.58 ± 0.07) obtenida es comparable con la obtenida por dos tamales analizados en este estudio (tamal de Chipilín y tamal de hoja Santa).

Otro punto de comparación sería la masa de maíz, ya que se encuentra en mayor porcentaje en los tamales. Estudios previos han determinado que las propiedades funcionales de la mayoría de productos de maíz (*Zea mays L*) están fuertemente influenciadas por el almidón (Bedolla & Rooney, 1984). Así mismo, se ha demostrado que las características específicas del almidón afectan parámetros como textura, volumen, consistencia, humedad y la vida anaquel de los productos (Raeker et al., 1998).

Según datos reportados por Belitz y Grosch (2004), el almidón es el componente mayoritario en el maíz. La estructura de los almidones de maíz puede afectar la textura de los tamales. La carne también ejerce un efecto, como se puede observar en el parámetro de masticabilidad, que se refiere fuerza necesaria para masticar un alimento sólido hasta un estado tal que permita su ingesta, la composición de la carne provoca una mayor fuerza de aplicación en este parámetro.

Otro punto que debemos considerar y que jugó un rol importante para generar los resultados fueron la uniformidad de los tamales, debido a que estos no eran homogéneos (su superficie no era igual de plana), los valores obtenidos para los parámetros fueron alejados entre cada prueba, lo que se puede denotar con una desviación estándar grande.

El tamal de Bola presenta los valores más alejados en comparación con los otros dos tamales, esto fue causado por dos factores:

1. Este tamal contiene hueso, lo que propicia una variación en la medición
2. Este tamal sólo tuvo un ciclo de comprensión, debido a que se destruía la muestra en la primera compresión.

6.2.6 Análisis Químico proximal

En la tabla N° 3.8 se observa los resultados obtenidos de cada análisis para el tamal de Chipilín, tamal de Bola y tamal de hierba Santa, estos resultados arrojan la composición proximal de estos tamales. No hay información publicada sobre la composición proximal de tamales, por tanto, estos resultados dan la pauta para la caracterización. Se observa la variación existente entre los tamales, el tamal de chipilín presentó un % mayor de proteínas y menor contenido de carbohidratos que los otros tamales.

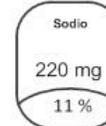
Tabla 3.8 Resultados del análisis proximal para los tres tipos de tamales

Determinación	Resultado			Unidad
	Chipilín	Bola	Hoja Santa	
Humedad	63,94	49,96	56,16	% en peso
Cenizas	1,91	1,85	0,24	% en peso
Grasas (extracto etéreo)	11,01	16,06	14,36	% en peso
Proteínas (N x 6,25)	6,02	4,84	3,44	% en peso
Fibra Dietética Total	1,71	2,03	2,44	% en peso
Azúcares	< 1,00	< 1,00	<1,00	% en peso
Reductores Totales				
Carbohidratos	17,12	27,29	25,80	% en peso
Totales				
Carbohidratos Disponibles	15,41	25,26	23,36	% en peso
Grasa Saturada	3,58	5,69	6,27	% en peso
Sodio	2 200,00	2 050,00	1 775,0	mg/kg

6.3 Información nutrimental e iconos frontales para el tamal de Chipilín

A continuación en la tabla 3.9 se informa los resultados obtenidos al realizar la Tabla de Información Nutrimental e iconos frontales a una muestra de Tamal de Chipilín los cuales fueron realizados de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 de Especificaciones generales de Etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre- envasados.

Tabla 3.9 Tabla nutrimental e íconos frontales del tamal de Chipilín

Información Nutricional					
Tamaño de porción: 100 g					
					
Contenido Energético	772 kJ (180 kcal)				
Proteínas	6 g				
Grasas (lípidos)/Grasas totales	11 g				
Grasa saturada	3,5 g				
Carbohidratos (hidratos de carbono)/					
Carbohidratos totales	17 g				
Azúcares	0 g				
Fibra dietética	2 g				
Sodio	220 mg				
NOM-051-SCFI/SSA1-2010					
Íconos frontales para una presentación de 400 g					
Una porción de 100 g aporta:					
					
% de los nutrimentos diarios			4 porciones por envase		

6.3.1 Ficha técnica de producto terminado-tamal de chipilín

En la presente ficha técnica se presenta una descripción general del producto generado “tamal de Chipilín” como son la formulación para una pieza, el pH, el color (L*, a*, b*), lugar de elaboración, composición nutricional, entre otros.

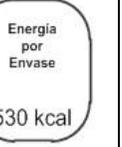
NOMBRE DEL PRODUCTO	TAMAL DE CHIPILÍN	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Platillo tradicional chiapaneco, que consiste la mezcla de masa de maíz, con la hoja de chipilín, pollo deshebrado y salsa de tomate, que van envueltos en hoja de plátano y cocinados a vapor.	
LUGAR DE ELABORACIÓN	CIATEJ CAMPUS ZAPOPAN	
FORMULACIÓN PARA UN TAMAL	MATERIA PRIMA/INSUMO	%
	Masa de maíz nixtamalizada	70
	Pechuga de pollo deshebrada	11.7
	Salsa de Jitomate	14.7
	Chile jalapeño en escabeche (rajas)	2.9
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL PROMEDIO	CONTENIDO ENERGÉTICO	
	APORTADOS POR 100 g	772 kJ (180 kcal)
	PROTEÍNAS	6 g
	GRASAS (LÍPIDOS)/GRASAS TOTALES	11 g
	GRASA SATURADA	3,5 g
	CARBOHIDRATOS (hidratos de carbono) y carbohidratos totales)	17 g
	AZÚCARES	0 g
	FIBRA DIETÉTICA	2 g
	SODIO	220 mg
PRESENTACIÓN Y EMPAQUES COMERCIALES	Envasado en bolsa Pouch de polietileno que poseen una excelente propiedad de barrera frente al oxígeno	

	para conservar el líquido del interior, evitándose así que el aire exterior contamine el contenido.	
REQUISITOS MÍNIMOS Y NORMATIVIDAD	NOM-051-SCFI/SSA1-2010 NOM-086-SSA1-1994	
TIPO DE CONSERVACIÓN	Refrigeración Congelación	
CONDICIONES PARA EL ALMACENAMIENTO	Conservar en el frigorífico entre 0°C y 4°C. Para consumir perforar el envase haciendo varios orificios en el film y calentar en el microondas durante 3 minutos a 1000w de potencia.	
PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS	COLOR	
	Masa: L*:59.75, a*:3, b*:23.03	OLOR No evaluado
	Carne: L*: 60.14, a*: 12.99, b*: 35.49	ACIDEZ 0.00234
	Hoja de Chipilín: L*:31.57 a*:2.53, b*: 23.42	pH 6.13

6.4 Información nutrimental e iconos frontales para el tamal de Bola

A continuación se informa los resultados obtenidos al realizar la Tabla 3.10 de Información Nutrimental e iconos frontales a una muestra de tamal de Bola los cuales fueron realizados de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 de Especificaciones generales de Etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre- envasados.

