

Área del Conocimiento de Agricultura

DISEÑO TÉCNICO DE UNA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PIEL DE CERDO PARA LA OBTENCIÓN DE MANTECA PURA Y SUBPRODUCTOS CONSUMIBLES CON VALOR AGREGADO

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Químico

Elaborado por:

Tutor:

Br. Alba Lisseth
Barreda Dinarte
CARNET
20141038U

MGPD Ing. Silvano Enrique
Cruz Sánchez

Managua, Nicaragua, Agosto de 2025.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y mi Señor Jesucristo por su fidelidad y compañía durante toda mi vida y que mayormente reconocí durante mis dos últimos años de carrera universitaria y culminación de estudios, siendo mi fiel compañero de tesis. Agradezco a mi madre Alba Dinarte por sus sacrificios y apoyo incondicional durante toda mi formación integral, a mi Papá Francisco Barreda por sus consejos. Gracias a mi amado y fiel esposo Alexander Morales quien estuvo de forma incondicional durante los últimos años de mi carrera, animándome e impulsándome en mi superación personal.

Agradezco a mi primo Carlos Chávez quien me animó a sacar mi carrera universitaria en la UNI brindándome el apoyo necesario. Gracias tía Judith Dinarte por haber estado pendiente en mi etapa universitaria y haberme dado la mano en los momentos críticos de mi vida, la recuerdo con mucho cariño, Dios la tenga en su gloria y a mi tía Elizabeth Dinarte le agradezco por todo el apoyo que me brindo, Dios la bendiga. Agradezco también con todo el corazón a mi amiga Katherine Alvarado por su amistad y apoyo desde que la conocí en la UNI, gracias a mi suegra Nidia Canales por haber creído en mí y haber cuidado de mi hijo Camilo mientras terminaba mis estudios.

Agradezco al Ing. Francisco Canelo, por su asesoramiento y consejo durante todo el proceso monográfico, gracias a mi tutor Silvano Cruz por su acompañamiento y disposición en cada momento requerido. Agradezco a Alimentos Merol S.A por haberme dado la oportunidad de participar en este proyecto, por haber creído en mis capacidades y por el respaldo económico que me brindaron durante todo mi proceso de culminación de estudios.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo monográfico a mi Señor Jesucristo, por ser mi acompañante fiel y mi sostén de cada día.

A vos mamá por tu apoyo incondicional y tus deseos por ver a tu hija realizarse profesionalmente.

También a vos, mi esposo Alexander por tu paciencia y tu aporte en lo material, emocional y espiritual, gracias por impulsarme hasta el último momento.

RESUMEN

Empresa Merol S.A es un emprendimiento en el área de procesamiento de alimentos. Su principal actividad será operar una planta de procesamiento de piel de cerdo para obtener manteca de cerdo pura y subproductos comestibles con valor agregado.

El trabajo monográfico está fundamentado en principios y técnicas de la ingeniería química y de los alimentos, con una metodología experimental para la obtención de datos, se encuentra dividido en tres etapas; la primera consistió en la determinación a escala de laboratorio de los valores más adecuados de las variables de proceso. Para la extracción de la manteca se consideraron el tamaño de la pieza de lonja, el tiempo de escaldado de la pieza y el método de extracción con temperaturas de 90°C y 110°C; con los datos experimentales se calculó el rendimiento real de la manteca de cerdo a escala de laboratorio y se diseñó la planta de producción.

La segunda etapa consistió en el dimensionamiento de la planta basándose en los requerimientos de producción y los resultados experimentales, se estableció una distribución de equipos dentro de la planta considerando el espacio y los requerimientos técnicos para cada equipo; se hizo una selección de equipos fundamentado en las especificaciones de diseño y la disponibilidad en el mercado nacional.

En la tercera etapa, aprovechando la epidermis o cuerito, residuo del proceso de extracción, se elaboró una botana como subproducto, chicharrón de viento. Para ello se relacionaron pruebas de laboratorio y técnicas tradicionales, se deshidrató la epidermis empleando un horno a 60°C por 6 horas para finalmente freírlo a temperatura de 180°C.

Finalmente, se diseñó una planta con capacidad para procesar 100 kg con un 16.1% de rendimiento en manteca de cerdo y 42% de rendimiento para el subproducto.

ÍNDICE DE CONTENIDO	página
AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA.....	II
RESUMEN.....	III
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GENERAL	2
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	2
III. MARCO DE REFERENCIA.....	3
3.1. DISEÑO DE PRODUCTO	3
3.1.1. Generalidades de la materia prima.....	3
3.1.3. Determinaciones fisicoquímicas de las grasas y aceites.	5
3.1.4. Características físico químicas de la manteca de cerdo	6
3.2 ESTUDIO TÉCNICO	7
3.2.1 Tamaño de la Planta	7
3.2.2 Localización de la Planta.....	7
3.2.3 Proceso productivo	7
3.2.4. Balance de materia y energía.....	15
3.2.5. Diagrama de Flujo del Proceso productivo	16
3.2.6 Requerimientos Tecnológicos	18
IV. ECUACIONES DE DISEÑO.....	19
4.1 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS	19
4.2 SISTEMA DE TUBERÍAS Y CÁLCULO DE BOMBAS.	19
4.2.1 Tuberías	19
4.2.2 Bombas.....	22
V. METODOLOGÍA	24
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	24
5.1.1 Diseño de productos y procesos.....	24

5.1.2 Clasificación y almacenamiento	24
5.1.3 Primera reducción de tamaño	24
5.1.4 Escaldado	25
5.1.5 Separación de la epidermis superficial y el tejido adiposo.....	25
5.1.6 Segunda reducción de tamaño	25
5.1.7 Método de extracción de la manteca de cerdo.....	26
5.1.8 Ecurrido	26
5.1.9 Filtración.....	26
5.1.10 Mezclado	26
5.1.11 Empacado.....	26
5.1.12 Aprovechamiento de la epidermis superficial para la elaboración de un subproducto consumible como valor agregado.....	27
5.2. ECUACIONES DE DISEÑO.....	28
5.2.1 Dimensionamiento de equipos	28
5.2.2 Sistema de tuberías y cálculo de bombas.....	28
VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	30
6.1. DISEÑO DE PRODUCTOS Y PROCESOS	30
6.2. ECUACIONES DE DISEÑO.....	42
VII. CONCLUSIONES	48
VIII. RECOMENDACIONES	49
IX. BIBLIOGRAFÍA	50
X. ANEXO	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Característica fisicoquímica de la manteca de cerdo.	6
Tabla 2: Variables para la clasificación de la empresa.	7
Tabla 3: Temperatura y atmosfera recomendada para carnes frescas.	9
Tabla 4: Especificaciones del antioxidante, Natox (tocoferoles).	12
Tabla 5: Composición típica del vidrio fabricado en la Gran Bretaña.	13
Tabla 6: Área total disponible por espacio dentro de la infraestructura.	19
Tabla 7: Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías.	20
Tabla 8: Dimensiones de tubería de acero normalizadas.	20
Tabla 9: Especificaciones para la recepción de la materia prima.	24
Tabla 10: Primera reducción de tamaño.	25
Tabla 11: Segunda Reducción de tamaño.	26
Tabla 12: Características organolépticas de la manteca de cerdo.	27
Tabla 13: Corte de la pieza por experimento.	31
Tabla 14: Variable respuesta en el escaldado.	32
Tabla 15: Peso de la epidermis y el tejido adiposo.	34
Tabla 16: Cortes del tejido adiposo por experimento.	35
Tabla 17: Peso de la manteca extraída por experimento.	36
Tabla 18: Características fisicoquímicas de la manteca de cerdo.	38
Tabla 19: Datos utilizados para el cálculo del rendimiento del proceso.	41
Tabla 20: Rendimiento del producto y subproductos.	41
Tabla 21: requerimientos técnicos para la selección de la bomba y la tubería. .	46
Tabla 22: Viscosidad de la manteca de cerdo a diferentes temperaturas y revoluciones por minuto.	56
Tabla 23: Especificaciones del antioxidante, Natox (tocoferoles).	63
Tabla 24: Requerimientos para la etapa experimental.	64
Tabla 25: Ficha técnica de la freidora.	65
Tabla 26: Ficha técnica de la escaldadora.	66
Tabla 27: Ficha técnica del tamiz.	67
Tabla 28: Ficha técnica del tanque mezclador.	68
Tabla 29: Ficha técnica de la marmita.	69

Tabla 30: Ficha técnica del horno deshidratador.	70
Tabla 31: Ficha técnica de la mesa.	71
Tabla 32: Ficha técnica de los recipientes auxiliares.	72
Tabla 33: Ficha técnica del equipo de lavado y descongelado.	73
Tabla 34: Ficha técnica de la Balanza de plataforma.	74
Tabla 35: Ficha técnica del Freezer horizontal.	75
Tabla 36: Ficha técnica del Filtro prensa vertical.	76
Tabla 37: Ficha técnica de la Llenadora de pistón.	77
Tabla 38: Ficha técnica de la Balanza electrónica.	78
Tabla 39: Ficha técnica de la Selladora de banda vertical.	79
Tabla 40: Ficha técnica de la Bomba rotatoria.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de los tejidos de la región dorsal toracolumbar.....	3
Figura 2: Funcionamiento de una llenadora a contrapresión directa.	12
Figura 3: Materia prima recepcionada.....	30
Figura 4: Material escaldado, experimento #6.....	33
Figura 5: Separación del tejido graso y la epidermis, experimento #6.	33
Figura 6: Segunda reducción de tamaño del tejido graso, experimento #6.....	35
Figura 7: Extracción de la manteca de cerdo, experimento #6.....	37
Figura 8: Manteca escurrida, experimento #6.	37
Figura 9: Sistema de filtración al vacío.....	38
Figura 10: Manteca envasada, experimento #6.....	39
Figura 11: Manteca almacenada a 5°C.	39
Figura 12: Epidermis deshidratada.....	40
Figura 13: Chicharrón de viento.	41
Figura 14: Titulación de la muestra para el índice de acidez.....	52
Figura 15: Titulación de la muestra para el índice de yodo.	54
Figura 16: Titulación en blanco para el índice de yodo.	54
Figura 17: Titulación de la muestra para el índice de peróxido.	55
Figura 18: Licencia sanitaria de matadero CACIQUE S.A.....	57
Figura 19: Cambios físicos del área de recepción de la materia prima.	81
Figura 20: cambios físicos del área de preparación y corte de la materia prima.	81
Figura 21: cambios físicos del área de extracción y filtración de la manteca de cerdo.....	81
Figura 22: Cambios físicos del área de empacado y aprovechamiento de la epidermis.	82
Figura 23: Cambios físicos del área de vestidores.....	82
Figura 24: Cambios físicos del techo.....	82
Figura 25: Cambios físicos del área del lavado de mano y botas. Muestra del desagüe antes existente.	83

Figura 26: Flujograma del proceso productivo de manteca de cerdo y subproductos.	84
Figura 27: Plano arquitectónico, distribución de equipo.	85

I. INTRODUCCIÓN

La tecnificación de los procesos productivos de la PYMES artesanales es una necesidad urgente en la industria alimentaria nacional. Una pequeña empresa PYME tiene la posibilidad de seguir creciendo hasta convertirse en una grande, con mayor generación de empleo y producción.

La manteca de cerdo es un producto con alto potencial de consumo entre la población nicaragüense puesto que constituye un alimento tradicional desde los tiempos de la colonia.

Con la finalidad diseñar una planta de procesamiento de piel de cerdo para la obtención de manteca de cerdo pura y subproductos consumibles con valor agregado, el estudio se fundamenta en los principios y técnicas de la ingeniería química y de los alimentos, con los métodos y herramientas propias de la ingeniería se desarrolla un proceso tecnificado utilizando como punto de partida la conjunción de las técnicas artesanas con las nuevas tecnologías.

En la creación e innovación de productos alimenticios y sus procesos, así como en su industrialización es fundamental aplicar estrategias de diseño para los mismos. La selección del sistema productivo, la tecnología, así como el diseño del proceso y el aseguramiento de la calidad son factores que se consideraron apoyándose en una exhaustiva revisión bibliográfica.

Este proyecto está asociado a un nuevo emprendimiento, la empresa ALIMENTOS MEROL S.A ubicada en Managua es el promotor de esta iniciativa y para desarrollarlo adecuadamente ha solicitado la colaboración del Área de Conocimiento de Agricultura (DACA).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Diseñar una planta de procesamiento de piel de cerdo para la obtención de manteca de cerdo pura y subproductos consumibles con valor agregado

2.2 Objetivo específico

- Determinar a escala de laboratorio las condiciones de operación y rendimientos de manteca de cerdo pura especificada en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.40:07.
- Dimensionar la planta de procesamiento de piel de cerdo basado en los requerimientos de producción y conforme a lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06.
- Formular una botana a partir de los residuos de la epidermis derivados del proceso productivo de manteca de cerdo.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Diseño de producto

En Nicaragua existe la necesidad de realizar mejoras en la preparación y transformación de la piel de cerdo para la obtención de manteca pura, esto con la finalidad de efectuar cambios para alterar su calidad comestible y conservación de manera que se garantice un producto alimenticio incontaminado que evite que los consumidores pongan en riesgos su salud. Para los consumidores, la calidad de la manteca de cerdo debe ser la condición indispensable al comprar el alimento; a su vez al transformar el material se deben considerar como referentes las técnicas de obtención de alimentos tradicionales y las expectativas de los consumidores en materia de propiedades organolépticas, inocuidad y calidad. La calidad del producto, dependerá, por tanto, de la materia prima, de las condiciones de elaboración y del almacenamiento o manejo al que son expuestos después de su preparación (Fellows, 2005).

3.1.1. Generalidades de la materia prima Composición física de la piel del cerdo

La epidermis, consiste en cuatro capas principales, una delgada capa cornificada residual (estrato córneo), una capa granulosa discreta (estrato granuloso), una capa espinosa gruesa (estrato espinoso) y una monocapa basal (estrato basal) que se apoya en la dermis.

La dermis, compuesta de tejido conectivo, da soporte a los vasos sanguíneos, nervios, vasos linfáticos y a los apéndices epidérmicos. En los cerdos, se divide en dos capas que se combinan sin una demarcación clara, la capa papilar (superficial) y la capa reticular (profunda), constituida en gran parte por tejido conjuntivo irregular denso con fibras de colágeno. En la parte del tocino el espesor promedió de la dermis del cerdo es de unos 3,82 μm (Moreno & Díaz, 2018).

La hipodermis contiene la mayor parte de la grasa corporal y se encuentra entre la dermis y los músculos o los huesos. Está compuesta por dos capas de tejido adiposo que contienen adipocitos. Estas dos capas adiposas están separadas por un delgado estrato de tejido colágeno (Moreno & Díaz, 2018).

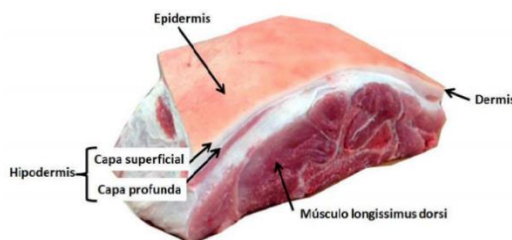


Figura 1: Distribución de los tejidos de la región dorsal toracolumbar.

Productos derivados de la piel del cerdo

De la piel del cerdo se obtiene la hipodermis o tejido adiposo; este es fundido en buenas condiciones de salud en el momento de su sacrificio para así obtener manteca de cerdo apta para el consumo humano. Los tejidos adiposos no deben comprender huesos, piel desprendida, piel de la cabeza, orejas; etc. y deben estar razonablemente exentos de tejido muscular y sangre. La manteca de cerdo puede estar sujeta a procesos de modificación siempre que se indique claramente en la etiqueta (NTON 03 075-07, 2007).

Los criterios más importantes para evaluar la calidad del tejido adiposo son; color, consistencia, estabilidad oxidativa, sabor y porcentaje de grasa extraíble. La grasa de buena calidad es firme y blanca mientras que la de baja calidad es suave, aceitosa, gris y flexible (Moreno & Díaz, 2018).