Tabla 3.10 Tabla nutrimental e íconos frontales del tamal Bola

Información Nutricional					
Tamaño de porción: 100 g					
					
Contenido Energético	1106 kJ (260 kcal)				
Proteínas	5 g				
Grasas (lípidos)/Grasas totales	16 g				
Grasa saturada	6 g				
Carbohidratos (hidratos de carbono)/					
Carbohidratos totales	27 g				
Azúcares	0 g				
Fibra dietética	2 g				
Sodio	210 mg				
NOM-051-SCFI/SSA1-2010					
Íconos frontales para una presentación de 200 g					
Una porción de 100 g aporta:					
					
% de los nutrientes diarios				2 porciones por envase	

6.4.1 Ficha técnica de producto terminado-tamal de Bola

En la presente ficha técnica se presenta una descripción general del producto generado “tamal de Bola” como son la formulación para una pieza, el pH, el color (L*, a*, b*), lugar de elaboración, composición nutricional, entre otros.

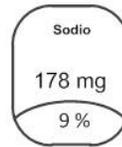
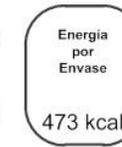
NOMBRE DEL PRODUCTO	TAMAL DE BOLA	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Platillo tradicional chiapaneco, que consiste la mezcla de masa de maíz nixtamalizada, costilla de puerco y bañada en salsa de tomate, que van envueltos en hoja de maíz y cocinados a vapor.	
LUGAR DE ELABORACIÓN	CIATEJ CAMPUS ZAPOPAN	
FORMULACIÓN PARA UN TAMAL	MATERIA PRIMA/INSUMO	%
	Masa de maíz nixtamalizada	76.9
	Costilla de puerco	12.8
	Salsa de Jitomate	10.2
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL PROMEDIO	CONTENIDO ENERGÉTICO APORTADOS POR 100 g 1106 kJ (260 kcal)	
	PROTEÍNAS	5 g
	GRASAS (LÍPIDOS)/GRASAS TOTALES	16 g
	GRASA SATURADA	6 g
	CARBOHIDRATOS (hidratos de carbono) y carbohidratos totales)	27 g
	AZÚCARES	0 g
	FIBRA DIETÉTICA	2 g
	SODIO	210 mg
PRESENTACIÓN Y EMPAQUES COMERCIALES	Envasado en bolsa Pouch de polietileno que poseen una excelente propiedad de barrera frente al oxígeno para conservar el líquido del interior, evitándose así	

	que el aire exterior contamine el contenido.	
REQUISITOS MÍNIMOS Y NORMATIVIDAD	NOM-051-SCFI/SSA1-2010 NOM-086-SSA1-1994	
TIPO DE CONSERVACIÓN	Refrigeración Congelación	
CONDICIONES PARA EL ALMACENAMIENTO	Conservar en el frigorífico entre 0°C y 4°C. Para consumir perforar el envase haciendo varios orificios en el film y calentar en el microondas durante 3 minutos a 1000w de potencia.	
PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS	COLOR	
	Masa: L*:72.02, a*:4.32, b*:24.13	OLOR No evaluado
	Carne: L*:58.81, a*:5.57, b*:20.23	ACIDEZ 0.0045
	Salsa: L*:45.79, a*:25.49, b*: 35.28	pH 5.15

6.5 Información nutrimental e iconos frontales para el tamal de hierba Santa

A continuación en la tabla 3.11 se informa los resultados obtenidos al realizar la Tabla de Información Nutrimental e iconos frontales a una muestra de Tamal de hierba Santa los cuales fueron realizados de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 de Especificaciones generales de Etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre- envasados.

Tabla 3.11 Tabla nutrimental e íconos frontales del tamal de hierba Santa

Información Nutrimental					
Tamaño de porción: 100 g					
					
Contenido Energético	967 kJ (240 kcal)				
Proteínas	3 g				
Grasas (lípidos)/Grasas totales	14 g				
Grasa saturada	6 g				
Carbohidratos (hidratos de carbono)/					
Carbohidratos totales	26 g				
Azúcares	0 g				
Fibra dietética	2 g				
Sodio	180 mg				
NOM-051-SCFI/SSA1-2010					
Íconos frontales para una presentación de 200 g					
Una porción de 100 g aporta:					
					
% de los nutrimentos diarios				2 porciones por envase	

6.5.1 Ficha técnica de producto terminado-tamal de hierba Santa

En la presente ficha técnica se presenta una descripción general del producto generado “tamal de hierba Santa” como son la formulación para una pieza, el pH, el color (L*, a*, b*), lugar de elaboración, composición nutricional, entre otros.

NOMBRE DEL PRODUCTO	TAMAL DE HIERBA SANTA	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Platillo tradicional chiapaneco, que consiste la mezcla de masa de maíz nixtamalizada, relleno con frijol negro y semilla de calabaza molida, envueltos en una hoja llamada hoja Santa, todo el tamal envuelto en hoja de plátano.	
LUGAR DE ELABORACIÓN	CIATEJ CAMPUS ZAPOPAN	
FORMULACIÓN PARA UN TAMAL	MATERIA PRIMA/INSUMO	%
	Masa de maíz nixtamalizada	75.6
	Pasta de frijol negro	18.9
	Semilla de calabaza molida	2.2
	Hoja de hierba Santa	317
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL PROMEDIO	CONTENIDO ENERGÉTICO	
	APORTADOS POR 100 g	967 kJ (240 kcal)
	PROTEÍNAS	3 g
	GRASAS (LÍPIDOS)/GRASAS TOTALES	14 g
	GRASA SATURADA	6 g
	CARBOHIDRATOS (hidratos de carbono) y carbohidratos totales)	26 g
	AZÚCARES	0 g
	FIBRA DIETÉTICA	2 g
SODIO	180 mg	
Envasado en bolsa Pouch de polietileno que poseen		

PRESENTACIÓN Y EMPAQUES COMERCIALES	una excelente propiedad de barrera frente al oxígeno para conservar el líquido del interior, evitándose así que el aire exterior contamine el contenido.	
REQUISITOS MÍNIMOS Y NORMATIVIDAD	NOM-051-SCFI/SSA1-2010 NOM-086-SSA1-1994	
TIPO DE CONSERVACIÓN	Refrigeración Congelación	
CONDICIONES PARA EL ALMACENAMIENTO	Conservar en el frigorífico entre 0°C y 4°C. Para consumir perforar el envase haciendo varios orificios en el film y calentar en el microondas durante 3 minutos a 1000w de potencia.	
PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS	COLOR	
	Masa: L*:57.33, a*:3.15, b*:20.78	OLOR No evaluado
	Frijol: L*:37.07, a*:8.75, b*:15.80	ACIDEZ 0.005
Hoja Santa: L*:26.92, a*:1.84, b*:23.20	pH 5.87	

6.6 Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos que se realizaron a los tres tipos de tamales como se indica en la tabla N° 3.12, para la identificación de Bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales y mohos y levaduras (fig. 12), llevado a cabo mediante 3 diluciones por duplicado cada una, demostró la ausencia de cualquier microorganismo después de llevar a cabo la esterilización en la autoclave Lagarde. Lo que garantiza un tratamiento térmico y esterilización eficaz del alimento y por tanto un producto inocuo y seguro para el consumo. Debido a la ausencia de crecimiento, sólo se presentan los datos de la primera dilución para los tres tipos de microorganismos.