También se obtiene chicharrón que es la corteza de cerdo o epidermis superficial pigmentada cocinada, deshidratada y frita, puede ser deshidratada por fritura a temperatura de 120°C y luego reventado en grasa a 200°C. Los chicharrones presentan formas con enrollamientos irregulares, a menudo son sazonados con pimienta, chile, sal; las cortezas fritas son de textura quebradiza (Espinell, 2010).

Obtención de la manteca por método artesanal

El método de obtener manteca consiste en fundir la piel de cerdo en una caldera abierta, mediante una técnica elemental guiada por el buen sentido del fabricante (Chávez, 2000).

Paso 1. Picar la piel en trocitos pequeños de 1 $\frac{1}{2}$ a 2 cm y lavar con abundante agua para arrastrar partículas de sangre o suciedad.

Paso 2. Introducirlo en una caldera con el objetivo de derretirlo a fuego lento. La temperatura no debe pasar de 115 °C, para no quemar los tejidos que dan por consecuencia mal olor y sabor a la manteca.

Paso 3. Durante la fusión, la masa se agita constantemente con espátulas o cucharones de madera. Se debe vigilar atentamente la fusión para evitar pasar del punto.

Paso 4. Retirar con la espumadera las membranas tostadas que después han de formar el chicharrón.

Paso 5. Una vez obtenida la manteca se procede a filtrar con la finalidad de clarificar el líquido.

Paso 6. Ya filtrada, la manteca, se almacena en envases de latas o barriles de plásticos que eviten el paso del aire (Juárez, 2008).

Elaboración del chicharrón por método artesanal.

Como parte de la recolección informativa para la redacción de esta tesis, se realizó una investigación visual a un matadero clandestino, con la finalidad de conocer el proceso de elaboración de chicharrón con métodos artesanales, lo cual parte desde la matanza del cerdo hasta la recolección de la manteca residual luego de

la fritura del chicharrón. El proceso artesanal, para la elaboración de chicharrón, es el siguiente:

Después del descuartizamiento del cerdo se separa toda la piel del animal.

Paso 1. La piel se sumerge en manteca dentro de una caldera y se calienta a temperatura de 100°C

Paso 2. Después de 1h y 50 minutos de cocción se retira la piel con las siguientes características; color amarillo marrón, consistencia dura y olor característico del animal.

Paso 3. Una vez escurrida la piel, esta se rocía de agua y se sumerge nuevamente en manteca dentro de una caldera a 180°C.

Paso 4. Después de 3 minutos de fritura se retira y se deja enfriar por 20 minutos, de esta forma se obtiene una botana con las siguientes características; color marrón, textura crocante y olor característico del animal.

Paso 5. Se condimenta al gusto y se empaca en botes de aluminio.

Según el artesano tradicional para obtener un chicharrón crocante es fundamental la etapa de cocción, es decir, la deshidratación de la epidermis. Según la literatura científica consultada existen diversos métodos para deshidratar un alimento.

3.1.3. Determinaciones fisicoquímicas de las grasas y aceites.

Densidad o peso específico

Es la relación entre el peso de una sustancia y el peso de un volumen igual de agua. Este tipo de análisis resulta de una gran utilidad para detectar adulteraciones, pues la no conformidad del peso específico indica adulteración (Chávez, 2000).

Índice de acidez

La acidez de un aceite o grasa es el porcentaje de ácidos grasos libres presentes en el mismo, expresado en función del ácido oleico. La acidez de las grasas y aceites es consecuencia de su degradación por hidrólisis que origina grupos carboxilos libres de los ácidos grasos liberados. Es una medida de la rancidez, dado que los ácidos de cadena corta liberados imparten un olor rancio característico. El índice de acidez se utiliza más que nada por su carácter cualitativo, pues a través de ella se mide la acidez de una grasa (Chávez, 2000).

Índice de yodo

El grado de insaturación de los ácidos grasos en una grasa o aceite, se puede expresar en forma cuantitativa en términos del índice de yodo de la grasa. Este se refiere al número de gramos de yodo absorbidos por 100 gr. de grasa, ya que el yodo reacciona en los sitios de insaturación de manera muy parecida a la del hidrógeno en la hidrogenación. Cuanto más alto sea el índice de yodo mayor será el grado de insaturación de la grasa (Chávez, 2000).

Índice de peróxido

El grado de oxidación que haya tenido una grasa o aceite se puede expresar en términos del índice de peróxido. Este viene hacer la medida de su contenido de oxígeno activo, expresado en términos de miliequivalente de oxígeno por Kg. de grasa. El índice de peróxido es considerado aceptable mientras el aceite se encuentra en el período inicial de oxidación, llamado período de inducción. El índice de peróxido de una grasa tiende a aumentar conforme se deteriora la grasa (Chávez, 2000).

3.1.4. Características físico químicas de la manteca de cerdo

En la tabla 1 se muestran las características fisicoquímicas de la manteca de cerdo. Su composición varía con la especie, alimentación, estación del año en que se obtiene; inclusive se menciona que los animales alimentados al aire libre con pasturas adecuadas presentan cortes más magros y una mejor calidad de grasa. Sin embargo, se puede decir que es una mezcla de oleína, en mayor porcentaje, y estearina. El principal inconveniente es su enranciamiento por exposición prolongada al aire, debido a que se oxida fácilmente ya que carece de antioxidantes naturales (Juárez, 2008).

La manteca puede obtenerse de cualquier zona, a lo largo de todo el cuerpo del cerdo, debido a que en todas estas se encuentra en altas concentraciones. Sin embargo, se ha observado que la grasa de mejor calidad, es la conocida como grasa laminar, que se deposita alrededor de los riñones y la que recubre el lomo bajo la piel; luego le sigue la grasa del abdomen (Juárez, 2008).

Tabla 1: Característica fisicoquímica de la manteca de cerdo.

Parámetro	Límites Máximos Permitidos
Color	Blanco en estado sólido.
Olor y sabor	Característico del producto designado. Exento de olores y sabores extraños y rancios.
Apariencia	El producto debe estar libre de materia extraña.
Índice de peróxidos	5 meq peróxido / kg máximo
Humedad y Materia volátil	0,10% máximo
Índice de acidez	0.65% máximo
Densidad relativa a 40°C	0.896 - 0.904
Índice de yodo (Wijs)	55 - 65

Fuente: (CODEX STAN 192-1995, 2007) y (NTON 03 075-07, 2007).

3.2 Estudio Técnico

3.2.1 Tamaño de la Planta

Para conocer la escala de operatividad de una planta se debe considerar las clasificaciones de micro, pequeña o mediana empresa que se realiza conforme a los parámetros establecidos en la ley 645 (Ley de promoción, fomento y desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas) que toma en cuenta tres variables; el número total de trabajadores, activos totales en córdobas y ventas totales anuales, ver tabla 2 variables para la clasificación de la empresa. Al combinar las 3 variables se podrá determinar en qué categoría será clasificada una empresa (MIFIC;, 2017).

Tabla 2: Variables para la clasificación de la empresa.

Variables	Micro	Pequeña	Mediana
Número total de Trabajadores	1 a 5	6 a 30	31 a 100
Activos totales (córdobas)	Hasta 200.0 miles	Hasta 1.5 millones	Hasta 6.0 millones
Ventas totales Anuales (córdobas)	Hasta 1 millón	Hasta 9 millones	Hasta 40 millones

Fuente: (MIFIC;, 2017).

3.2.2 Localización de la Planta

Los establecimientos deben estar situados en zonas no expuestas a cualquier contaminación física, química, biológica y a actividades industriales que constituyan una amenaza grave de contaminación de los alimentos, además de estar libre de olores desagradables y no expuestas a inundaciones, separadas de cualquier ambiente utilizado como vivienda, contar con comodidades para el retiro de manera eficaz de los desechos, tanto sólidos como líquidos (NTON 03 076-08, 2005).

3.2.3 Proceso productivo

El proceso productivo se caracteriza por la combinación equilibrada de una serie de complejas actividades y elementos que comprenden el diseño del producto, la selección del sistema productivo y de la tecnología, la planificación de la

capacidad, la ubicación y distribución de las instalaciones y el diseño de los procesos para la obtención del resultado deseado (Medina et al., 2002).

Programa de Producción

El programa de producción es la actividad en la que todos los recursos que se utilizan para las actividades de producción, ya sea materia prima, capital, mano de obra, logística y cualquier otra actividad, se asignan en un período de tiempo y se programan en un calendario con las actividades de producción.

Descripción del Proceso Productivo

Selección y clasificación

La selección juega un papel importante en el control de la eficacia de muchos procesos de la elaboración de alimentos. Los equipos empleados para la selección se basan en el peso, el tamaño, la forma, características fotométricas, el comportamiento aerodinámico e hidrodinámico, la naturaleza de la superficie; siendo la selección por peso la más precisas y utilizada en la actualidad (Brennan et al., 1998).

La clasificación consiste en efectuar una evaluación global, equilibrada, de todas las propiedades de un producto que afectan su aceptación como alimento. Los factores de clasificación son; adecuación para el proceso, inocuidad para el consumidor, conformidad con la disposición legal, aceptación del consumidor. Los Métodos para la clasificación efectiva son; control de calidad, procedimientos en los que se determina la calidad, por medio de pruebas de laboratorio, estos procedimientos pueden ser manuales o mecánicos (Brennan & Burgos, 1998).

➤ Limpieza

La función de esta etapa es la eliminación de contaminantes, que constituyen un peligro para la salud o que son estéticamente desagradables, controlar la carga microbiana y las reacciones químicas y bioquímicas que perjudican la eficacia del procesado y la calidad del producto. Existen métodos de limpieza que aseguran el control y la calidad del material, estos son métodos húmedos que se dan por inmersión, aspersión, flotación, filtración, decantación. Se utilizan métodos combinados que dependen de la naturaleza de las materias primas, de los contaminantes a separar y de las condiciones en que se deseen los productos (Brennan & Burgos, 1998).

➤ Almacenamiento

Durante el almacenamiento, los alimentos pueden alterarse por tres mecanismos: Organismos vivos; parásitos, insectos, hongos o bacterias, que pueden desarrollarse en ellos y contaminarlos. Actividades bioquímicas; respiración, enranciamiento, pardeamiento y envejecimiento, que pueden reducir su calidad o su adecuación para determinados fines. Procesos físicos; ruptura de los envases y fugas del contenido o fenómenos de re cristalización, en productos de pastelería, grasas y alimentos congelados, que pueden tener también un efecto negativo. Los principales factores relacionados con el almacenamiento que influyen en la vida útil son temperatura, humedad y composición atmosférica. En la tabla 3 se

observa la temperatura y atmosfera recomendada para carnes frescas (Brennan & Burgos, 1998).

Tabla 3: Temperatura y atmosfera recomendada para carnes frescas.

Producto	Temperatura (°C)	O ₂ (%)	C O ₂ (%)	N ₂ (%)
Carne fresca	0-2	70	20	10

Fuente: (Brennan & Burgos, 1998).

➤ **Descongelamiento.**

El proceso de descongelación es el inverso al de congelación, pero existen diferencias importantes entre ambos. Para que una pieza se descongele, es preciso que el calor de fusión se transmita por conducción a través de una capa de producto descongelado, mientras que en la congelación se transmite a través de una capa de producto congelado. Se han construido equipos para la descongelación por corrientes forzadas de aire caliente, por inmersión en agua o por tratamiento de la superficie con vapor, a presión reducida (tratamiento en una cámara de vacío a 3 kN m⁻², con vapor saturado, que a esta presión tiene una temperatura de saturación de sólo 20°C) (Brennan & Burgos, 1998).

➤ **Reducción de tamaño**

Esta etapa tiene sus funciones u objetivos y son facilitar la extracción de un determinado constituyente deseado, presente en una estructura compleja, aumenta la superficie del sólido, lo que resulta favorable en muchos procesos de velocidad (Brennan & Burgos, 1998).

➤ **Escaldado**

El escaldado tiene como objeto inactivar las enzimas o destruir sus sustratos, como los peróxidos. El escaldado se lleva a cabo calentando el alimento rápidamente hasta una temperatura predeterminada, manteniéndolo a esta temperatura, durante un tiempo también predeterminado, y enfriándolo rápidamente luego, o pasándolo al siguiente proceso de elaboración sin pérdida de tiempo. Si el alimento se elabora sin escaldar puede transcurrir mucho tiempo antes de que se alcance la temperatura de inactivación de las enzimas. La presencia de actividad enzimática residual en los alimentos puede conducir a la aparición de olores, colores y sabores anómalos durante el procesado y el almacenamiento (Brennan & Burgos, 1998).

Para escaldar el material se considera uno de los métodos más utilizados y sencillos que es el escaldado por inmersión en agua caliente que consiste en suspender el alimento en agua, a la temperatura de escaldado (75-100°C), controlando el tiempo de residencia según el material a tratar (Brennan & Burgos, 1998).

➤ **Separación**

Operación que consiste en dividir una mezcla, en al menos 2 partes de composición distinta.

Métodos de obtención de manteca de cerdo.

La manteca es la grasa derretida de los tejidos grasos frescos, limpios y sanos del cerdo en buen estado de salud en el momento de la matanza. Dichos tejidos no deben incluir: huesos, grasa de la cabeza, orejas, uñas, órganos, cavidades con mucha sangre, fragmentos de grasa, escorias, sedimentos, y deben estar razonablemente libres de tejido muscular y sangre (Chávez, 2000).

La manteca puede obtenerse de cualquier zona, a lo largo de todo el cuerpo del cerdo, debido a que en todas estas se encuentra en altas concentraciones. Sin embargo, se ha observado que la grasa de mejor calidad es la conocida como grasa laminar, que se deposita alrededor de los riñones y la que recubre el lomo bajo la piel; luego le sigue la grasa del abdomen (Juárez, 2008).

➤ **Método de obtención seco**

Consiste en tratar el tejido graso o sebo en recipientes que se calientan entre 70 a 110 °C. La grasa de los tejidos funde y sube a la superficie del recipiente mientras que en el fondo quedan los “chicharrones” formados por los restos del tejido del que se ha extraído la grasa (Juárez, 2008).

Método de obtención húmedo

Se desarrolla a temperaturas menores a los 100 °C. En este caso, se mezcla el tejido graso con una cantidad equivalente de agua. La mezcla se calienta, con vapor de agua, en sistemas cerrados o abiertos (Juárez, 2008).

La manteca así obtenida, presenta en sus características físicas textura granulosa, consistencia blanda untuosa, sabor insípido, olor “sui generis”, temperatura de fusión de 26 a 31 °C.

➤ **Filtración**

Se define como la operación básica en la que el componente sólido insoluble de una suspensión sólido-líquido se separa del componente líquido, haciendo pasar a este último a través de una membrana porosa que retiene las partículas sólidas, en su superficie o en el interior de su estructura o en ambos a la vez. A la suspensión del sólido en el líquido se le conoce como papilla de alimentación; al líquido que pasa a través de la membrana se le denomina filtrado y a la membrana medio de filtración. Los sólidos separados se conocen como torta de filtración, una vez que han formado una capa detectable que cubra la cara superior del medio de filtración. Según Brennan y Burgos (1998), las aplicaciones de la filtración, en la industria alimentaria, se pueden dividir en tres categorías.

1era categoría; se incluyen todas aquellas en las que se separa de las papillas que contienen cantidades apreciables de sólidos insolubles, por un lado, los sólidos y, por otro, los líquidos que los componen; tanto el líquido como el sólido (o ambos) pueden ser valiosos; en estas operaciones, se forma una torta en la

cabecera del medio de filtración y al proceso se le conoce como filtración con torta (Brennan & Burgos, 1998).

2da categoría; se denomina clarificación, se retiran de un líquido valioso pequeñas cantidades de sólidos insolubles; el propósito, en general, es producir un líquido claro y los sólidos constituyen, casi siempre, contaminantes. En este tipo filtración, a veces, también se forma una torta por encima del medio de filtración, pero, si la cantidad de sólidos es muy pequeña, pueden quedar embebidos en la estructura de este (Brennan & Burgos, 1998).

3era categoría; denominada frecuentemente microfiltración, retira del líquido partículas muy finas, del orden de $1\ \mu\text{m}$ de diámetro, o menos, y en general tiene por objeto liberar de microorganismos los alimentos líquidos que los contienen (Brennan & Burgos, 1998).