Tabla 3.12 Evaluación microbiológica

	Replicas	Mesofílicos aerobios UFC/g	Coliformes totales UFC/g	Mohos y levaduras UFC/g
Dilución		10 ¹	10 ¹	10 ¹
Chipilín	1	<10	<10	<10
	2	<10	<10	<10
Hoja Santa	1	<10	<10	<10
	2	<10	<10	<10
Bola	1	<10	<10	<10
	2	<10	<10	<10

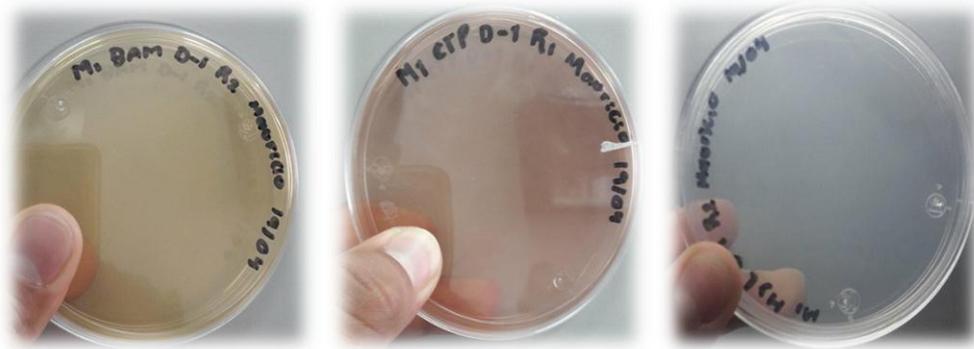


Figura 3.12 Recuento de crecimiento microbiano

7. Lista de bienes y servicios para la propuesta de una microempresa de elaboración de tamales regionales del estado de Chiapas.

El comienzo de una microempresa para la manufactura de tamales regionales del estado de Chiapas, requiere de una inversión en equipos y servicios que satisfagan el proceso de producción planeado, a continuación en la tabla 3.13 se presenta equipo propuesto para el procesamiento de 200 kg de masa.

Tabla 3.13 Equipos recomendados para la microempresa y costo

Etapa	Descripción de la etapa	Equipo y características	Cantidad	Kwh (mes)	Precio (MXN)
		Bascula de 200 kg	1	----	\$3,200.00
1	Recepción de la materia prima	Montacargas de patín, 2000 kg	1	----	\$7,000
		Cámara de refrigeración, 4 °C, 18 m ³	1	42.5	\$25,000
		Anaqueles, 4 entrepaños	1	----	\$3,193
2	Lavado	Tarja, ac. Inox., 2x0.7x0.9m	1	-----	\$6,680
3	Licuadao	Licudadora industrial, 17 L, ac. Inox, T-304	1	11.1	\$16,556
4	Amasado	Amasadora espiral Industrial, 200 kg masa, No de vel. 2	1	9	\$129,000
5	Deshebrado	Deshebradora de carne, ac. Inox. Capacidad 120 kg/h	1	2.9	\$13,450
6	Producción tamal	Mesa de trabajo 1.4x0.70x0.90m	2	----	\$5,938
7	Cocción	Horno para tamales, 14 charolas, ac. Inox. T-304,	1	-----	\$91,500

		1.8X1.1X0.7m			
8	Enfriamiento	Espiguero, 18 charolas, 51 x 65 x 176 cm	1	-----	\$2,390
9	Almacenamiento	Cámara de refrigeración, 4 °C, 18 m ³	---	-----	---
10	Empaquetado	Selladora de bolsas Continua Vertical	1	6	\$15,570
			Total	71.5	325,415

En la tabla 3.14 se presentan los equipos y material propuestos en el proceso de la microempresa de tamales y la cantidad tentativa de la inversión realizada para ello.

Tabla 3.14 Equipo y material auxiliar en el proceso de tamales

Características		Cantidad	Precio (MXN)
Recipiente de plástico con tapadera	50 L de capacidad	6	\$232
Contenedor de plástico con tapadera	200 L de capacidad	4	\$460
Olla	ac. Inox. T-304, 150 L	1	\$5000
Olla de presión	Ac. Inox, 39 L, 3 niveles de presión	1	\$13,899
Estufa industrial	4 quemadores	1	\$14,827
Juego de cubiertos de cocina	Acero inoxidable	6	\$449
Colador industrial	Acero inoxidable	1	\$315
		Total	39,967

En las figuras 3.13 se muestra el balance de materia para 200 kg de masa en el proceso del tamal de Chipilín.

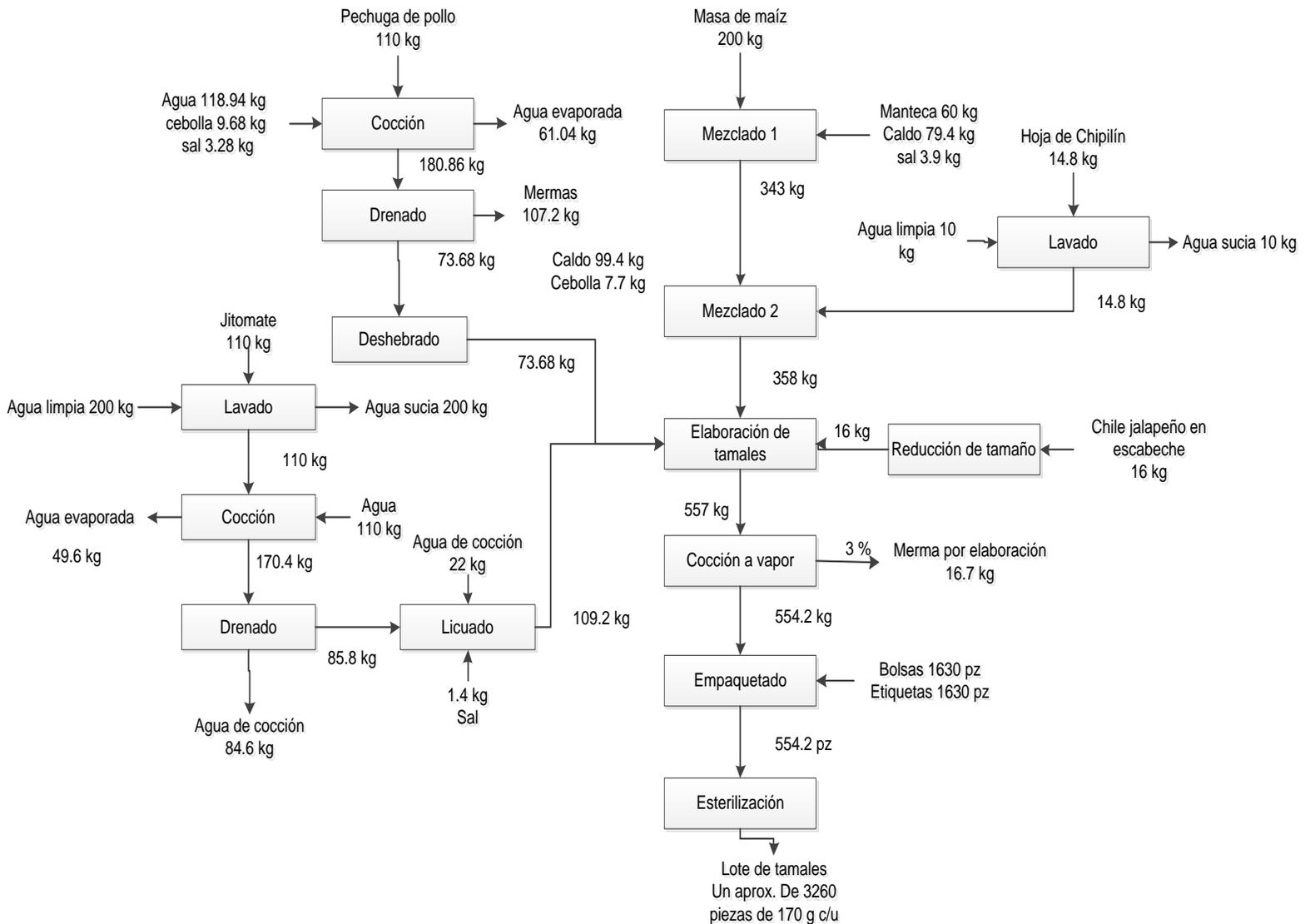


Figura 3.13 Balance de materia del tamal de Chipilín para 200 kg de masa

En la figura 3.14 se muestra el diagrama de proceso, para el tamal de Chipilín, con los equipos propuestos en el proceso.

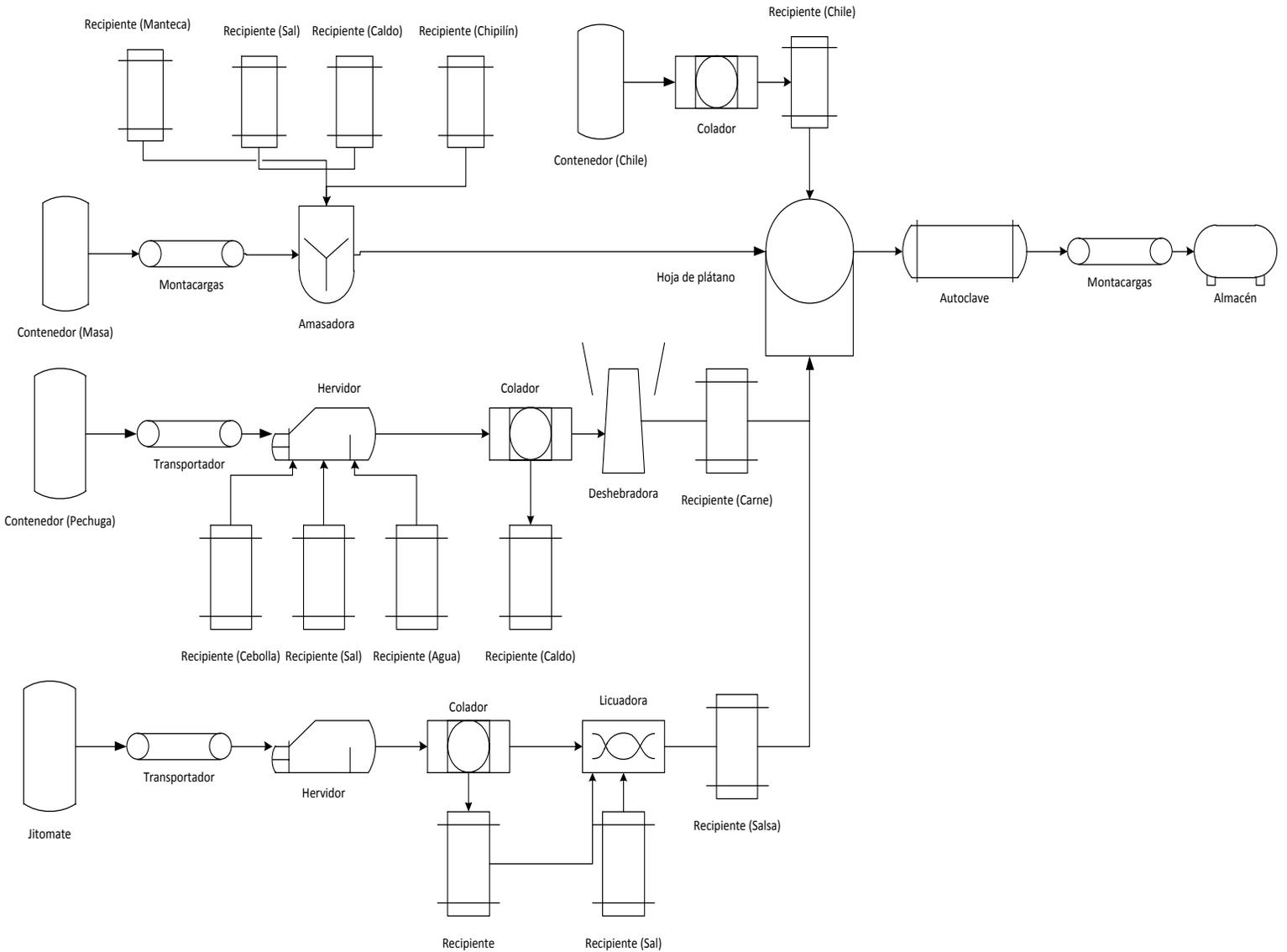


Figura 3.14 Diagrama de proceso para el tamal de Chipilín

En la figura 3.15 se muestra el balance de materia para 200 kg de masa del tamal de hierba Santa.