➤ **Mezclado**

El mezclado consiste en la dispersión de unos componentes entre otros. Se presenta en innumerables casos en la industria alimentaria, en esta planta alimentaria la carga introducida en el mezclador está constituida por líquidos viscosos por lo que se trata de un flujo laminar. La mezcla laminar se suele dar cuando los líquidos ofrecen viscosidades superiores a $10\ \text{kg}\ m^{-1}s^{-1}$. Estos fluidos muy viscosos pueden ser, además, no Newtonianos. Como la resistencia al flujo es alta, las corrientes se amortiguan con rapidez, por lo que, para mezclar estos líquidos, se necesitan recipientes provistos de agitadores que barran una elevada proporción del volumen de estos (Brennan & Burgos, 1998).

➤ **Adición del antioxidante**

Los Tocoferoles de origen natural son obtenidos a partir de aceites vegetales mediante métodos físicos de extracción. Este extracto es rico en gamma- y delta-tocoferoles lo que lo hace altamente efectivo como antioxidante. Este producto es soluble en aceites vegetales, grasas y etanol, pero insoluble en agua. Su efectividad es máxima en grasas de origen animal, particularmente láctea. En la tabla 4 se muestran las especificaciones del antioxidante NATOX (tocoferoles). Debido a sus propiedades de solubilidad, His Nattox debe ser incorporado en la fase grasa del alimento. La dosis máxima es de $300\ \text{mg/kg}$ de grasa, este valor está referenciado por las normas internacionales de los alimentos (CODEX STAN 192-1995, 2007).

Tabla 4: Especificaciones del antioxidante, Natox (tocoferoles).

Parámetro	Especificación
Apariencia a 20°C	Líquido viscoso
color	Morrón rojizo claro
Sabor/olor	Suave característico
Densidad a 20grados C	0.925-0.980
Contenido de tocoferoles	>a 34%

Fuente: (ASEAL, s.f.).

➤ Llenado

Llenadoras para productos viscosos. El tipo más común de llenadoras para productos viscosos es la llenadora de pistón. Cuando el pistón se eleva (A), carga un cilindro dosificador, y cuando desciende (B), llena el recipiente, con el volumen apropiado de producto. Estas llenadoras pueden estar diseñadas para llenar de abajo a arriba, para evitar una aireación excesiva. Para reducir la cantidad de aire incorporado al producto, deben tomarse las medidas oportunas para que el producto descienda ocupando todo el recipiente, de lo contrario, será necesario aplicar vacío (Brennan & Burgos, 1998).

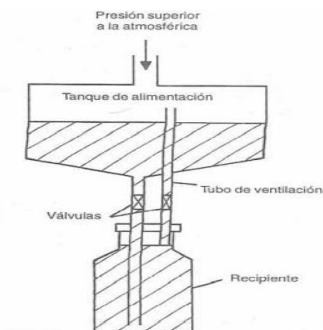


Figura 2: Funcionamiento de una llenadora a contrapresión directa.

➤ Empacado de alimentos

El envasado y empaquetado deben considerarse parte integral del procesado y conservación de los alimentos. Las funciones principales del envasado son; *proteger* al producto alimenticio de la contaminación evitando el daño o degradación, permitiendo así que se encuentre en buenas condiciones físicas, químicas y organolépticas por un tiempo determinado, *comunicar*, identificar el contenido tanto en cantidad, como en tipo e instruir al consumidor como debe

preparar el producto en caso de que su uso sea inmediato, *diferenciar*, identificando al fabricante, su marca y calidad (Brennan & Burgos, 1998).

➤ **Materiales y recipientes**

El vidrio es un material útil para el envasado de alimentos. Es inerte respecto a los alimentos, impermeable a los gases, a los vapores y a los aceites y transparente. La suave superficie interna de los recipientes de vidrio facilita su lavado y esterilización, permitiendo así su uso repetido. Por otro lado, el vidrio es pesado, se rompe por impacto mecánico y no puede tolerar cambios bruscos de temperatura. El vidrio roto en una zona dedicada a la manipulación de alimentos constituye un riesgo evidente. En la tabla 5 se muestra la composición típica del vidrio fabricado en la Gran Bretaña (Brennan & Burgos, 1998).

Tabla 5: Composición típica del vidrio fabricado en la Gran Bretaña.

	Porcentaje
Sílice (SiO ₂)	72,0
Calcio (CaO)	11,0
Sodio (Na ₂ O)	14,0
Aluminio (Al ₂ O ₃)	1,7
Potasio (K ₂ O)	0,3

Fuente: (Brennan et al.,1998).

Las películas flexibles son materiales no fibrosos que forman una lámina continua de menos de 0,25 mm de grosor. Son flexibles, generalmente transparentes, a menos que se pigmenten deliberadamente y, con la excepción de la celulosa regenerada, son, en cierto grado, termoplásticos. Esta última propiedad permite, en muchos, el termosellado. Son materiales constituidos por un polímero básico una mezcla de polímeros, a los que se añaden diversas sustancias para conferirles propiedades funcionales específicas para mejorar su aspecto o sus posibilidades de manipulación. Las películas flexibles se fabrican por uno de estos tres métodos generales; extrusión, laminado, moldeo (Brennan & Burgos, 1998).

Los laminados, como ejemplos de laminados y sus usos, pueden citarse los siguientes: papel pergamino vegetal-lámina de aluminio, para envolver la mantequilla; papel-cloruro de polivinilideno, para la margarina y la leche en polvo; celulosa regenerada (MXXT)-polietileno, para el envasado de queso y carnes curadas cocidas; poliéster-polietileno, para café; acetato de celulosa-lámina metálica-papel-lámina metálica-polietileno, para el envasado de sopas en polvo (Brennan & Burgos, 1998).

Recipientes rígidos y semirrígidos de plástico, los más usados al respecto son el polietileno de alta o baja densidad, el cloruro de polivinilo (PVC), el polipropileno, el poliéster (tereftalato de polietileno (PET)) y el poliestireno. También se usan, a este fin, plásticos acrílicos. Entre ellos, cabe citar el poliacrilonitrilo, un copolímero de acrilonitrilo y metilacrilato y un terpolímero, acrilonitrilo-butadieno-estireno

(ABS). Para la fabricación de tapas roscadas para cerrar los recipientes de plástico o de vidrio, se usa un plástico termoformado de urea-formaldehído (Brennan & Burgos, 1998).

Secado o deshidratación de los alimentos

Secado por aire caliente.

El alimento se pone en contacto con una corriente de aire caliente. El calor se aporta al producto principalmente por convección. Al secar un sólido húmedo con aire caliente, el aire aporta el calor sensible y el calor latente de vaporización del agua y actúa también como gas portador, para eliminar el vapor de agua que se forma en la vecindad de la superficie de evaporación (Brennan & Burgos, 1998).

En el secado con aire, la velocidad de extracción de agua depende de las características del aire y de las propiedades del alimento, así como el diseño del secador (Earle, 1998).

Secado por contacto con una superficie caliente.

Se puede eliminar el agua de un producto poniéndolo en contacto con una superficie caliente. En estos sistemas, el calor sensible y el calor latente de vaporización se aportan por conducción. Si el secado se realiza a presión atmosférica, durante la fase inicial la temperatura del producto supera los 100°C. Al objeto de lograr tiempos de secado razonables, y contenidos de agua bajos, la temperatura de la superficie caliente tiene que ser bastante superior a 100°C, por lo que la temperatura del producto se eleva excesivamente hacia el final del secado, lo que puede perjudicar a la calidad de los alimentos termosensibles. Para reducir este riesgo, es frecuente efectuar el secado por contacto a presión reducida, para que puedan emplearse temperaturas más bajas en la superficie y en el producto (Brennan & Burgos, 1998).

➤ **Freído**

Esta etapa consiste en sumergir por un tiempo determinado un alimento en aceite o grasa a alta temperatura. Las características principales del freído son; el alimento es cocinado por el calor directamente transferido por el aceite o grasa en el cual se encuentra inmerso; el agua contenida en el alimento hierve a 100 °C puesto que la temperatura de fritura es siempre superior a 100 °C el alimento se deshidrata; en el aceite la fritura debe mantenerse a una temperatura máxima de 180 °C (Medina, 2010).

3.2.4. Balance de materia y energía

Las cantidades de materiales, como las que intervienen en las operaciones de procesamiento de alimentos, se pueden describir por medio de balances de materia. Estos balances ponen de manifiesto la conservación de la masa. De la misma forma, la cantidad de energía puede describirse por medio de balances de energía, que ponen de manifiesto la conservación de la energía. Cuando no existe acumulación, todo lo que entra en un proceso debe salir. Esto se cumple tanto en los procesos discontinuos como en los discontinuos para cualquier intervalo de tiempo elegido (Earle, 1998).

Los balances de materia son fundamentales en el control de los procesos, particularmente en el control del rendimiento de los productos. Los primeros balances de materia se realizan en las etapas de prueba de un nuevo proceso, se mejoran en los experimentos en la planta piloto, durante los cuales el proceso es planeado y analizado, se comprueban cuando la planta entra en servicio y se afinan y mantienen como instrumentos de control según continua la producción. Cuando tiene lugar cualquier cambio en el proceso, hay que volver a determinar los balances de materia (Earle, 1998).

Principios básicos

Si la operación es básica, cualquiera que sea su naturaleza, se puede representar en un diagrama como un bloque. La masa y la energía que entran en el bloque tienen que ser iguales a la masa y a la energía que salen de él. La ley de conservación de la masa conduce a lo que se denomina balance de materia (Earle, 1998).

Masa que entra = masa que sale + masa acumulada

Materias primas= producto + producto desechado + material acumulado.

$$\sum m_R = \sum m_P + \sum m_W + \sum m_S \quad (3.1)$$

Donde $\sum$ (*sigma*) es la suma extendida a todos los términos.

$$\sum m_R = m_{R1} + m_{R2} + m_{R3} = \text{materias primas totales} \quad (3.2)$$

$$\sum m_P = m_{P1} + m_{P2} + m_{P3} = \text{productos totales} \quad (3.3)$$

$$\sum m_W = m_{W1} + m_{W2} + m_{W3} = \text{producto totales desechados} \quad (3.4)$$

$$\sum m_S = m_{S1} + m_{S2} + m_{S3} = \text{productos totales acumulados} \quad (3.5)$$

Si no hay cambios químicos en la planta, la ley de conservación de la masa puede aplicarse también a cada componente individual, por tanto:

m_A de los materiales que entran = m_A de los materiales que salen + m_A de los productos acumulados. (Earle, 1998)

Si hay pérdidas en el proceso, el balance sería:

Materia prima = productos + productos desechados + productos acumulados + pérdidas.

El término pérdidas se refiere a las materias no identificadas. De la misma forma que se conserva la masa, también se conserva la energía en las operaciones de procesamiento de alimentos. La energía que entra en una operación básica debe ser igual a la que sale de ella más la acumulada (Earle, 1998).

Energía que entra= energía que sale + energía acumulada.

$$\sum E_R = \sum E_P + \sum E_W + \sum E_L + \sum E_S \quad (3.6)$$

Donde:

$$\sum E_R = E_{R1} + E_{R2} + E_{R3} = \text{energía total que entra.} \quad (3.7)$$

$$\sum E_P = E_{P1} + E_{P2} + E_{P3} = \text{energía total que sale con los productos} \quad (3.8)$$

$$\sum E_W = E_{W1} + E_{W2} + E_{W3} = \text{energía que sale con los productos desechados} \quad (3.9)$$

$$\sum E_L = E_{L1} + E_{L2} + E_{L3} = \text{energía total perdida en el entorno} \quad (3.10)$$

$$\sum E_S = E_{S1} + E_{S2} + E_{S3} = \text{energía total almacenada} \quad (3.11)$$

3.2.5. Diagrama de Flujo del Proceso productivo

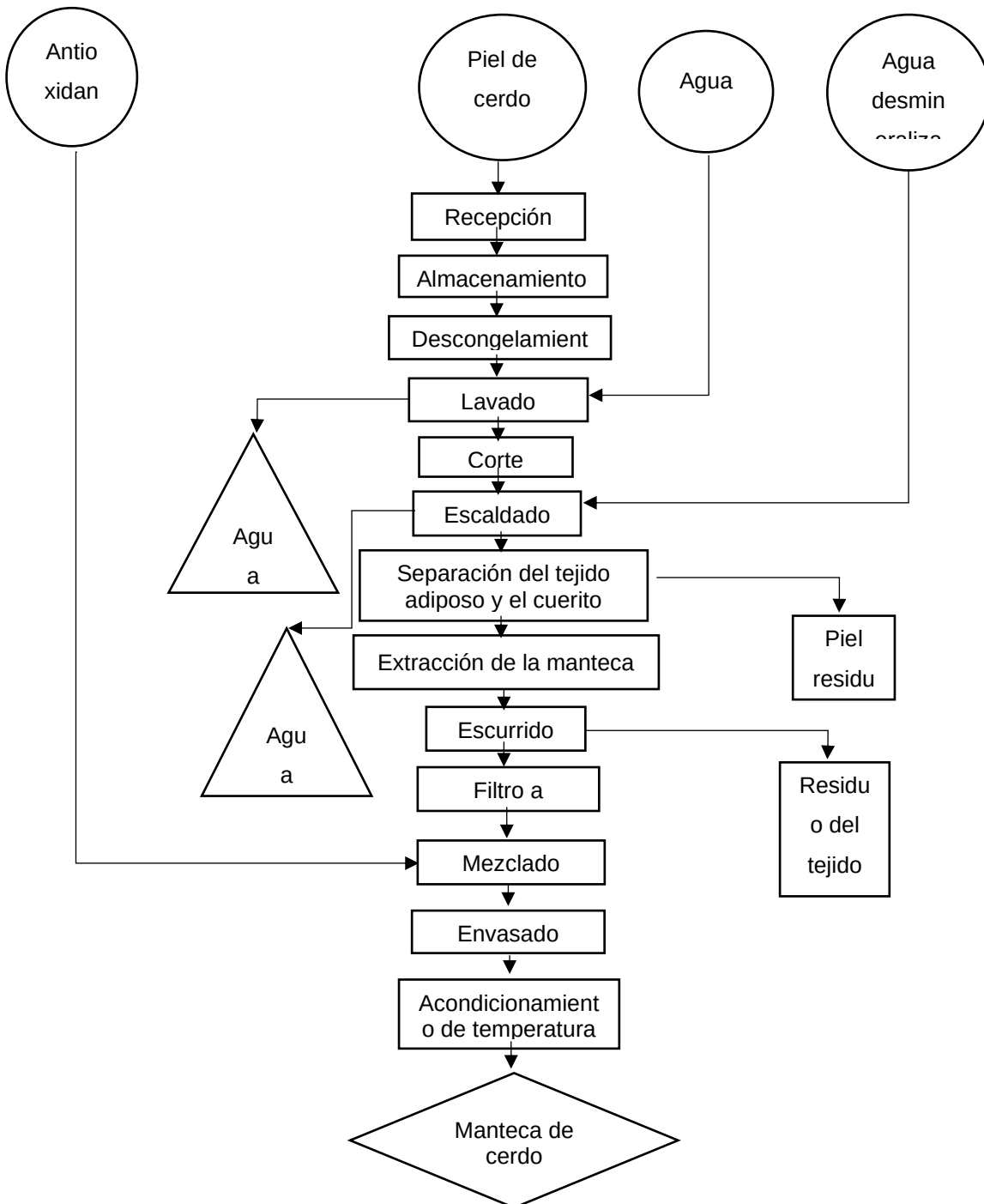
Los procesos alimentarios suelen esquematizarse mediante los denominados diagramas de flujo. Estos son esquemas de todo el proceso que indican las diferentes etapas de fabricación, así como el flujo de materias o energía involucradas en dicho proceso. Existen distintos tipos de diagramas de flujo, siendo el más utilizado el de bloques o rectángulos. En ellos cada etapa del proceso se representa por un rectángulo o bloque, que tiene entradas y salidas para indicar el sentido del flujo de materiales. Sobre el rectángulo se suele escribir la etapa que representa (Ibarz & Ribas, 2005).