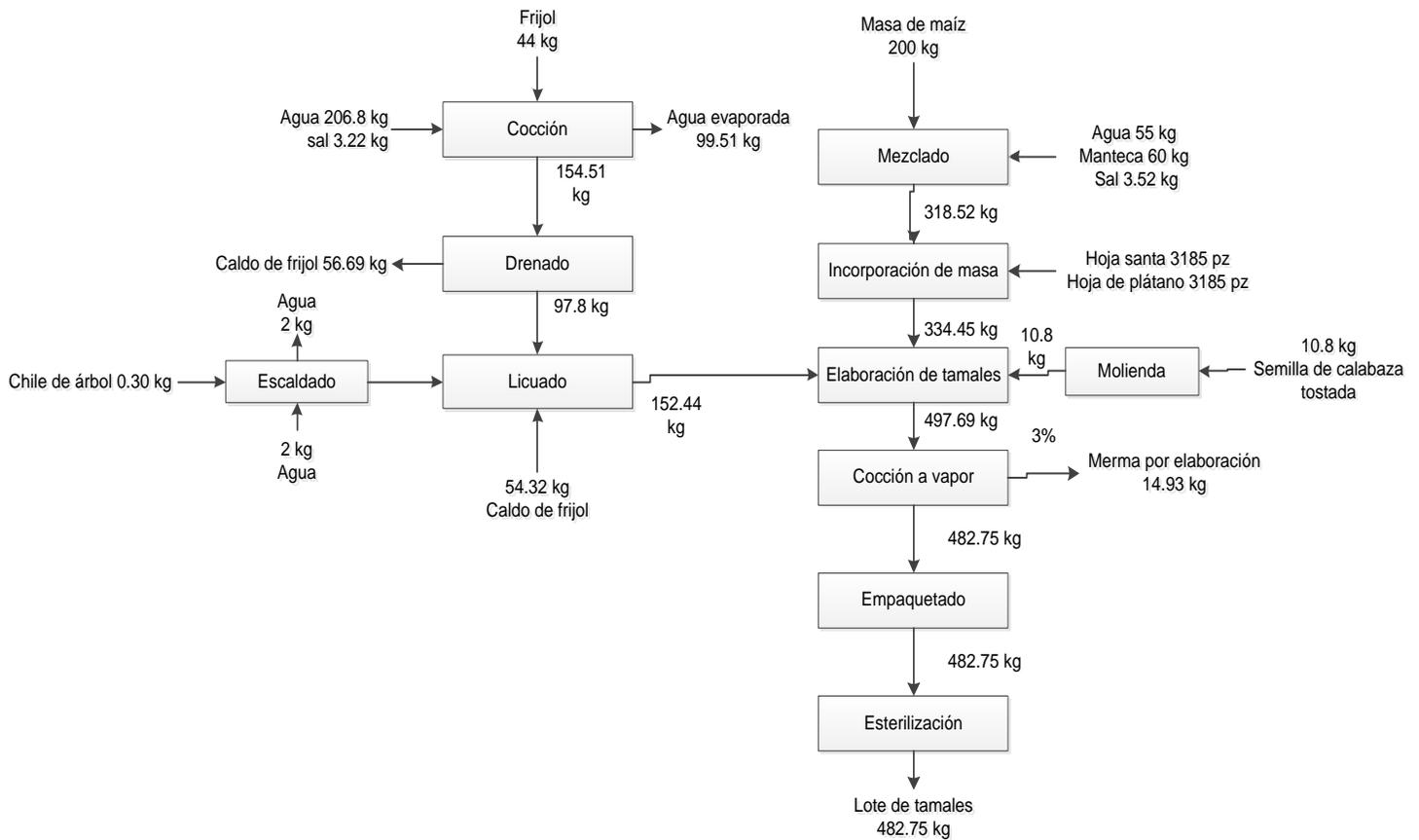


Figura 3.15 Balance de materia del tamal de Hierba Santa para 200 kg de masa

En la figura 3.16 se muestra el diagrama de proceso, para el tamal de hierba Santa, con los equipos propuestos en el proceso.

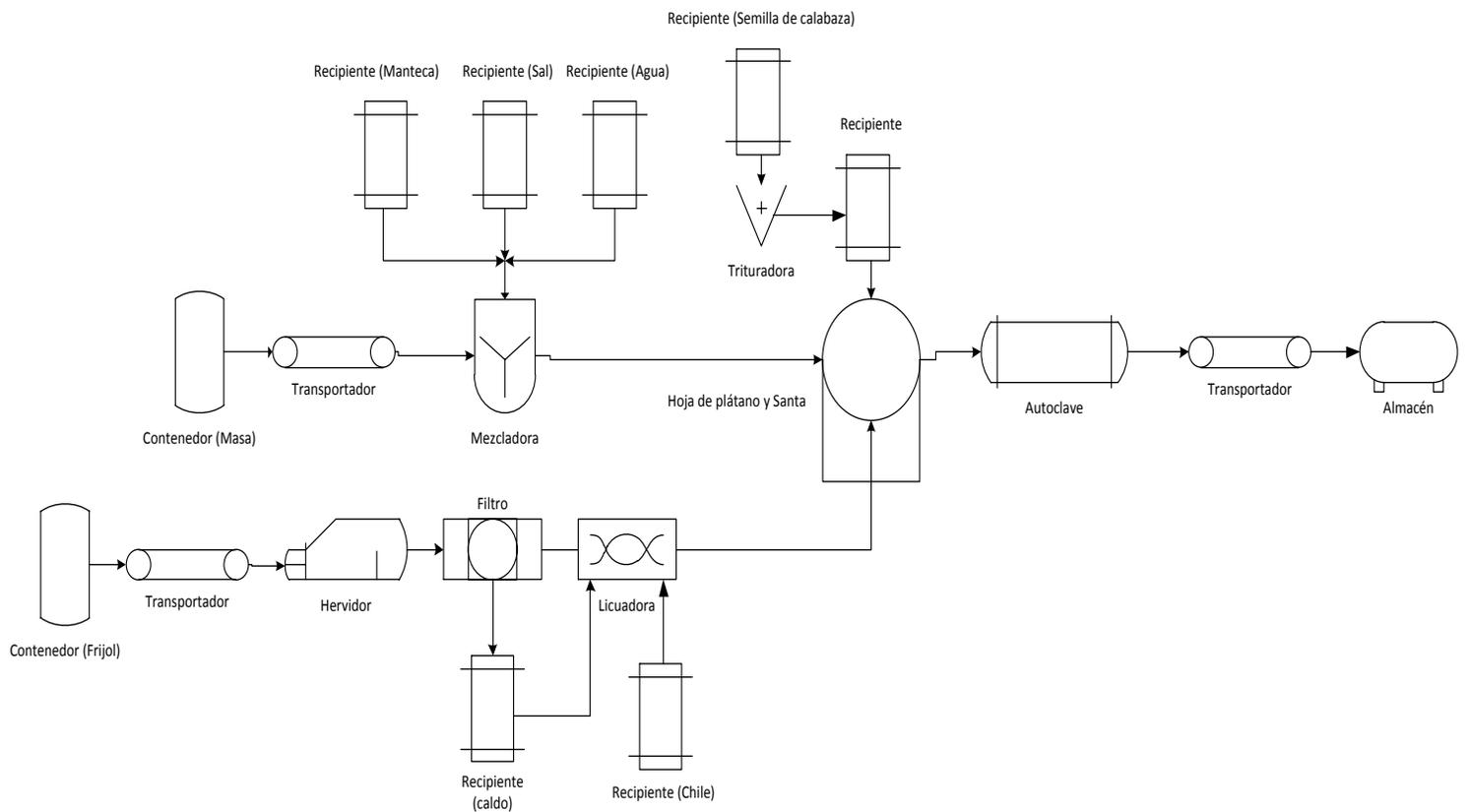


Figura 3.16 Diagrama de proceso del tamal de Hierba Santa

En la figura 3.17 se muestra el balance de materia para 200 kg de masa del tamal de Bola.