El flujograma de proceso es una lámina representativa que describe el proceso productivo desde la entrada de la materia prima, hasta la salida como producto terminado y expresa de forma consolidada las transformaciones que el material sufre a través de las subsecuentes etapas de proceso. Existen dos maneras de abordar el flujograma de proceso; a partir de la descripción del proceso con todos sus parámetros técnicos se elabora un diagrama de flujo en proceso, auxiliado por la simbología codificada al inicio del capítulo, a partir de un Flujograma elaborado se procede a describir lo que está sucediendo en el proceso expresándolo en un texto consolidado (Química, 2010).

Se habla del corazón del proceso tecnológico de todos aquellos equipos y aparatos accesorios fundamentales para obtener el producto final, sin los cuales no sería posible conseguirlo. A manera de guía se recomienda realizar algunas preguntas para determinar el corazón del proceso; que se quiere obtener como producto final y que operación o equipo es indispensable para obtener el material o sustancia que le da la razón de ser al producto final (Química, 2010).

El diagrama de la figura 5.4 está basado en una revisión e investigación exhaustiva de la bibliografía, en consultas con productores artesanales y en la obtención de manteca de cerdo por método casero que deriva de un estudio monográfico, Procesamiento de cuerito de cerdo por expandido (Chávez, 2000).

Diagrama de flujo del proceso productivo de manteca de cerdo.



Fuente: (Chávez, 2000) y (Juárez, 2008).

3.2.6 Requerimientos Tecnológicos

La tecnología en el proceso productivo se clasifica de acuerdo a la progresión histórica en manual, mecanizada y automatizada; en donde el papel de la mano de obra y sus costos son altos en las tecnologías manuales, intermedias en las mecanizadas y disminuyen casi hasta cero en las tecnologías automatizadas; las tres son importantes en la actualidad dependiendo del volumen del producto, la estabilidad del diseño del producto y los requisitos competitivos (Medina et al., 2002).

Requerimiento de equipos industriales

Para el diseño y construcción de equipos industriales, existen dos caminos posibles, que pasan por la construcción de modelos. Estos modelos pueden ser matemáticos o empíricos. Al equipo industrial se le denomina prototipo (Ibarz & Ribas, 2005).

Modelos matemáticos; a partir de aspectos teóricos es posible, a veces, diseñar y construir directamente un prototipo, aplicable a escala industrial. En la práctica esto se presenta en contadas ocasiones (Ibarz & Ribas, 2005).

Modelos empíricos; en estos casos se necesita de experimentación en modelos reducidos o maquetas, siguiendo las directrices dadas por el análisis dimensional.

A partir de los valores encontrados en el modelo, se calculan los valores del prototipo. Para pasar del modelo al prototipo se deben cumplir una serie de criterios de semejanza (Ibarz & Ribas, 2005).

De modo general, el criterio de semejanza puede expresarse según la ecuación lineal:

$$m' = km \quad (3.12)$$

En la que m y m' son las medidas de una misma magnitud en el modelo y en el prototipo, respectivamente. La constante de proporcionalidad k recibe el nombre de factor de escala (Ibarz & Ribas, 2005).

IV. ECUACIONES DE DISEÑO

4.1 Dimensionamiento de equipos

Para la ejecución del diseño de los equipos, en referencia a las dimensiones que estos deberán tener, se deberá considerar la existencia de la infraestructura que posee la empresa, como una limitante para establecer la capacidad máxima de producción. Actualmente Merol S.A cuenta con su diseño estructural y la ejecución de este, el tamaño global de su estructura es de 10.55 m de largo por 9.5 m de ancho aproximadamente. En la tabla 6 se especifica el área total disponible por espacio en el interior de la infraestructura. Fuera del diseño de los equipos se deberá brindar recomendaciones, para realizar cambios físicos dentro de la planta que se ajusten al Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06.

Tabla 6: Área total disponible por espacio dentro de la infraestructura.

Espacio		Área total
Recepción de materia prima		2.81 m * 2.53 m
1 etapa del proceso		6.98 m * 3.5 m
2da etapa del proceso		2.81 m * 3,69 m
Llenado y sellado		6.92 m * 2.73 m
Vestidor y espacio de lavado de los trabajadores		7.56 m *1.55 m

Fuente: Elaboración propia

4.2 Sistema de tuberías y cálculo de bombas.

Para llevar a cabo el diseño de las tuberías que comprenden las distintas áreas de un proceso se dividen en tramos, cada una de los cuales estará formado por la porción de línea comprendida entre dos equipos consecutivos. De esta forma los diferentes aspectos a calcular se evaluarán independiente para cada uno de estos tramos. La definición y descripción de los diferentes tramos de tubería se realizará sobre el correspondiente diagrama de flujo, usándose para designar cada uno de ellos los nombres de los equipos que constituyen su principio y su final (Diseño de tuberías, 2008).

4.2.1 Tuberías

En el estudio de la circulación de fluidos por tuberías pueden presentarse diferentes problemas a resolver. De entre éstos, los más frecuentes son el cálculo de las pérdidas de energía mecánica o pérdida de presión en la tubería, el cálculo del flujo másico o de la velocidad de circulación, el cálculo del diámetro de la tubería y de redes de tuberías (Ibarz & Ribas, 2005).

Cálculo de velocidad y flujo de circulación en tubería

Para simplificar el cálculo de la velocidad y flujo de circulación en tubería se trabaja con los valores de la tabla 7 velocidades recomendadas para fluidos en tuberías.

Tabla 7: Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías.

Fluido	Tipo de flujo	Tipo de flujo	
		Ft/s	m/s
Líquidos pocos viscosos	Flujo por gravedad	0.5-1	0.15-0.30
	Entrada de la bomba	1-3	0.3-0.9
	Salida de la bomba	4-10	1.2-3
	Línea de conducción	4-8	1.2-2.4
Líquidos viscosos	Entrada de la bomba	0.2-0.5	0.06-0.15
	Salida de la bomba	0.5-2	0.15-0.6
Vapor de agua		30-50	9-15
Aire o gas		30-100	9-30

Fuente: (Diseño de tuberías, 2008)

Diámetro mínimo de la tubería

Para el diámetro mínimo que debe poseer una tubería de longitud L, por la que circula un fluido de características conocidas con un caudal volumétrico “Q”, se utilizan valores de la tabla 8 dimensiones de tubería de acero normalizadas.

Tabla 8: Dimensiones de tubería de acero normalizadas.

Numero de catalogo	Diámetro nominal (in)	Diámetro exterior (cm)	Diámetro interior (cm)	Espesor de pared (cm)
40	½	2.134	1.580	0.277
80	½	2.134	1.387	0.373
40	¾	2.667	2.093	0.287
80	¾	2.667	1.885	0.391

Fuente: (Ibarz & Ribas, 2005).

Pérdidas de energía mecánica

Factores de fricción

Las pérdidas de energía mecánica ($\hat{E}_f$) que se producen en el transporte de fluidos a través de una tubería debidas al rozamiento entre el fluido y la pared de las tuberías pueden ser evaluadas a partir de las propiedades del fluido y de las características particulares de la tubería, involucrando el denominado factor de fricción (Ibarz & Ribas, 2005).

Para el cálculo de la pérdida de energía mecánica o rozamiento se puede utilizar la ecuación:

$$\hat{E}_f = 4f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2} \quad (4.1)$$

Cálculos de factores de fricción:

Dependiendo del tipo de fluido alimentario y del régimen de flujo, existen diferentes tipos de ecuaciones que permiten calcular el valor del factor de fricción (Ibarz & Ribas, 2005).

Para el caso de fluidos newtonianos en flujo en régimen laminar se utiliza la ecuación:

$$f = \frac{64}{Re} \quad (4.2)$$

Las ecuaciones están condicionadas al tipo de fluido que se está transportando. Para valores del módulo de Reynolds comprendidos entre $2,5 \cdot 10^3$ y 10^5 y tubos lisos Blasius propone la ecuación 4.3 para régimen turbulento (Levenspiel, 1998):

$$4f = \frac{0.316}{(Re)^{1/4}} \quad (4.3)$$

Para el cálculo de las pérdidas de energía mecánica se hace necesario caracterizar el tipo de flujo que se da en la conducción, para lo que es preciso conocer el número de Reynolds, el cual se calcula con la ecuación 4.4.

$$Re = \frac{d \cdot v \cdot \rho}{\mu} \quad (4.4)$$

Pérdidas menores de energía mecánica

Los accesorios provocan pérdidas de energía mecánica adicionales, las cuales se conocen como pérdidas menores. Estas pérdidas son debidas a ensanchamientos y estrechamientos en la tubería, presencia de válvulas, aparatos de medición, así como a cambios en la dirección y/o diversificación del flujo del fluido, debidos generalmente a codos, tes, yes y cruces (Ibarz & Ribas, 2005).

Existen dos modos de calcular estas pérdidas menores, uno de ellos está basado en la longitud equivalente del accesorio, mientras que el otro utiliza los factores adimensionales de resistencia. La longitud equivalente se refiere a la longitud de un tramo recto de tubería que provocaría la misma pérdida de energía mecánica correspondiente al accesorio colocado como parte de la tubería.

$$\hat{E}_f = \frac{L_c}{d} \frac{v^2}{2} \quad (4.5)$$

Para factores de resistencia las pérdidas de energía mecánica debidas a cada accesorio se calculan por medio de la siguiente expresión:

$$\hat{E}_f = k \frac{v^2}{2} \quad (4.6)$$

4.2.2 Bombas

Para que los líquidos puedan circular a través de las tuberías, en la mayoría de los sistemas es necesario comunicarles energía mecánica mediante dispositivos mecánicos conocidos como bombas (Ibarz & Ribas, 2005).

Cálculo del caudal volumétrico

$$q=v \cdot A= v \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad (4.7)$$

Donde A es el área transversal, valor que se obtiene con la ecuación

$$A=\frac{\pi(D)^2}{4} \quad (4.8)$$

Características de una bomba

Carga de aspiración; se identifica a la suma de las cargas estática, cinética y de presión en el punto de succión de la bomba y por tratarse de una carga está expresada en metros de líquido. Esto es:

$$H_a = z_a + \frac{1}{g} \left(\frac{p_a}{\rho} + \frac{v_a^2}{2\alpha} \right) \quad (4.9)$$

Como en los sistemas reales es difícil conocer las condiciones a la entrada de la bomba, para evaluar H_a se puede efectuar un balance de energía mecánica entre los puntos 1 y a, lo que se calcula con la ecuación 4.10:

$$(z_a - z_1) + \left(\frac{v_a^2}{2\alpha g} - \frac{v_1^2}{2\alpha g} \right) + \frac{p_a - p_1}{\rho g} + \frac{\hat{E}_{f1}}{g} = 0 \quad (4.10)$$

Es decir, la carga de aspiración queda expresada con la ecuación 4.11:

$$H_a = z_a + \left(\frac{p_a}{\rho g} + \frac{v_a^2}{2\alpha g} \right) = z_1 + \left(\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2\alpha g} \right) - \frac{\hat{E}_{f1}}{g} \quad (4.11)$$

El valor de la carga de aspiración disminuye al aumentar el caudal de circulación del líquido, ya que aumentan las pérdidas por fricción (Ibarz & Ribas, 2005).

La carga de impulsión, que se calcula con la ecuación 4.12 es la suma de las cargas estática, cinética y de presión en el punto de descarga de la bomba. Representa la energía disponible, expresada en metros de líquido, que posee el fluido a la salida de la bomba para que circule hasta el punto final del sistema (Ibarz & Ribas, 2005).

$$H_i = z_i + \frac{1}{g} \left(\frac{p_i}{\rho} + \frac{v_i^2}{2\alpha} \right) \quad (4.12)$$

Al realizar un balance de energía mecánica entre los puntos de impulsión y el final, se obtiene la ecuación 4.13.

$$(z_2 - z_i) + \left(\frac{v_2^2}{2\alpha g} - \frac{v_i^2}{2\alpha g} \right) + \frac{p_2 - p_i}{\rho g} + \frac{\hat{E}_{f2}}{g} = 0 \quad (4.13)$$

Es decir, las condiciones del punto final y las pérdidas de carga por fricción entre los puntos de impulsión y el final se calculan con la ecuación 4.14:

$$H_i = z_i + \left(\frac{p_i}{\rho g} + \frac{v_i^2}{2\alpha g} \right) = z_2 + \left(\frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2\alpha g} \right) + \frac{\hat{E}_{f2}}{g} \quad (4.14)$$

La carga de impulsión aumenta a medida que aumenta el caudal de líquido, ya que ello implica un aumento de las pérdidas por fricción (Ibarz & Ribas, 2005). La carga total que puede desarrollar la bomba se define como la diferencia entre las cargas de impulsión y de aspiración (ecuación 4.15):

$$H = H_i - H_a \quad (4.15)$$

Teniendo presente las ecuaciones obtenidas anteriormente, la carga total se expresa según la ecuación 4.16 en función de los puntos 1 y 2:

$$H = (z_2 - z_1) + \left(\frac{v_2^2}{2\alpha g} - \frac{v_1^2}{2\alpha g} \right) + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{\hat{E}_{f2} + \hat{E}_{f1}}{g} \quad (4.16)$$

En la que $\hat{E}_{f2} + \hat{E}_{f1} = \hat{E}_f$ son las pérdidas totales de energía mecánica. Como es lógico, esta ecuación corresponde al balance total de energía mecánica a través de todo el sistema de transporte entre los puntos 1 y 2

Tipos de bombas

Bombas desplazamiento positivo; en éstas, el líquido es aspirado por el émbolo a través de una válvula de retención, para luego ser expulsado por una válvula de descarga. En este tipo de bombas el caudal de descarga no es continuo con el tiempo, y por ello, muchas veces se utilizan las de doble efecto (Ibarz & Ribas, 2005).

Bombas rotatorias; no necesitan válvulas de retención para la carga y descarga del líquido, de modo que las partes giratorias de la misma lo hacen confinadas en una carcasa, creando un espacio de volumen vacío, que hace que el líquido penetre. Las bombas rotatorias son frecuentemente utilizadas para el transporte de polvos alimenticios, tales como leche deshidratada y café soluble (Ibarz & Ribas, 2005).

Bombas centrífugas; son las más utilizadas para el transporte de fluidos alimenticios, están formadas por una serie de paletas que giran alrededor de un eje en el interior de una carcasa. El líquido entra por el centro y debido al giro de las paletas, se le confiere una fuerza centrífuga, logrando de esta manera el desplazamiento del fluido (Ibarz & Ribas, 2005).

V. Metodología

5.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación realizada según su propósito es aplicada tecnológica, en ella se abordó un problema específico y a partir de la teoría se generó conocimiento práctico. De acuerdo con el nivel de profundidad es una investigación descriptiva, en ella se describió la realidad de uno de los procesos de la industria alimentaria que hasta el momento de realizar este estudio sigue basándose en el empirismo. Según el tipo de datos empleados la investigación realizada en este estudio es cuantitativa, se fundamenta en balances de materia y energía. Además de lo descrito es una investigación cuasi experimental pues en ella se manipularon algunas variables.

5.1.1 Diseño de productos y procesos

El diseño de producto descrito en este documento abarco desde la recepción de la materia prima hasta el almacenamiento del producto final, como aporte u aprovechamiento máximo del proceso, se utilizaron las mermas, con el objetivo de darle un valor agregado y crear subproductos aptos para el consumo humano.

5.1.2 Clasificación y almacenamiento

A partir de piel de cerdo facilitada por el matadero el Cacique se realizaron las extracciones de la manteca de cerdo, las características requeridas para la materia prima son: material proveniente de la espalda y vientre del animal. Se verificó que el material se encontrara en buenas condiciones, para ello se tomó como referente las características planteadas en la tabla 9.

Tabla 9: Especificaciones para la recepción de la materia prima.

Propiedad física del material	Condición de la piel de cerdo
color	Rosado pálido
olor	Suave característico
Temperatura	0 ° Celsius

Fuente: Elaboración propia.

Como insumo para realizar los balances en el diseño del proceso se pesaron las muestras con ayuda de una balanza de plataforma KERN DS 65K0.5 con precisión de 0.1 gramos. Se lavaron las muestras con abundante agua con el propósito de eliminar contaminantes. El material se dividió en lotes de 3 kg cada uno para facilitar su manipulación en el proceso. El material se almacenó en refrigeración a una temperatura de -15 °C con el fin de preservarlo mientras no se procesaba.

5.1.3 Primera reducción de tamaño

Para la reducción de tamaño, a partir de un lote de 3 kg de piel de cerdo previamente descongelado se acondicionaron las piezas de material para la extracción. Se utilizaron mesas, tablas, cuchillos, reglas y recipientes. Se

realizaron reducciones de tamaño con distintas dimensiones, con la finalidad de determinar el tamaño adecuado para la etapa de escaldado, en la tabla 10 se detallan las dimensiones de las piezas propuestas en la literatura.

Tabla 10: Primera reducción de tamaño.

N°	Dimensiones largo por ancho (cm)
1	20cm * 10cm
2	12cm * 7cm
3	5cm * 2.5cm

Fuente: Elaboración propia.

Para la reducción de tamaño se consideró los factores siguientes; la transferencia de calor en el material durante el escaldado (etapa siguiente) y la facilidad de separación del tejido adiposo y la epidermis superficial después del escaldado, esto es importante en función del aprovechamiento del contenido graso.

5.1.4 Escaldado

Para el escaldado se utilizó agua purificada, un recipiente de aluminio con una capacidad de 5 litros aproximadamente, un termómetro digital Foodcare HI 935007 K-thermocouple, colador metálico de malla gruesa, espátulas de madera, una cocina industrial y un tanque de gas de 25 libras. El agua se calentó hasta alcanzar una temperatura de 90 °C para luego sumergir el material de tamaño especificado en la tabla 5.2 en el agua caliente por un tiempo de 2 y 3 minutos.

5.1.5 Separación de la epidermis superficial y el tejido adiposo.

Una vez escaldado todo el material se colocó en recipientes limpios y se llevó al área de separación, en la cual se contó con mesas, tablas de cortar, cuchillos, reglas de medición y recipientes. Se procedió a dividir la piel del cerdo en epidermis superficial (cuerito) y tejido adiposo. Es importante mencionar que una vez escaldado el material se tuvo cuidado con la contaminación cruzada. Una vez terminada la separación se controló el peso y se anotó el dato, de esta manera conocemos cuanta manteca se puede obtener de 3 kg de piel de cerdo.

5.1.6 Segunda reducción de tamaño

La epidermis superficial pigmentada y el tejido adiposo se sometieron a una segunda reducción de tamaño para facilitar tanto la extracción de la manteca como el secado y la fritura de la epidermis superficial, cuerito, para la obtención de la botana. En la tabla 11 se especifican las dimensiones o cortes efectuados en el tejido adiposo y la epidermis.

Tabla 11: Segunda Reducción de tamaño.

	Tejido adiposo Corte (L*A*H)	Epidermis superficial Corte (L*A*H)
1	5cm * 4cm * 0.5cm	9cm * 2.5cm * 0.5cm
2	3cm * 1.5cm * 0.5cm	7cm * 3cm * 0.5cm

Fuente: Elaboración propia.

5.1.7 Método de extracción de la manteca de cerdo

Para esta etapa se consideró el método de extracción seco en la cual se sometió el tejido adiposo a 90 °C en ausencia de agua. Se utilizó un recipiente de aluminio, espátulas de madera, cocina industrial, gas, termómetro digital Foodcare HI 935007 K-thermocouple.

Para la extracción de la manteca se monitoreó y controló las variables; temperatura, tiempo de residencia del tejido graso y color de los residuos del tejido graso.

No se consideró el método húmedo porque antes de empezar la etapa experimental se reconsideró que no es una variable que afecte el producto final en lo que se refiere a su calidad, dicha calidad está determinada por la norma técnica obligatoria nicaragüense 03 075-07, esta información fue tomada del marco de referencia 3.1.2 productos derivados de la piel de cerdo.

5.1.8 Ecurrido

Una vez obtenida la manteca se escurrió, el escurrido consistió en una serie de filtrados en la que se utilizaron coladores metálicos de malla gruesa y coladores plásticos de malla fina. Se utilizaron recipientes limpios y secos para recolectar el residuo sólido y el líquido.

5.1.9 Filtración

Posterior al escurrido se utilizó un sistema de filtrado para sólidos suspendidos; para lo cual se utilizaron filtros cualitativos Whatman grado 41 de 11cm de diámetro con retención de partículas de 20-25 μ m, velocidad de filtración (Herzberg) de 54 s, grosor de 0,22 mm y cenizas: 0,010% también se utilizó un Erlenmeyer de 250 ml, recipiente filtrante y una bomba de vacío.

5.1.10 Mezclado

En la etapa de mezclado se le agregó a la manteca filtrada un antioxidante que consiste en una mezcla de tocoferoles naturales (E306), la cantidad agregada de acuerdo a lo establecido por el reglamento técnico centroamericano (NTON 03 076-08, 2005)..

A partir del producto obtenido se calculó el rendimiento de manteca a escala de laboratorio. Para ello se realizó un balance de materiales con la ecuación (3.1)

5.1.11 Empacado

El producto terminado se almacenó para posterior análisis en envases de vidrio registrando la fecha de elaboración en cada envase. Respecto a las condiciones de almacenamiento del producto terminado el producto se enfrió a temperatura

entre 0 °C y 5 °C y se verificó las características físicas presentadas en la tabla 12.

Tabla 12: Características organolépticas de la manteca de cerdo.

Características físicas	Manteca de cerdo
consistencia	pastosa
color	Blanco hueso
olor	Suave agradable, característico

Fuente: (CODEX STAN 192-1995, 2007) y (NTON 03 075-07, 2007)

5.1.12 Aprovechamiento de la epidermis superficial para la elaboración de un subproducto consumible como valor agregado.

De la epidermis superficial, cuerito, se diseñó y elaboró una botana como subproducto, chicharrón de viento. Para ello se realizaron pruebas partiendo de las técnicas tradicionales e información tomada de la literatura.

Paso 1. Se tomó la epidermis superficial y se colocó en bandejas de aluminio para introducirlo en un horno convectivo a temperaturas por encima de los 50 °C.

Paso 2. Una vez deshidratada, se sumergirá en manteca dentro de un recipiente de aluminio a temperatura de 170°C por 3 minutos. Las variables que se consideraron fueron; color, textura, y reventado (crocantes).

Paso 3. Se procedió luego al escurrido del chicharrón utilizando coladores metálicos de malla gruesa con la finalidad de retirar el excedente de manteca. Se enfrió y se condimentó con sal.

5.2. Ecuaciones de diseño

5.2.1 Dimensionamiento de equipos

Para el dimensionamiento de equipos se consideró lo descrito en la tabla 6 (Área total disponible por espacio dentro de la infraestructura), y el criterio de semejanza según la ecuación 3.12 basado en los resultados de la etapa experimental.

5.2.2 Sistema de tuberías y cálculo de bombas.

Para el cálculo de las bombas que se lleguen a necesitar para impulsar la manteca de cerdo líquida a través de tuberías grado sanitario se calculará en base a los criterios implementados para líquidos viscosos.

Cálculo de la velocidad y flujo de circulación en tubería

El cálculo del caudal que tendrá la bomba se calculó con la ecuación (4.7). Para este cálculo se utilizaron las velocidades recomendadas para líquidos viscosos el cual para la entrada de la bomba las velocidades oscilan entre 0.06 m/s – 0.15 m/s y para la salida de la bomba 0.15 m/s – 0.6 m/s. ver tabla 4.2: Velocidades recomendadas para flujos en tubería. (Diseño de tuberías, 2008).

Para el cálculo del área transversal se utilizará la ecuación (4.8).

Diámetro mínimo de tubería

Este valor se tomó de los catálogos de tubería sanitaria de acero inoxidable disponibles en el mercado nicaragüense con referencia bibliográfica de Ibarz y Barbosa, Operaciones unitarias en la ingeniería de los alimentos. Ver tabla 8 Dimensiones de tubería de acero normalizadas.

Pérdidas de energía mecánica

Cálculos de factores de fricción

Dependiendo del tipo de fluido alimentario y del régimen de flujo, existen diferentes tipos de ecuaciones y diagramas que permiten calcular el valor del factor de fricción, como se trabajó con un fluido newtoniano en régimen laminar se utilizó la ecuación (4.2), donde el cálculo de Re (Reynolds) fue tomado de la ecuación (4.4)

Pérdida de energía mecánica

El cálculo del factor o coeficiente de fricción se calculó para la entrada y salida de la bomba. Una vez teniendo el factor de fricción, para el cálculo de la pérdida de Energía mecánica o rozamiento se utilizó la ecuación (4.1)

Características de una bomba

Para calcular la carga total necesaria para impulsar el fluido se utilizó la ecuación (4.15), partiendo de las ecuaciones (4.11) y (4.14) carga de aspiración e impulsión de una bomba.

Para el cálculo de las pérdidas menores para codos y válvulas, se utilizó la ecuación (4.5) basada en la longitud equivalente de cada accesorio.

Una vez calculados todos los valores de las variables y parámetros de diseños y habiendo calculado la carga total necesaria para impulsar el fluido con la bomba, se realizó una verificación del cálculo con la ecuación (4.16)

VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de la metodología y los criterios técnicos más importante para la selección de equipos a escala industrial con una base de cálculo de 100 kg.

6.1. Diseño de productos y procesos

Según la metodología empleada, el diseño de producto se enfocó en las condiciones operativas del proceso. Se trabajaron 8 experimentos, su número fue determinado por la cantidad de materia prima que la empresa Alimentos Merol proporcionó, cada experimento cumplió con el flujo de proceso dispuesto desde la recepción hasta el envasado y los resultados fueron comparados con las características descritas en la norma técnica obligatoria nicaragüense NTON 03 075-07. Las variables consideradas fueron: tamaño de la pieza antes y después del escaldado y tiempo de residencia en el escaldado.

6.1.1 Clasificación y almacenamiento.

Alimentos Merol proporcionó 24 kg de materia prima, los cuales se dividieron en 8 lotes de 3 kg cada uno, el proveedor de este material fue el matadero el Cacique, los cuales cuentan con su licencia sanitaria. Ver en anexo figura 18 licencia sanitaria de matadero el Cacique S.A

Una vez dividido en lotes, estos se congelaron a fin de almacenarse mientras se trabajó cada uno, la durabilidad de cada experimento fue de 8:00 am hasta 8:00 pm en ella se incluye la limpieza de los equipos y utensilios, antes, durante y al finalizar cada experimento. Al conservarse por método de congelamiento este no presentó variabilidad en las características organolépticas, presentando las siguientes características; color rosado pálido, olor característico de la piel del cerdo y temperatura de 0°celsius. Ver figura 3 materia prima recepcionada.



Figura 3: Materia prima recepcionada

Primera reducción de tamaño

El propósito principal de esta primera reducción de tamaño fue que la pieza obtuviera una buena distribución de calor durante el escaldo, beneficiando el proceso de la pieza durante su proceso sin sufrir daños o degradación de la pieza.

A continuación, se muestra el corte de la pieza por experimento.

Tabla 13: Corte de la pieza por experimento.

Experimento	Corte de la pieza	Tiempo de corte
1	12 cm x 7 cm	30 min
2	5 cm x 2.5 cm	90 min
3	20 cm x 10 cm	20 min
4	20 cm x 10 cm	20 min
5	12 cm x 7 cm	30 min
6	12 cm x 7 cm	30 min
7	12 cm x 7 cm	30 min
8	12 cm x 7 cm	30 min

Fuente: Elaboración propia.

Ya que las variables respuestas de la primera reducción de tamaño están determinadas por el resultado en la etapa de escaldado en lo que se refiere a color y textura de la pieza, solo se exponen los tiempos de trabajo que le tomó a cada experimento según el tamaño de la pieza. Es importante aclarar que el tiempo que tomó la primera reducción de tamaño es irrelevante al priorizar la calidad de la pieza con un buen escaldado.

Escaldado

El escaldado tiene como objetivo inactivar las enzimas o destruir sustratos como los peróxidos, esto con el fin de evitar que durante el procesado de la pieza esta presente olores, colores y sabores anómalos. Ya que el objetivo de esta etapa es conservar en buen estado la pieza a procesar, se tomó como referencia la uniformidad en el color después del escaldado y la textura de la pieza. Ver tabla 14 variable respuesta en el escaldado.

Tabla 14: Variable respuesta en el escaldado.

Experimento	Corte de la pieza	Tiempo de escaldado	Color	textura
1	12 cm x 7 cm	2 minutos	Uniforme claro	Poco blanda
2	5 cm x 2.5 cm	3 minutos	Uniforme oscuro	Muy blanda
3	20 cm x 10 cm	3 minutos	Irregular	Blanda
4	20 cm x 10 cm	2 minutos	Irregular	Blanda
5	12 cm x 7 cm	3 minutos	Uniforme oscuro	Poco blanda
6	12 cm x 7 cm	2 minutos	Uniforme claro	Poco blanda
7	12 cm x 7 cm	2 minutos	Uniforme claro	Poco blanda
8	12 cm x 7 cm	2 minutos	Uniforme claro	Poco blanda

Fuente: Elaboración propia.

El experimento #1 presentó una tonalidad uniforme clara y una textura manejable

El experimento #2 presentó una tonalidad uniforme oscura y una textura que dificultó el manejo de la pieza en la etapa de separación de la epidermis y del tejido adiposo, pues al ser su tamaño de 5 cm x 2.5 cm liberó grasa durante el escaldado.

El experimento #3 y #4 presentó una tonalidad irregular, es decir las partes externas de la pieza tenían una tonalidad oscura y el centro de la pieza una tonalidad clara, al manejarse la pieza en la etapa de separación se tuvo dificultad pues los extremos de la pieza se encontraron con cierta liberación de grasa que hacía resbalar el cuchillo.

El experimento #5 presentó una tonalidad uniforme oscuro y una textura manejable.

Al recopilar los resultados de los experimentos anteriores, se obtuvo que el experimento #1 permite conservar las características físicas del material, además

de mostrar una tonalidad uniforme clara que permite saber que el material se escaldó de forma pareja, además de lo antes mencionado se observó facilidad al separar la epidermis del tejido adiposo por lo que se replicó en los últimos 3 experimentos #6, #7 y #8 obteniendo así, los mismos resultados.



Figura 4: Material escaldado, experimento #6

6.1.4 Separación de la epidermis y el tejido graso

El propósito de la separación es darles un tratamiento diferente; la epidermis será expuesta a deshidratación y el tejido adiposo a extracción.

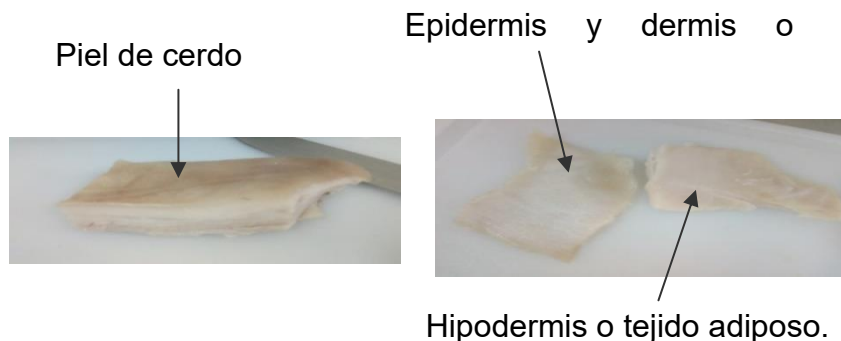


Figura 5: Separación del tejido graso y la epidermis, experimento #6.

En esta etapa cada experimento fue expuesto a la separación de la epidermis y el tejido graso, los valores obtenidos por cada uno se observan en la tabla 15. Peso de la epidermis y el tejido adiposo.

Tabla 15: Peso de la epidermis y el tejido adiposo.