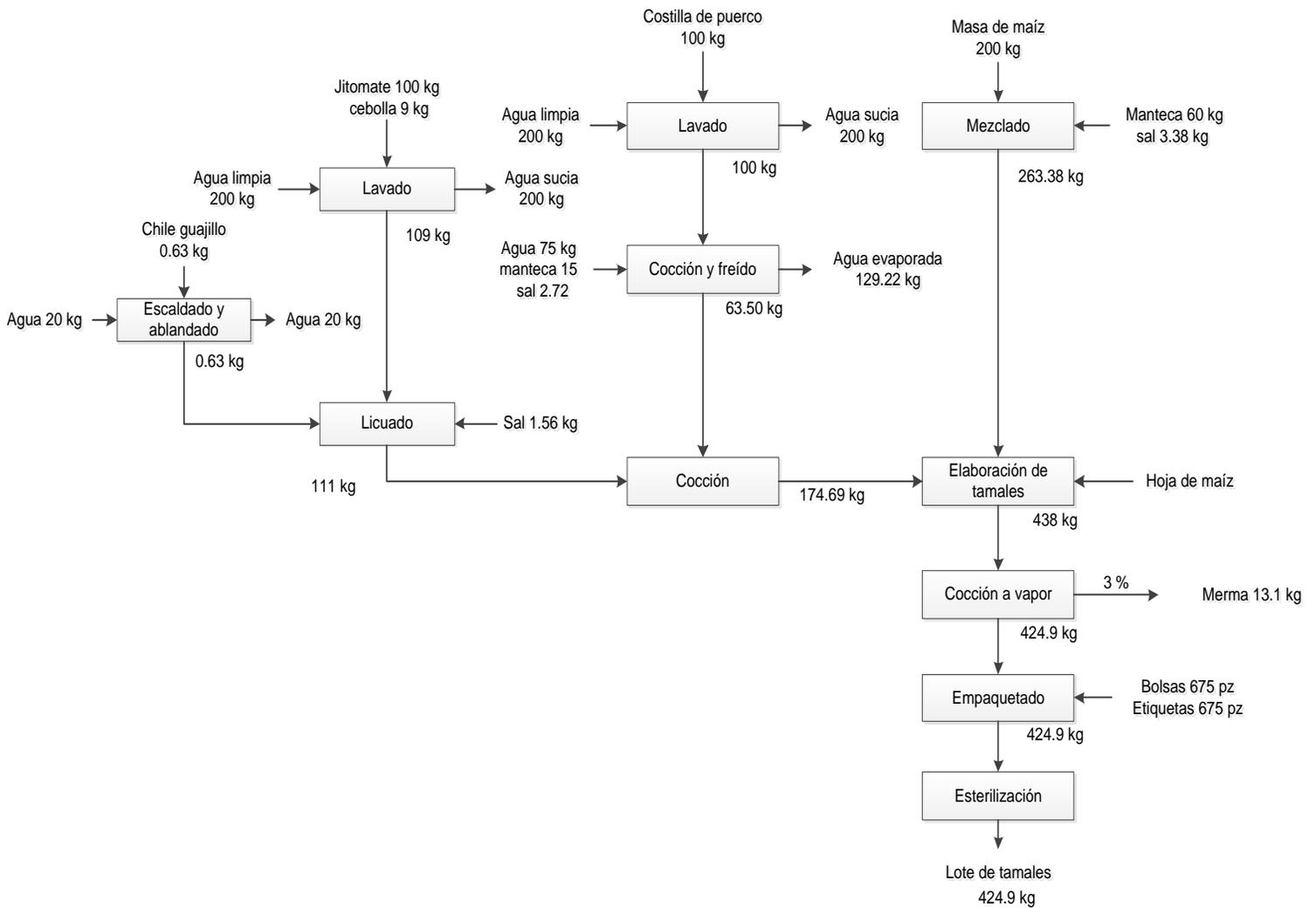


Figura 3.17 Balance de materia del tamal de Bola para 200 kg de masa

En la figura 3.18 se muestra el diagrama de proceso, para el tamal de Bola, con los equipos propuestos en el proceso.

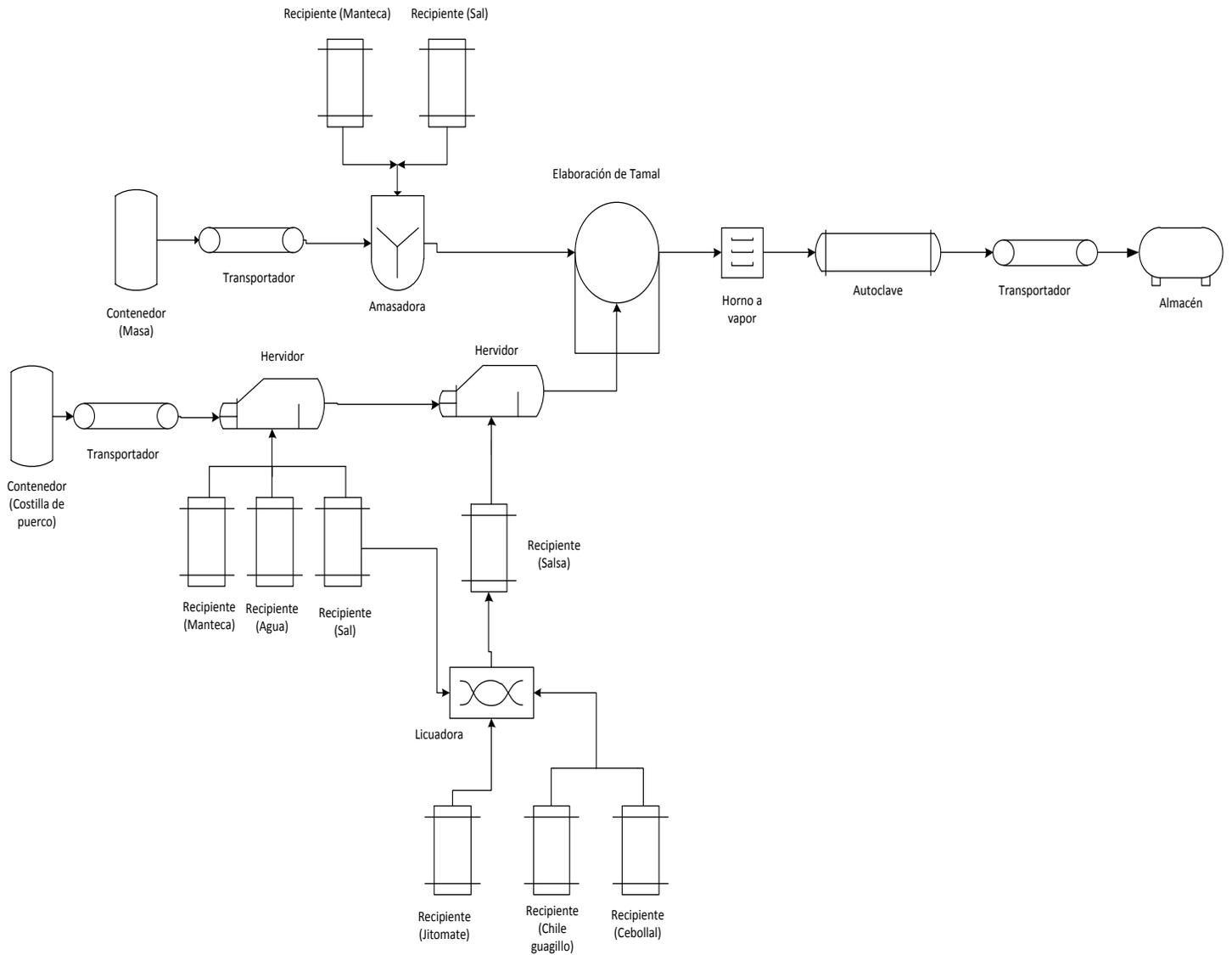


Figura 3.18 Diagrama de proceso del tamal de Bola

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Observamos que la separación de la testa del frijol, se logra gracias a una adecuada relación de agua-frijol, lo que permite la absorción del agua en un tiempo determinado (16 h) y con ello el hinchamiento del frijol, que facilita la separación.
- Los tres tipos de tamales presentaron un pH ligeramente ácido (6.13-5.15), lo que disminuye el riesgo de crecimiento de bacterias, pero aumenta el riesgo de hongos.
- El tamal de chipilín presentó una mayor acidez, probablemente se deba a la acidez que presenta la hoja de chipilín y la salsa de tomate utilizada en el proceso.
- Los tres tipos de tamales presentaron un a_w cercano a 1, disminuyendo su vida útil, una vez abierto de su empaque, debido alto riesgo de crecimiento microbiano.
- El tamal de hierba santa presentó una mayor dureza, lo que puede deberse a la hoja de hierba santa y el frijol utilizado, lo anterior se reafirma observando el parámetro de masticabilidad que también resultó mayor.
- El tamal de Bola resultó en menor porcentaje de humedad en comparación con el tamal de hierba santa y tamal de chipilín, esto se debe a que se utilizó menor cantidad de agua en la elaboración del tamal de bola.
- El tamal de chipilín presentó un porcentaje mayor de proteínas, debido al contenido de carne pollo presente en el tamal y con menor contenido de proteínas el tamal de hierba santa, ya que este no presenta carne.
- El mayor porcentaje de fibra dietética (FD) lo presentó el tamal de hierba santa, esto se debe a la fibra dietética que aporta la hoja de hierba santa. El tamal de bola presentó mayor porcentaje de FD que el tamal de chipilín, un resultado interesante ya que el tamal de bola no se elabora con ningún tipo de hoja.

- Los tamal de bola y tamal de hierba santa presentaron mayor porcentaje de carbohidratos esto se debe a que el primero contiene mayor contenido de masa y el segundo contiene frijol y la hoja de hierba santa (el frijol aporta mayor contenido de carbohidratos).
- La esterilización fue efectiva, debido a que no se presentó crecimiento de ninguna de los tres grupos microbianos estudiados. Obteniendo un alimento inocuo.
- Una porción (100 g) de tamal de hierba santa reportó 240 kcal, lo que significa un 11 % del requerimiento diario de una persona, basado en una dieta de 2100 kcal diarias, para el tamal de chipilín sería 8.5 % y para el tamal de bola 12 %.
- La elaboración de la tabla nutrimental es de gran importancia ya que brinda al consumidor la información del contenido nutricional del alimento que está consumiendo.
- La tecnificación de los procesos de elaboración de estos alimentos es una parte importante en su desarrollo, ya que permiten la optimización de los recursos que se tienen al alcance. La comercialización de alimentos de la gama V utilizando recetas tradicionales o típicas, representa hoy en día, un mercado demandante.

Recomendaciones

1. Se recomienda que el equipo que se utiliza requiere cambios para optimizar el proceso de descascarillado de frijol.
2. Se sugiere realizar el análisis sensorial de aceptación y rechazo para ver la viabilidad en el mercado de los tamales.
3. Es recomendable determinar el rango de vida de anaquel de los tamales, para considerar en que rango de tiempo debe considerarse su comercialización.
4. Se recomienda hacer un estudio de mercado para saber cuál es la demanda de los tamales y la capacidad de producción que debe tener.

5. Se sugiere realizar un estudio técnico de producción, para conocer el costo de producción (instalación, personal, equipos, etc.), que ayude a conocer la factibilidad de la creación de una microempresa.

9. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

- **Trabajo en equipo:** capacidad para interactuar con otras personas, predisposición para dar y aceptar ayuda, tolerancia y gratitud.
- **Iniciativa:** iniciar y concluir cada asignatura o trabajo encomendado por propia iniciativa, aun cuando mi superior no esté presente.
- **Creatividad:** capacidad para resolver problemas que se presenten o circunstancias no esperadas de manera satisfactoria utilizando los recursos presentes.
- **Compromiso:** responsabilidad adquirida en el trabajo o proyecto en cuestión para entregar resultados satisfactorios, evitando demoras o retrasos.
- **Planificación y organización:** capacidad de llevar a cabo una actividad de manera ordenada y en los tiempos requeridos, aprovechando al máximo las horas de trabajo.
- **Responsabilidad en mi área de trabajo:** capacidad para cuidar los equipos y mi área de trabajo manteniendo todo en perfectas condiciones.
- **Crecimiento profesional:** tener como objetivo ser un profesional con buena moral, y dispuesto a alcanzar éxitos en mi área de trabajo.
- **Capacidad de comunicación:** habilidad de transmitir ideas y opiniones hacia mis superiores.
- **Tolerancia al estrés:** dominio del carácter ante acumulación de tareas o responsabilidades, de tal forma que se realicen de manera correcta y en los tiempos establecidos.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Bedolla, S. & Rooney, L. (1984). Characteristics of US and Mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation. *Cereal Foods World* 29(11)8: 732-735.
- Belitz, H. & Grosch, W. (2004). *Food Chemistry*. 3 ed. Springer, Berlin.
- FIRA. (2001). Impacto de Apertura Comercial del TLCAN-Frijol. Disponible en línea: http://w4.siap.gob.mx/sispro/IndModelos/SP_AG/Frijol/Circuito.pdf(15 de Enero de 2011).
- FIRA. (2016). Panorama Agroalimentario.
- INIFAP. (2002). Manual para la producción de frijol en estado de Chiapas. ISSN 1405-1540.
- León, N. (2008). Desarrollo de una premezcla para tamales a partir de harina de maíz y hojuelas de papa deshidratada como producto conveniente listo para utilizar (tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Profeco. (2009). Métodos para llevar fresca empacada a tu casa “TECNOCONSERVACIÓN”. *Rev. del consumidor*. Pág. 34-35.
- Raeker, M., Gaimes, G., Finney, P. & Donelson, T. 1998. Granule size distribution and chemical composition of starches from 12 soft wheat cultivars. *Cereal Chemistry* 75:721-728.
- Voysest, O. (2000). Mejoramiento Genético del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Editorial CIAT. Edición 1a. Colombia. Pp. 95.

11. ANEXOS

11.1 Análisis fisicoquímicos

11.2.1 Determinación de Acidez titulable

Pesar aproximadamente 10 g de muestra. Añadir 200 mL de agua destilada, molerla en una licuadora y homogenizar por 1 minuto. Filtrar utilizando un papel filtro de poro grueso, recibir el filtrado en un matraz aforado de 250 mL y aforar con agua destilada.

Transferir una alícuota de 25 mL del matraz a un matraz Erlenmeyer de 125 mL, añadir 75 mL de agua destilada y 2 gotas de fenolftaleína, agitar suavemente y titular con NaOH 0.1 N. Preparar el blanco con agua destilada, realizar por triplicado. Reportar en % de ácido láctico.

$$\text{Ácido láctico: } \frac{A \times N \times meq.}{m} \times 100$$

A = MI de NaOH 0.1 N empleados en la titulación

N= normalidad del NaOH

Meq= miliequivalentes del ácido predominante, en gramos.

M= masa de la muestra en gramos.

11.2.2 Determinación de pH

Colocar la porción sólida de la muestra en una licuadora. Añadir de 10 a 20 mL de agua destilada recientemente hervida por cada 100 g de producto, con objeto de formar una pasta uniforme. Ajustar la temperatura a $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm$.

Calibrar el potenciómetro con las soluciones reguladoras de pH 4, pH 7 y pH 10 según la acidez del producto. Tomar una porción de la muestra ya preparada, mezclarla bien por medio de un agitador y ajustar su temperatura a $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Sumergir él (los) electrodo (s) en la muestra de manera que los cubra perfectamente. Hacer la medición del pH. Sacar el (los) electrodo (s) y lavarlo (s) con agua. El valor del pH de la muestra se lee directamente en la escala del potenciómetro.

11.2.3 Medición instrumental de la Textura

Para llevar a cabo las mediciones de textura se utilizó el Analizador de Textura TA.XT Plus de Stable MicroSystems.

Se realizó un Análisis del Perfil de Textura (TPA) de los tres tipos de tamales con el que se obtuvieron los siguientes parámetros: dureza, cohesividad, elasticidad, adhesividad y masticabilidad. León L. 2008, realizó un estudio acerca de la medición de textura para

tamales, dónde realizaron el TPA con todos los parámetros mencionados anteriormente.

La prueba se realizó a un cubo de masa de tamal cocida, con tamaño de 3.2 cm x 3.2 cm para los tamales de chipilín y hoja santa; para el tamal de bola se realizó a un cilindro, con un diámetro de 5.5 cm y una altura de 5 cm. Las muestras se dejaron atemperar a una temperatura de 20 °C y en forma vertical (se colocó la base del cuadrado sobre la base del texturómetro).