Experimento	Materia prima (gr)	Epidermis superficial	Tejido adiposo	Pérdida
Número 1	3055	1066	1807	182
Número 2	3055	941	1954	160
Número 3	2981	968	1883	130
Número 4	2967	1463	1367	137
Número 5	3010	1345	1534	131
Número 6	3000	1555	1276	169
Número 7	3014	1346	1434	234
Número 8	2990	1451	1453	86

Fuente: Elaboración propia.

Después de esta etapa el tejido adiposo y la epidermis superficial fueron expuestos a una segunda reducción de tamaño, cabe mencionar que fueron reducidos en tamaños diferentes.

6.1.5 Segunda reducción de tamaño

Para la segunda reducción de tamaño se trabajó únicamente el tejido adiposo, esto se debió al tiempo disponible por cada experimento, al estar enfocado primeramente en el producto principal no hubo tiempo para trabajar el subproducto, la epidermis superficial, por lo que este se fue almacenando y congelando por cada acumulado de cada experimento. A continuación, se muestran los cortes a los que fue expuesto el tejido adiposo por experimento, tabla 16. Cortes del tejido adiposo por experimento.

Tabla 16: Cortes del tejido adiposo por experimento.

Experimento	Corte del tejido adiposo	Tejido protéico
1	5 cm x 4 cm x 0.5cm	182
2	5 cm x 2.5 cm	160
3	3 cm x 1.5 cm x 0.5 cm	130
4	3 cm x 1.5 cm x 0.5 cm	137
5	3 cm x 1.5 cm x 0.5 cm	131
6	3 cm x 1.5 cm x 0.5 cm	169
7	3 cm x 1.5 cm x 0.5 cm	234
8	3 cm x 1.5 cm x 0.5 cm	86

Fuente: Elaboración propia.

Todos los experimentos presentaron facilidad durante su manipulación en la segunda reducción de tamaño, el único lote que no sufrió una segunda reducción fue el lote 2 debido a su tamaño 5cm por 2.5cm. Durante esta etapa se observó, levemente, contenido proteico en algunas piezas; para obtener una manteca más limpia y evitar su oxidación durante el proceso de extracción se eliminó totalmente el tejido proteico, en la tabla de resultados por experimentos se muestran las pérdidas que corresponden al tejido proteico. A continuación, se muestra el corte de experimento #6



Figura 6: Segunda reducción de tamaño del tejido graso, experimento #6.

Ya que el tiempo para elaborar el producto principal fue extenso, se esperó a concluir con el experimento #8 y al finalizar este, se tomó una muestra de 1555 gramos de epidermis superficial y se cortó en tamaños de 7centímetros de largo por 3 centímetros de ancho, cabe mencionar que por el factor tiempo solo se

realizó un experimento. En la etapa de elaboración de una botana como subproducto, se describe el método de deshidratación de la epidermis superficial y el tiempo de fritura para la obtención del chicharrón de viento.

6.1.6 Extracción de la manteca de cerdo

Durante su extracción solo se tomó en cuenta el método seco, esto debido a que no se consideró como una variable que afecte o altere la calidad de la manteca, por lo que en su lugar se observó el comportamiento del tejido graso en términos de color, cuidando que estos no oxidaran la manteca, para ello se monitoreó que la temperatura no excediera los 110° Celsius. En la tabla 17 se muestra la variable respuesta en cuanto a la tonalidad del residuo del tejido graso, así mismo se muestran las cantidades obtenidas de manteca y residuos del tejido graso.

Tabla 17: Peso de la manteca extraída por experimento.

Experimento	Manteca	Color del residuo	Residuos del tejido graso
1	931	Marrón claro	522
2	716	Marrón oscuro	636
3	855	Marrón pálido	647
4	813	Marrón Pálido	295
5	624	Marrón pálido	560
6	483	Marrón claro	451
7	506	Marrón claro	578
8	553	Marrón claro	637

Fuente: Elaboración propia.

Como finalidad de esta etapa, el objetivo fue obtener manteca con las características descritas en la norma técnica obligatoria nicaragüense, NTON 03 075-07, color amarillo pálido, su olor característico del producto y libre de sólidos. Para evitar mayores pérdidas en el proceso productivo, se consideró añadir una etapa de recuperación de manteca, la cual consiste en exponer el residuo de tejido graso a 110 °C a fin de extraer toda la manteca restante y al mismo tiempo obtener pepena como otro subproducto comestible. Por lo antes mencionado, al estar enfocados en la calidad de la manteca como producto principal se mostró que los experimentos que tienen como resultado un color marrón claro, en el residuo del tejido graso, mostraron en la manteca las características descritas en la norma técnica antes mencionada, en la etapa de escurrido se muestran los resultados de la manteca. En la figura 7 se muestra la extracción de la manteca de cerdo.



Figura 7: Extracción de la manteca de cerdo, experimento #6

6.1.7 Escurrido

Los 8 experimentos fueron expuestos a la etapa de escurrido, la manteca obtenida de esta etapa tuvo las siguientes características; color amarillo claro, olor característico de la manteca y en estado líquido. En la figura 8 se muestran los resultados obtenidos del experimento #6



Figura 8: Manteca escurrida, experimento #6.

6.1.8 Filtración

A fin de obtener una manteca libre de sólidos suspendidos, cada experimento fue expuesto a una simulación de filtrado por filtro prensa, cabe mencionar que la empresa Merol ya contaba con un filtro prensa vertical de material de acero inoxidable 304 y una capacidad de 25-40 galones/sesión.

Los sólidos que se obtuvieron en la filtración se conocen como torta de filtración y se formaron en la capa superior del papel filtro o medio de filtración. De esta etapa se obtuvo una manteca de color amarillo claro, con un olor característico de la manteca y en estado líquido. Para verificar la calidad de la manteca, se tomó aleatoriamente una muestra de este líquido y se determinó su índice de yodo, de peróxidos y de acidez teniendo como resultado parámetros dentro de los límites máximos permitidos según CODEX, ver resultados en la tabla 18.

Tabla 18: Características fisicoquímicas de la manteca de cerdo.

Parámetro	Límites Máximos Permitidos	Manteca líquida
Color	Blanco en estado sólido.	Amarillo claro
Olor y sabor	Característico del producto designado. Exento de olores y sabores extraños y rancios.	Característico de la manteca.
Apariencia	El producto debe estar libre de materia extraña.	Libre de sólidos
Índice de peróxidos	5 meq peróxido / kg máximo	0.69 meq peróxido / kg
Índice de acidez	0.65% máximo	0.36%
Índice de yodo (Wijs)	45 - 70	55.8

Fuente: (CODEX STAN 192-1995, 2007) y (NTON 03 075-07, 2007).



Figura 9: Sistema de filtración al vacío.

6.1.9 Mezclado

Según la norma técnica obligatoria nicaragüense NTON 03 075-07 el límite máximo permitido del aditivo tocoferol es de 300 miligramos por kilogramos de masa. El producto final conservó sus características organolépticas propias de la manteca de cerdo. La temperatura de mezclado fue de 40° Celsius y su tiempo de mezclado fue corto debido a la viscosidad del producto, 1 minuto aproximadamente.

6.1.10 Envasado

El criterio más importante para seleccionar el material de envase es la vida anaquel del producto final en términos químicos y organolépticos. Según Brennan y Burgos el vidrio posee cualidades estéticas a la hora de presentar un producto además de ser impermeable a las grasas. Por lo antes mencionado, el producto final se envasó en recipientes de vidrio de capacidad de 250 mililitros.



Figura 10: Manteca envasada, experimento #6.

Condiciones de Almacenamiento

En dependencia de la presentación que se requiera de la manteca de cerdo, esta puede ser almacenada en condiciones ambientales o bien a una temperatura de 5°celsius, a fin de mostrar la presentación de la manteca en condiciones de refrigeración, se tomaron 2 muestras y estas fueron expuestas a una condición de temperatura de 5°celsius, en la figura 11 se muestran los resultados. Los resultados presentaron las siguientes características: color blanco en estado, sólido, olor característico de la manteca de cerdo y libre de materia extraña.



Figura 11: Manteca almacenada a 5°C.

6.1.11 Aprovechamiento de la epidermis en la elaboración de un subproducto consumible.

Partiendo de las técnicas tradicionales e información tomada de la literatura se aprovechó la epidermis para la elaboración de un snack.

A partir de la etapa de separación de la epidermis y el tejido adiposo, la epidermis sufrió una segunda reducción de tamaño, estos valores se aprecian en la tabla 11 segunda reducción de tamaño.

Para obtener un chicharrón de viento con textura crocante es importante deshidratar la pieza; el método de deshidratación utilizado fue el secado por aire caliente, aportando calor a través de un horno convectivo. Por temas de dificultad para acceder a operar el horno, se trabajó únicamente una prueba de secado para el corte 7 cm * 3 cm * 0.5 cm, cabe mencionar que la cantidad de material utilizada para esta prueba es la derivada del experimento #6 de la etapa de separación en donde se obtuvo 1555 gramos de epidermis, el deshidratado llegó a su final hasta que la epidermis obtuvo las siguientes características, color marrón claro, consistencia dura y olor característico de la pieza. El peso final del producto fue de 1 260 gramos.

El tiempo utilizado para la deshidratación de la epidermis fue de 6 horas aproximadamente, durante ese tiempo se reguló la temperatura a fin de evitar quemar la pieza, el rango que se manejó estuvo entre 40 °C y 60 °C. La epidermis deshidratada se muestra en la figura 12.



Figura 12: Epidermis deshidratada.

Es importante mencionar que la epidermis deshidratada no fue expuesto a fritura el mismo día, el mismo no sufrió variaciones en sus características físicas. Luego se calentó aceite vegetal a 180 °C y se sumergió la epidermis deshidratada, este reventó en un tiempo de 3 minutos obteniendo como resultado un producto crocante con olor característico del chicharrón y color marrón claro.



Figura 13: Chicharrón de viento.

Rendimiento del proceso

Para el cálculo del rendimiento de la manteca y subproductos se utilizaron los datos obtenidos del experimento #6;

Tabla 19: Datos utilizados para el cálculo del rendimiento del proceso.

Materia prima	Manteca	Epidermis deshidratada	Residuos del tejido graso
3000 g	483 g	1260 g	451 g

Fuente: Elaboración propia.

Con los valores de la tabla 19 se calculó el rendimiento de cada uno con la ecuación siguiente:

$$Rendimiento = \frac{PRODUCTO}{MATERIA PRIMA} * 100\%$$

Tabla 20: Rendimiento del producto y subproductos.

Componente	Rendimiento (%)
Manteca	16.1
Epidermis	42
Residuos del tejido graso	15
Pérdida	26.9

Fuente: Elaboración propia.

6.2. Ecuaciones de diseño

Dimensionamiento de equipos

Atendiendo la solicitud de la empresa se utilizó una base de cálculo de 100kg de piel de cerdo y con los resultados de las pruebas de banco, que permitieron determinar los requerimientos técnicos del proceso productivo, se realizaron los cálculos de balances de materiales, ver anexo 10.2, con el fin de obtener las dimensiones y capacidades de cada equipo. En lo que respecta a los materiales de construcción, de cada equipo, su referente fue el RTCA 67.01.33:06. Para la distribución de los equipos se tomó en cuenta la capacidad, calidad de producción, y el espacio requerido dentro de la infraestructura de manera que se dividió en cuatro etapas, recepción de materia prima, preparación y corte de la materia prima, extracción y filtración, empaquetado y aprovechamiento de la epidermis.

La base de cálculo 100kg fue determinada por el espacio disponible en cada área de trabajo, del balance de materiales calculado con los datos del laboratorio #6 se lograron determinar los porcentajes obtenidos de las etapas de separación, extracción y aprovechamiento de la epidermis. Todos los equipos fueron requeridos en acero inoxidable A304.

Etapas de recepción de materia prima

El área de recepción mide 2.81 metros de ancho por 2.53 metros de largo o profundidad, ver figura 19 en donde se muestra el área destinada para la recepción de la materia prima. Según los equipos utilizados en la fase experimental, para recepcionar el material se requiere de una balanza y un freezer, la balanza para verificar el peso y el freezer para resguardar y administrar la producción, es decir, no todo el material que se resguarde será procesado, sino que en cada producción se procesaran solamente 100 kg, además se estima que la producción de manteca tendrá una duración de 10 horas de trabajo incluyendo el aprovechamiento de la epidermis. Para determinar la capacidad del freezer se consideró el espacio del área, es aquí donde se realizó la búsqueda en el mercado nacional en la que se brindó los requerimientos siguientes: un equipo frigorífico que ocupe un espacio de 2 metros de ancho por 1 metro de largo o profundidad obteniendo como resultado de la búsqueda un freezer con capacidad de 340 kg. Ver tabla 35. ficha técnica del freezer horizontal. Teniendo la capacidad del freezer se determinó los requerimientos de la balanza, que ocupe un espacio de 0.5 metros cuadrados, de plataforma y en acero inoxidable teniendo como resultado una balanza de plataforma de capacidad de 500kg. Ver en anexo su ficha técnica en la tabla 34.

Etapas de preparación y corte de la materia prima

En el área de preparación y corte se requieren equipo de lavado, mesas, recipientes auxiliares, y una escaldadora.

A fin de evitar la contaminación cruzada, en la fase experimental se ocupó 1 mesa de acero inoxidable para el primer corte y otra mesa de acero inoxidable para después de escaldar el material, es decir, para separar la epidermis del tejido graso, por lo que al ser una operación manual se consideró ubicar en esta área 2

mesas de acero inoxidable con medidas estándares 1.20 metros de ancho por 0.60 metros de largo y 0.90 metros de alto, cabe destacar que al ser una operación manual, el corte se hará consecutivamente hasta concluir los 100 kilogramos de material.

Para facilitar la distribución del material sobre la superficie de la mesa, se ocupan recipientes auxiliares, uno para recibir el material lavado y al mismo tiempo alimentar la primera mesa de corte, para lo cual se determinó la necesidad de recipientes con las características siguientes, acero inoxidable, rodantes, con una rejilla en la parte inferior que permita escurrir el material, y con dimensiones de 0.5 metros cuadrados y una altura de 0.70 metros, como resultado se obtuvo un recipiente con canasta recolectora perforada de 150 libras, si bien esta se encuentra con una capacidad por debajo de los 100 kg, el recipiente de lavado podrá ocuparse como recolector mientras se trabaja el primer corte sobre la totalidad destinada para ser procesada. Para esta área se destinó 5 recipientes con las mismas características. Ver en anexo figura 27 la distribución en planta.

El recipiente de lavado estuvo determinado por su funcionalidad, es decir, se definió el método de descongelamiento por inmersión, por lo que se requirió la construcción de un equipo con capacidad de 250 libras y dimensiones que no excedieran los 0.80 metros cuadrados. De esta forma se obtuvo un equipo con las especificaciones presentadas en anexo, en la tabla 33 Ficha técnica del equipo de lavado y descongelado.

Para determinar el espacio del equipo escaldador, primeramente, se ubicaron en planta, el recipiente de lavado, las 2 mesas y los 5 recipientes auxiliares, ver su distribución en la figura 27. En cuanto a la funcionalidad del equipo, se consideró que, al escaldar el material en la fase experimental, se utilizó un termómetro para verificar la temperatura del agua, un colador metálico para sumergir el material y retirarlo rápidamente sin que este se exponga por más tiempo al agua caliente, además se consideró que fuese a gas por temas de consumo eléctrico. Estos factores dieron por resultado una escaldadora a gas con capacidad de 200 litros de agua, una canasta con láminas perforadas, una polea que facilite el levantamiento de la canasta y dimensiones de 0.76 metros cuadrados por 1.90 metros de alto. Ver en anexo tabla 26. Ficha técnica de la escaldadora.

Etapas de extracción y filtración

Dentro de esta etapa se encuentran los siguientes equipos; marmita, tamiz, filtro prensa vertical, mezcladora y un recipiente auxiliar.

- Marmita a gas

Según el balance de materiales de la etapa de separación del tejido graso y la epidermis, de 3000 gramos de piel de cerdo se obtienen 1276 gramos de tejido graso, ver el balance de materiales en el anexo 10.2. considerando una base de cálculo de 100 kilogramos de piel de cerdo, se realizó una relación de 3 en la que se plantea lo siguiente:

Si para 3000 gramos de piel se obtienen 1276 gramos de tejido graso, ¿cuántos gramos de tejido graso se obtienen de 100 kilogramos de piel de cerdo? Primeramente, convertimos los kilos a gramos de manera que 100 kilos equivalen

a 100000 gramos. Al aplicar la regla de 3 se obtuvo un resultado de 42533 gramos de tejido graso. Ya que el material que alimentará a la marmita es sólido, se requiere conocer el volumen que ocupará los 42533 gramos de tejido graso.

La densidad del tejido graso es de 0.9 gramos/cm³, al dividir este valor con los 42533 gramos de tejido graso, se obtiene el volumen que ocupa en centímetros cúbicos, esto equivale a 47258 cm³, en litros equivalen a 47.2 litros. Si consideramos un 30% de sobredimensionamiento, esto para evitar derrames y considerar el mecanismo revolvedor a fin de evitar que el tejido se adhiera a las paredes internas del equipo, tenemos un valor total de 61435.4 cm³, en litros 61.43.

Se buscó en el mercado nacional un equipo con los siguientes requerimientos: marmita a gas de acero inoxidable, con revolvedor mecánico y capacidad de 80 litros. Se obtuvo por resultado la construcción de una marmita de capacidad de 120 litros con su revolvedor mecánico y una salida de 3 pulgadas de diámetro, ver ficha técnica, tabla 29. Los 40 litros demás se consideraron con el fin de aumentar la producción a futuro. La marmita mide 0.80 metros de diámetro por 2.30 metros de alto. Ver en anexo tabla 29. Ficha técnica de la marmita.

- Tamiz o equipo filtrante

Una vez que la extracción de la manteca dentro de la marmita llegue a su punto final, este deberá ser filtrado con la finalidad de separar los residuos del tejido graso y la manteca, para ello se tomó en cuenta el tamaño del residuo saliente de la etapa de extracción, 0.5cm cuadrados el tamaño más grande y 1mm cuadrado el tamaño más pequeño visiblemente. Por lo que se consideró 2 niveles de maya filtrante, además se consideró un sistema de vibración con la finalidad de sacudir el líquido viscoso de la superficie del sólido y el volumen saliente de la marmita 47258 cm³. Al brindar los requerimientos técnicos del equipo, se fabricó un tamiz para líquidos viscosos de dos niveles con una capacidad de 0.5m³/minuto o 30 m³/hora, ver tabla 27. Las dimensiones del equipo son de 0.70 metros de diámetro por 1.10 metros de altura. Ver en anexo tabla 27. Ficha técnica del tamiz.

Los residuos del tejido sólido salientes del tamiz se recirculan a la marmita en donde se aprovechará al máximo la extracción de la manteca con la finalidad de obtener un subproducto con características crocantes y manteca de cerdo residual.

- Recipiente que recepciona la manteca proveniente del tamiz

La manteca de cerdo saliente del tamiz vibratorio se almacenará en un recipiente de acero inoxidable. Según los balances de materiales, de 1276 gramos de tejido graso se obtiene 483 gramos de manteca de cerdo, para una base de cálculo de 100 kilogramos en la que solo el 16.1% equivale a manteca de cerdo, esto es 16,100 gramos. Estos valores nos dan por resultado un volumen total de 17888 gramos por centímetros cúbicos en litros son 17.88. se concluye con la necesidad de un recipiente cilíndrico de capacidad de 50 litros con dimensiones de 0.5 metros de diámetro por 1 metro de altura.

- Tanque mezclador

Este posee las mismas características que el recipiente que recepciona la manteca proveniente del tamiz, con la diferencia que este debe poseer un revolvente mecánico. Ver en anexo tabla 28. Ficha técnica del tanque mezclador.

- Filtro prensa vertical

Alimentos merol ya contaba con este equipo desde antes de empezar el proyecto. Su ubicación es después del recipiente que recepciona la manteca del proveniente del tamiz. Su función es retirar las partículas sólidas del líquido, estas partículas quedan atrapadas en el lecho filtrante. Ver en anexo tabla 36 Ficha técnica del filtro prensa vertical.

Etapas de empaquetado y aprovechamiento de la epidermis

- Llenado o empaquetado

En esta área se empaquetará la manteca de cerdo con el apoyo de una llenadora de pistón, encontrada en el mercado nacional. A fin de evitar la contaminación del producto, se diseñó en el apartado de selección del sistema de tuberías y bombas un trayecto de tubería que conecta el tanque mezclador con la tolva de la llenadora de pistón. El equipo ocupa un espacio con mesa incluida de 1 metro de largo por 40 metros de ancho, la capacidad de la tolva es de 40 litros y su acción es manual mediante un pedal que contiene la máquina. Ver en anexo tabla 37. Ficha técnica de la llenadora de pistón.

Mesa auxiliar

A fin de ordenar y contabilizar los recipientes con manteca de cerdo, se contó con una mesa auxiliar de 1.20 metros de ancho por 0.60 metros de largo. Ver en anexo figura 27 la distribución de planta para observar el ángulo de la instalación de la mesa auxiliar

- Deshidratado de la epidermis.

Por temas de espacio se consideró un horno industrial de 1 metro de ancho por 1.5 metros de profundidad y 2.5 metros de altura. Con una capacidad de 20 bandejas, cada bandeja tiene la capacidad de sostener 1555 gramos de epidermis aproximadamente, al tomar en cuenta las 20 bandejas tenemos un equivalente de 31100 gramos de epidermis, esto representa el 66.7 % de epidermis proveniente del área de preparación y corte de materia prima, considerando un procesamiento de 100 kg de piel de cerdo donde 46.6 kg corresponden a la epidermis.

Según el balance de materiales de 3000 gramos de piel de cerdo se obtiene 1260 gramos de epidermis deshidratada, para una base de cálculo de 100 kg esto equivale a una producción de 42 % de epidermis deshidratada.

Tomando en cuenta la capacidad máxima del horno que corresponde que es de 31100 gramos de epidermis se obtiene una producción de epidermis deshidratada de 28030 gramos.

Al quedar un restante sin deshidratar de 13970 gramos, se sugiere el almacenamiento del mismo en el freezer hasta recolectar el equivalente a la capacidad máxima del horno a fin de sacar una producción de epidermis deshidratada. Según los resultados experimentales, esto no afecta la calidad del

subproducto. Al horno le acompaña un bandejero de 0.6 metros de ancho por 0.8 por 1 metro de profundidad. Ver en anexo tabla 30. Ficha técnica del horno.

- Freidora.

Este equipo se seleccionó basado en el espacio disponible para el mismo, siendo su disponibilidad de 1 metro cuadrado, a esto se le consideró un sistema de despacho en el que se contó con una canasta filtrante que separe el producto reventado del aceite o la grasa calentada a 180°C, por temas de ahorro energético se consistió un equipo a gas, teniendo por resultado una freidora a gas con capacidad de 40 litros y una canasta con lámina perforada. Ver en anexo tabla 25. Ficha técnica de la freidora.

Balanza, selladora.

De ahí se consideró ubicar 2 mesas auxiliares con medidas estándares 1.20 metros de ancho por 0.60 metros de largo y 0.90 metros de alto. Una para pesar y empacar el chicharrón de viento o subproducto y la otra para sellar la bolsa, ordenar y contabilizar. Para ello se seleccionó una balanza electrónica de capacidad de 6000 gramos y una selladora de banda vertical. Ver ambos equipos en anexo las tablas 38 y 39.

Selección del sistema de tuberías y bomba.

El modo de operación a implementarse en el proceso productivo de manteca de cerdo es una combinación entre manual y mecanizada, por lo que no se requiere grandes trayectos de tubería y por consiguiente se empleará una única bomba para el traslado de la manteca desde la mezcladora hasta la llenadora de pistón.

Se realizó el cálculo para el dimensionamiento de la bomba y una sección corta de tubería de acero grado alimenticio. La sección de tubería inicia en el tanque mezclador y finaliza en la tolva de alimentación de la llenadora de pistón.

Para la selección de la bomba se consideró el valor de la viscosidad de la manteca a una temperatura constante de 40 °C, es de 27 mPa. En la tabla 21 se muestran los requerimientos técnicos de operación.

Tabla 21: requerimientos técnicos para la selección de la bomba y la tubería.

Bomba	Tubería
Caudal Entrada de la bomba: 0.11304 m ³ /h Salida de la bomba: 0.33912 m ³ /h	Longitud Entrada de la bomba: 0.8 m Salida de la bomba: 9 m
Caga total de impulsión 34.6m	Diámetro 3/4 m
Material Grado alimenticio para líquidos viscosos	Codos: 6 unidades de 90° Válvulas 1 unidad tipo check

Fuente: Elaboración propia.

Selección de la bomba

Para seleccionar la bomba correcta y la tubería con el diámetro ideal, se les proporciono a los proveedores todos los requerimientos descritos en la tabla anterior. Se tuvo por resultado una bomba y un trayecto de tubería que va desde el tanque de mezclado hasta la tolva de la llenadora de pistón con las características siguientes:

Bomba grado alimenticio con sello mecánico en Viton modelo QPUMPS/QL y QLA10, CLAMP PORTS 1"X1" con motor de $\frac{1}{2}$ hp a 1760 rpm, con reductor a 338 rpm, incluye base, acoples y guarda acoples. Esta selección está basada en el cálculo de la presión hasta 100cP, por lo que la bomba puede correr con esa presión y viscosidad, también tiene la capacidad de correr a los 27cP que se plantea en los cálculos de la selección de la bomba de modo que cumple con los requerimientos indicados en este documento. Respecto a la tubería se seleccionó 10 metros de tubería de $\frac{3}{4}$ " grado alimenticio, 6 codos, 6 soportes, empaques, abrazadera y todo lo necesario para la instalación de la tubería en el trayecto seleccionado, ver en anexo tabla 40. Ficha técnica de la Bomba rotatoria.

VII. CONCLUSIONES

De la etapa experimental se obtuvo las condiciones de operación, el tamaño de la pieza fue una de las variables fundamentales que determinó la calidad y rendimiento de extracción, siguiendo lo propuesto en el RTCA 67.04.40:07. Durante el escaldado se determinó que el tamaño de la pieza influye en la inactivación de las enzimas a fin de contar con un material resistente a la manipulación y transformación hasta la obtención de manteca pura, aquí entra en juego el tiempo de residencia en el escaldo, con un tiempo de residencia de 2 minutos para una pieza de tamaño de 12 centímetros de ancho por 7 centímetros de largo, la profundidad de la pieza varía en dependencia del contenido proteico que contenga y que a posterior será eliminada de la pieza. El tamaño de la pieza para la segunda reducción de tamaño fue de 3 centímetros de ancho por 1.5 centímetros de largo y 0.5 centímetros de profundidad. De aquí se obtuvo manteca de cerdo pura con un rendimiento del 16.1%.

Para el dimensionamiento de equipos se tomó en cuenta los resultados del balance de materiales para la etapa de separación de la epidermis y el tejido graso, extracción de manteca, escurrido y aprovechamiento de la epidermis superficial, de aquí se obtuvieron los requerimientos técnicos para la selección de equipos, considerando un sobredimensionamiento que permita a la empresa, en tiempos futuros, un aumento de la producción. La base de cálculo utilizada para el dimensionamiento de planta fue de 100 kilogramos, los equipos seleccionados con medidas estándares fueron balanza de plataforma, pesa electrónica, freezer horizontal, llenadora de pistón y selladora de banda vertical.

De la etapa de separación del tejido graso y la epidermis, se aprovechó la creación de un subproducto, es importante mencionar que en el mercado nacional no existe la producción de chicharrón de viento con la técnica descrita en este documento, de ahí radica la formulación de una botana en respuesta al tercer objetivo de este trabajo monográfico. La formulación consistió en la tecnificación del producto en el que se trabajó únicamente la epidermis superficial, deshidratándola por convección en un horno con capacidad de deshidratar 28 kilos de epidermis por 6 horas a 55°C y friéndola en aceite a 180°C por 3 minutos, obteniendo como subproducto un chicharrón de viento con características crocantes y de color marrón claro.

Como resultado final se diseñó una planta de procesamiento de piel de cerdo para la obtención de manteca de cerdo pura y un subproducto consumible con valor agregado, chicharrón de viento.

VIII. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se brindan las siguientes recomendaciones:

Para reducir el porcentaje de pérdidas en el proceso se recomienda un pedido de piel de cerdo proveniente exclusivamente de la espalda y de la panza del animal sin las ubres.

Ya que la botana creada es de carácter orgánico, se recomienda analizar la vida de anaquel realizando pruebas de empaque y analizando las distintas condiciones de almacenamiento.

En caso de ser necesario se recomienda ajustar el sistema de ventilación de la planta en beneficio de los operarios.

IX. Bibliografía

ASEAL. (s.f.). Asesoría en alimentos, especificaciones HIS NATOX.

Brennan, J., & Burgos, J. (1998). *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*.

Brennan, J., Butters, J., & Lilly, A. (1998). *Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos*. Zaragoza: Acribia S.A.

Chávez, M. (2000). *Procesamiento de cuerito de cerdo por expandido*.

CODEX STAN 192-1995. (2007). Normas internacionales de los alimentos. Norma General Para los aditivos Alimentarios.

Diseño de tuberías. (2008). *Diseño del sistema de tuberías y cálculos de las bombas*.

Earle, R. (1998). *Ingeniería de los alimentos (las operaciones básicas del procesamiento de los alimentos)*. Zaragoza: Acribia S.A.

Espinel, N. (2010). *Establecimiento de las condiciones de elaboración de Pellet de piel de cerdo destinado para Snack*. Quito.

Fellows, P. (2005). *Folleto de la FAO sobre diversificación 5*. FAO.

Ibarz, A., & Ribas, A. (2005). *Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos*. Mundi-Prensa Libros.

Juárez, J. (2008). *Obtención y purificación de la manteca de cerdo: diseño y formulación de bases dermocosméticas para la incorporación de extractos vegetales*.

Levenspiel. (1998). *Flujo de fluidos intercambio de calor*. Reverté S.A.

Medina. (12 de 06 de 2010). Obtenido de Aceites y grasas comestibles: <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/file>

Medina, G., Atencio, S., Romero, R., & Castro, B. (2002).). *Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial* (Vol. 8(1)). Revista de Ciencias Sociales .

MIFIC;. (2017). *Guía para la formalización empresarial*.

Moreno, F., & Díaz, M. (2018). *Características tecnológicas de las dos capas de tocino del cerdo*.

NTON 03 075-07. (2007). Alimentos y bebidas procesados. Gracias y aceites. Especificaciones.

NTON 03 076-08. (2005). Reglamento Técnico Centroamericano. Alimentos y bebidas procesados. Néctares de frutas. Especificaciones.

Química, F. (2010). *Diseño de equipos en la industria de procesos químicos*.

X. Anexo

10.1 Determinaciones fisicoquímicas

Índice de acidez

El método para su determinación es ISO 660:1996. (MarcadorDePosición1)

La acidez representa un indicador básico de la autenticidad del producto, la prueba es particularmente importante en las grasas para la evaluación del ciclo de elaboración y para la definición de categorías de productos, es decir, determinar su calidad.

Primeramente, se prepararon dos soluciones, Hidróxido de potasio 0.1N y Fenolftaleína al 1%, luego se midieron 28ml de manteca de cerdo, en estado líquido, para después colocar la muestra en un Erlenmeyer de 250ml, a la muestra de manteca se le agregaron 20 gotas de fenolftaleína al 1% y 50ml de alcohol etílico.

En una bureta de 50ml se depositó la solución de hidróxido de potasio 0.1N y se procedió a la titulación de la muestra; durante la adición del titulante se aplicó agitación al Erlenmeyer manualmente, en forma vigorosa. El punto final de la titulación se estableció cuando la mezcla se tornó color rosa causado por la fenolftaleína, ver Figura 14.