Durante la ejecución de las pruebas se utilizaron los siguientes parámetros: velocidad de la prueba 1 mm/s, distancia 3,0 mm, tiempo entre los ciclos de compresión 5 s y cantidad de fuerza 35 %, los datos anteriores fueron utilizados para el tamal de Chipilín y tamal de hoja Santa; para el tamal de Bola se utilizaron los siguientes parámetros: velocidad de la prueba 1 mm/s, distancia 60,0 mm, tiempo entre los ciclos de compresión 5 s y cantidad de fuerza 50 %.

11.2.4 Medición de color

Se realizó la medición de color para los tres tipos de tamales, mediante el equipo Espectrofotómetro KONICA MINOLTA CM-5. Para el tamal de chipilín se separaron mediante la ayuda de cúter, la masa, el Chipilín y la carne de pollo; para el tamal de hoja santa, se separaron la masa, la hoja Santa y el frijol con semilla de calabaza molida; para el tamal de Bola, se separaron la masa, la carne y la salsa. Cada parte de los tamales se colocó una porción macerada en cajas Petri de vidrio (la porción debe cubrir aproximadamente la mitad de la caja Petri) y se prosiguió a medir el color. Las mediciones se realizaron por triplicado para cada parte de cada tamal.

11.2.5 Medición de Actividad de agua (a_w)

Se midió la actividad de agua mediante el equipo AQUALAB, se tomó una cantidad macerada y homogénea de cada tamal, se colocó en el aditamento del equipo (la porción colocada no tiene que superar la capacidad del aditamento), se dio inicio a la medición y se tomó la lectura de a_w para cada tamal. Las muestras se hicieron por duplicado.

11.3 Análisis Químico Proximal

Las metodologías utilizadas en la determinación del análisis químico proximal fueron realizadas en el laboratorio de fisicoquímicos de la Unidad de Servicios Analíticos y Metrológicos (USAM) de Guadalajara, Jalisco, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Normas utilizadas en el análisis químico proximal

Determinación	Método
Humedad	NMX-F-083-1986
Cenizas	NMX-F-607-NORMEX-2013
Grasas (extracto etéreo)	NOM-086-SSA1-1994 (Apéndice Normativo C, Numeral 1)
Proteínas (N x 6,25)	NMX-F-608-NORMEX-2011
Fibra Dietética Total	NMX-622-NORMEX-2008
Azúcares Reductores Totales	NOM-086-SSA1-1994 (Apéndice Normativo C, Numeral 2)
Carbohidratos Totales	NOM-051-SCFI/SSA1-2010
Carbohidratos Disponibles	NOM-051-SCFI/SSA1-2010
Grasa Saturada	NMX-F-490-1999-NORMEX
Sodio	METODO INTERNO INS-SM-US-71

11.4 Microbiológicos

11.4.1 Análisis de presencia o ausencia de coliformes totales

Para el análisis se utilizó el método de la norma oficial mexicana NOM-113-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.

Pesar 10 g de la muestra, homogenizar y colocar en 90 mL de agua peptonada estéril, preparar las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} , colocando 150 μ L de la dilución 10^{-1} y 1350 μ L de agua peptonada en microtubos, para la dilución 10^{-3} colocar 150 μ L de la dilución 10^{-2} y 1350 μ L de agua peptonada en microtubos, realizar cada dilución por duplicado.

Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo de manera que la Inoculación y la adición de medio de cultivo se puedan realizar cómoda y libremente. Marcar las bases de las cajas con los datos pertinentes antes de colocar el inóculo.

Preparar el medio agar bilis rojo y violeta (ABRV), colocar 18 mL del medio en seis tubos de ensayo con tapa rosca y esterilizar. Inocular por duplicado 1.0 mL de la dilución correspondiente en cada tubo, mediante pipeta estéril, pasar por el agitador vórtex los tubos y verter el medio ABRV fundido y mantenido a $45 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ en baño de agua. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que se vierte el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos.

Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri sobre una superficie horizontal fría. No permitir que se mojen las tapas de las cajas.

Preparar una caja control con 18.0 a 20.0 mL de medio para verificar la esterilidad.

Solidificado el medio invertir las placas y colocarlas en la incubadora a 37°C , durante 24 ± 2 h. Después de este periodo, contar las colonias con el contador de colonias.

Seleccionar las placas que contengan entre 15 y 150 colonias. Las colonias típicas son de color rojo oscuro, generalmente se encuentran rodeadas de un halo de precipitación debido a las sales biliares, el cual es de color rojo claro o rosa, la morfología colonial es semejante a lentes biconvexos con un diámetro de 0.5 a 2.0 mm.

11.4.2 Análisis de presencia o ausencia de aerobias mesófilas

Para el análisis se utilizó el método de la norma NMX-f-253-1977. Cuenta de bacterias mesofilicas aerobias. Method for aerobic mesophylic bacteria count.

Pesar 10 g de la muestra, homogenizar y colocar en 90 mL de agua peptonada estéril, preparar las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} , colocando 150 μL de la dilución 10^{-1} y 1350 μL de agua peptonada en microtubos, para la dilución 10^{-3} colocar 150 μL de la dilución 10^{-2} y 1350 μL de agua peptonada en microtubos, realizar cada dilución por duplicado. Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo de manera que la Inoculación y la adición de medio de cultivo se puedan realizar cómoda y libremente. Marcar las bases de las cajas con los datos pertinentes antes de colocar el inóculo.

Preparar el medio agar papa dextrosa (ACE), colocar 18 mL del medio en seis tubos de ensayo con tapa rosca y esterilizar. Inocular por duplicado 1.0 mL de la dilución correspondiente en cada tubo, mediante pipeta estéril, pasar por el agitador vórtex los tubos y verter el medio ACE fundido y mantenido a $45 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ en baño de agua. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que se vierte el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos.

Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri sobre una superficie horizontal fría. No permitir que se mojen las tapas de las cajas.

Preparar una caja control con 18.0 de medio para verificar la esterilidad.

Solidificado el medio invertir las placas y colocarlas en la incubadora a 32°C , durante 24 ± 2 h. Después de este periodo, contar las colonias con el contador de colonias.

11.4.3 Análisis de presencia o ausencia de mohos y levaduras

Para el análisis se utilizó el método de la norma oficial mexicana NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Pesar 10 g de la muestra, homogenizar y colocar en 90 mL de agua peptonada estéril, preparar las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} , colocando 150 μL de la dilución 10^{-1} y 1350 μL de agua peptonada en microtubos, para la dilución 10^{-3} colocar 150 μL de la dilución 10^{-2} y 1350 μL de agua peptonada en microtubos, realizar cada dilución por duplicado. Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo de manera que la Inoculación y la adición de medio de cultivo se puedan realizar cómoda y libremente. Marcar las bases de las cajas con los datos pertinentes antes de colocar el inóculo.

Preparar el medio agar cuenta estándar (APD), colocar 18 mL del medio en seis tubos de ensayo con tapa rosca y esterilizar. Inocular por duplicado 1.0 mL de la dilución correspondiente en cada tubo, mediante pipeta estéril, pasar por el agitador vórtex los tubos y verter el medio APD fundido y mantenido a $45 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ en baño de agua. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que se vierte el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos. Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri sobre una superficie horizontal fría. No permitir que

se mojen las tapas de las cajas. Preparar una caja control con 18.0 de medio para verificar la esterilidad.

Solidificado el medio invertir las placas y colocarlas en la incubadora a 25°C. Contar las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación. Después de 5 días, seleccionar aquellas placas que contenga entre 10 y 150 colonias.