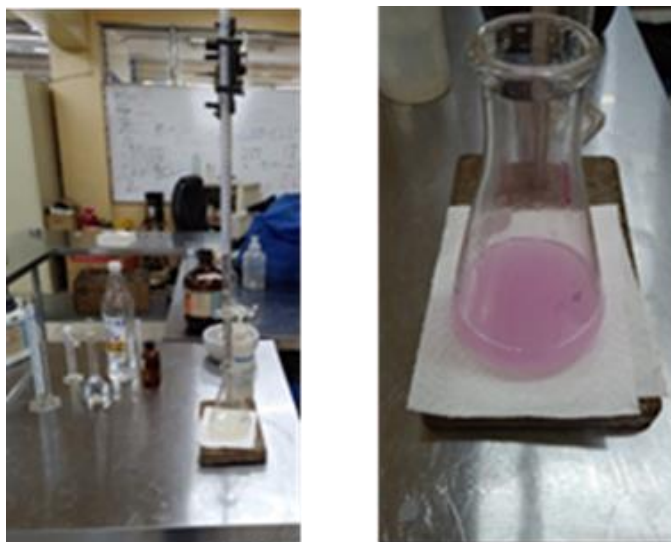


Figura 14: Titulación de la muestra para el índice de acidez.

Para realizar el cálculo del % de acidez se tomó en cuenta el ácido que más predomina en la manteca de cerdo, el ácido oleico. El % del Índice de acidez (IA) se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$\% (I.A) = \left[\frac{(N)(V)(PM)}{Gr_{muestra}} \right] * 100$$

$$\% (I.A) = \left[\frac{(0.1)(3.6)(0.282)}{28 \text{ gr}} \right] * 100 = 0.36$$

Donde N es la normalidad de la solución de KOH utilizada en la titulación de la muestra, V son los mililitros de la solución de KOH, gastados en la titulación de la muestra, PM son los miliequivalentes de ácido oleico (0.282mg/meq) y Gr muestra son los gramos de manteca de cerdo utilizados en la determinación.

Al realizar la determinación del porcentaje del índice de acidez se obtuvo como resultado 0.36% dato que se encuentra dentro del rango establecido y permitido para el consumo de este producto que debe de ser menor o igual a 0.65%.

Índice de yodo

El método para su determinación es AOAC 993.20. (MarcadorDePosición1)

Este tipo de análisis químico se realiza profusamente en las industrias del aceite comestible, margarina y mantecas donde muestra el grado de insaturación del lípido, que es uno de los parámetros característicos de muchos triglicéridos.

Primeramente, se prepararon cuatro soluciones, tiosulfato de sodio 0.1N, solución indicadora de almidón, yoduro de potasio al 10% y Reactivo de Hanus, luego se pesó una muestra de manteca de cerdo de 0.40gr en un Erlenmeyer y se le añadió 20ml de cloroformo, se agitó para disolver la muestra, luego se añadieron 25 ml de reactivo de Hanus, se mezcló con agitación suave, se tapó el Erlenmeyer y se dejó reposar durante 60 minutos en ausencia de luz a temperatura ambiente.

Transcurrido el tiempo se añadieron 20ml de yoduro potásico al 10%, 150ml de agua destilada y se mezcló suavemente, luego se empezó la titulación añadiendo tiosulfato a la muestra hasta que adquirió un color amarillo-naranja, a este punto se añadieron 20 gotas de almidón (donde la muestra se tornó de color azul) y se continuó la titulación hasta que desapareció el color azul ocasionado por el almidón y se obtuvo un color blanquecino. Los mililitros de tiosulfato gastados en la titulación de la muestra, 61.3ml. Se realizó el mismo procedimiento para la prueba en blanco los mililitros de tiosulfato gastados en la titulación en blanco fueron de 78.9ml, ver Figuras 15 y 16.

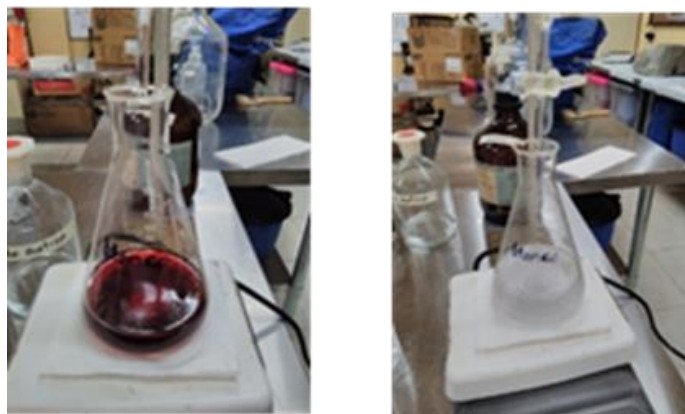


Figura 16: Titulación en blanco para el índice de yodo.



Figura 15: Titulación de la muestra para el índice de yodo.

Para calcular el índice de yodo se utilizó la siguiente ecuación:

$$I_y = \frac{(VB - VS) * N * 12.69}{W}$$

$$I_y = \frac{(78.9 - 61.3) * 0.1 * 12.69}{0.4 \text{ gr}} = 55.8$$

Donde W es el peso de la muestra, VB son los mililitros de tiosulfato gastados en la titulación en blanco, VS son los mililitros de tiosulfato gastados en la titulación de la muestra, N es la concentración de la solución titulante (tiosulfato de sodio) y el valor de 12.59 es una constante.

El índice de yodo que se determinó fue de 55.8, dato que se encuentra dentro del rango permisivo de la manteca de cerdo comercial que está entre 45-70.

Índice de peróxido

El método para su determinación es AOCS cd 8b-90. (MarcadorDePosición1)

La importancia de su determinación es conocer el índice de oxidación de la manteca de cerdo y asegurar que esté en condiciones óptimas para el consumo humano.

Primeramente, se prepararon tres soluciones, tiosulfato de sodio 0.002N, yoduro de potasio y solución indicadora de almidón al 1%. Se determinó una masa de 4.9g de muestra dentro de un matraz Erlenmeyer de 500ml, se le añadieron 10 ml de cloroformo y 15ml de ácido acético glacial, se agitó hasta que se disolvió totalmente la muestra.

Después se le agregó 1ml de solución saturada de yoduro de potasio; se agitó por 1 minuto y se dejó reposar durante 5 minutos en ausencia de luz, pasados los 5 minutos se le adicionó 75ml de agua destilada y 1ml de solución indicadora de almidón, luego se tituló lenta y cuidadosamente con solución 0.002 N de tiosulfato de sodio; agitándolo vigorosamente después de cada adición, hasta que el color azul desapareció y se obtuvo un color blanquecino. Los mililitros de tiosulfato gastados en la titulación de la muestra, 17.1ml. Se realizó el mismo procedimiento para la prueba en blanco y los mililitros de tiosulfato gastados en la titulación en blanco fueron de 0.001ml, ver Figura 17.

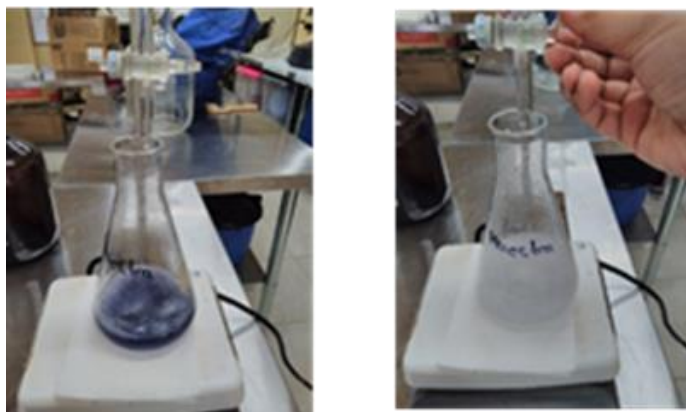


Figura 17: Titulación de la muestra para el índice de peróxido.

Se calculó el índice de peróxido expresando los miliequivalentes de peróxido contenidos en un kilogramo de grasa o aceite mediante la siguiente fórmula:

$$I.P = \frac{(v_1 - v_0) * N}{M} * 100$$
$$I.P = \frac{(17.1 - 0.001) * 0.002}{4.9} * 100 = 0.69$$

En donde I.P es el Índice de Peróxido meq O_2 /1000g, V_1 son los mililitros de solución de tiosulfato de sodio gastados en la titulación de la muestra, V_0 son los mililitros de solución de tiosulfato de sodio gastados en la titulación del blanco, N es la normalidad de la solución de tiosulfato de sodio y M es la masa de la muestra en gramos.

El índice de peróxido determinado en la muestra fue de 0.69meq O_2 /1kg, valor que está dentro del rango permisivo que es menor o igual a 5meq/kg.

Viscosidad y densidad

Con ayuda de un viscosímetro se determinó la viscosidad. Se calentó 500ml de manteca de cerdo a 40, 50 y 60 grados Celsius y con ayuda del viscosímetro se determinó su viscosidad a diferentes revoluciones por minuto, ver la Tabla 22.

Tabla 22: Viscosidad de la manteca de cerdo a diferentes temperaturas y revoluciones por minuto.

Temperatura °C	RPM		
	12	30	50
50	20mPa	21.2mPa	22mPa
60	14mPa	15.4mPa	16.1mPa
40	25mPa	27.2mPa	27.8mPa

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la densidad de la manteca a las diferentes temperaturas consideradas se procedió al siguiente cálculo:

Viscosidad dinámica (V_d) es igual a la viscosidad cinemática (V_c) dividida entre la densidad de la manteca (ρ), despejando esta ecuación para encontrar el valor de la densidad tenemos que $\rho = \frac{V_d}{V_c}$ donde la V_d debe convertirse a gr/cm. s

Calculando la densidad de la manteca a 40°C, los datos son los siguientes:

$$V_d = 0.27 \frac{gr}{cm} \cdot S, V_c = 3.48 \text{ cm}^2/S$$

$$\rho = \frac{0.27 \frac{gr}{cm} \cdot s}{3.48 \text{ cm}^2/s} = 0.077 \text{ gr/cm}^3$$

Calculando la densidad de la manteca a 60°C, los datos son los siguientes:

$$V_d = 0.15 \frac{gr}{cm} \cdot S, V_c = 3.48 \text{ cm}^2/S$$

$$\rho = \frac{0.15 \frac{gr}{cm} \cdot s}{3.48 \text{ cm}^2/s} = 0.043 \text{ gr/cm}^3$$



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

El Pueblo, Paralelamente!

**MINISTERIO DE SALUD
SILAI - MANAGUA
LICENCIA SANITARIA**

Nº: LS-10-5525-1385

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL ESTABLECIMIENTO: MATADERO CACIQUE S.A.

ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL: MATADERO DE CERDOS.

PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGAL: MATADERO CACIQUE S.A.

DIRECCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO: MATEARE: KM 16.5, CARRETERA NUEVA A LEON, 800 METROS NORTE

En virtud del cumplimiento con lo dispuesto en la ley General de Salud, publicada en la Gaceta, Diario Oficial Nº 91 del 17 de Mayo de 2002 y el Título XVII, Capítulos II, Artos. Nº. 398, 399, 400, 402, 404, y 445 numerales 5, 6, 7 y 8 de su Reglamento (Decreto Nº 001-2,003 - La Gaceta, Diario Oficial, Nº 7 y 8 del 10 y 13 de Enero de 2,003); el Decreto 394, publicado en La Gaceta, Diario Oficial del 21 de Octubre de 1988 y el Reglamento de Inspección Sanitaria, Decreto Nº 432, publicado en La Gaceta Nº 71 del mes de Abril de 1989; se concede la respectiva Licencia Sanitaria, única y exclusivamente para el establecimiento ubicado en la dirección e identificado con el nombre o la razón social arriba señaladas para efecto de operar en la actividad económica registrada, por el término de dos años; debiendo realizar trámites de renovación treinta días antes de la fecha de su vencimiento: 29 DE ABRIL DE 2021

Esta Licencia perderá su validez por cancelación anticipada o por clausura del establecimiento, para resguardar la Salud de los ciudadanos, por incumplimiento a lo dispuesto en los Artos. 407, 408 y 409 del Reglamento de la Ley General de Salud y en los Artos. 59, 60 y 61 del Decreto 394, publicado en la Gaceta Diario Oficial, el 21 de Octubre de 1988.

Dada en la Ciudad de Managua, a los 06 días, del mes de MAYO del año 2019

COLÓQUESE EN LUGAR VISIBLE



[Signature]
Director General de Salud

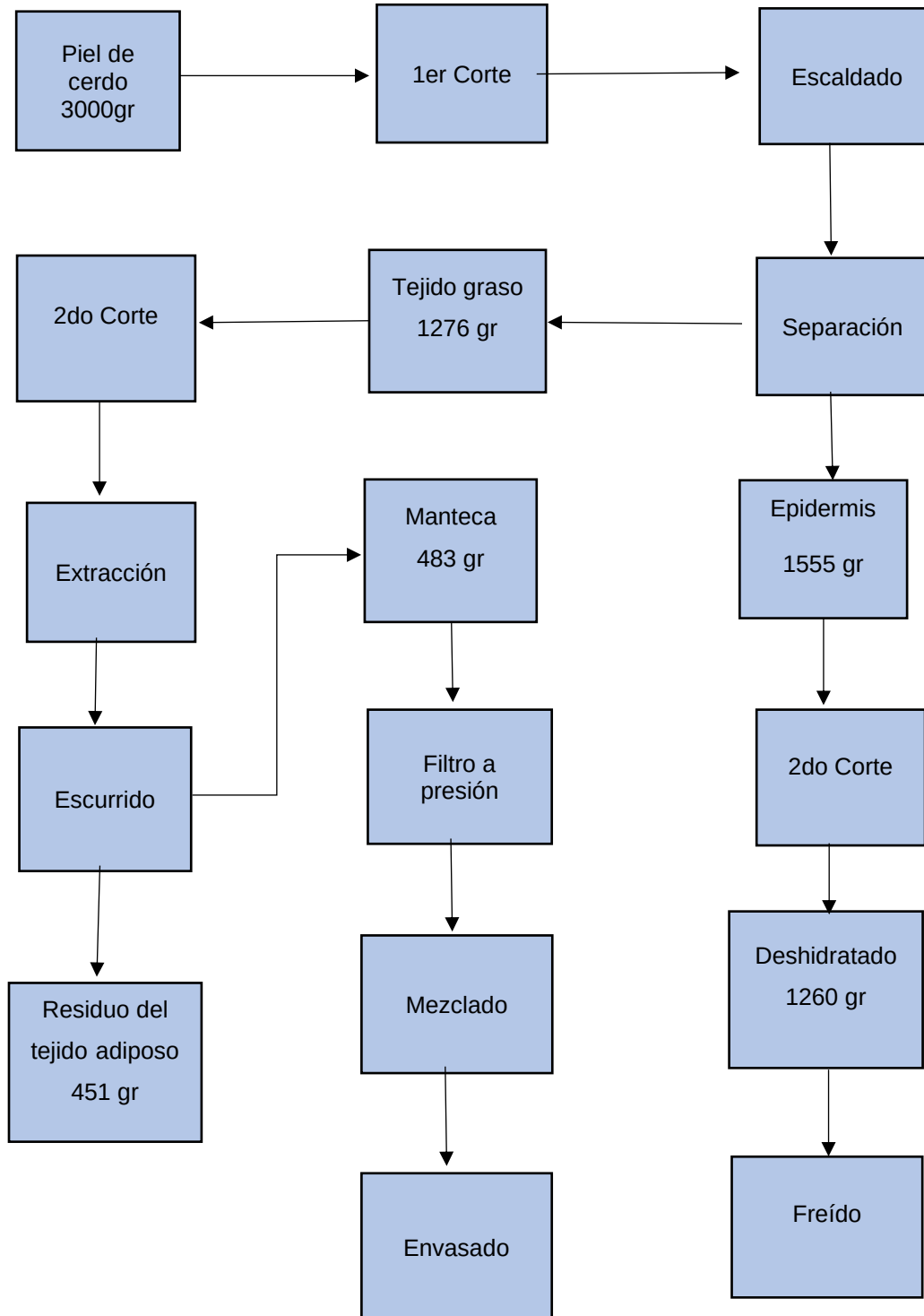


Figura 18: Licencia sanitaria de matadero CACIQUE S.A.

10.2 Balances de materiales.

Diagrama de bloques

Para el cálculo de los balances de materiales la operación se representa por medio de un diagrama de bloques.



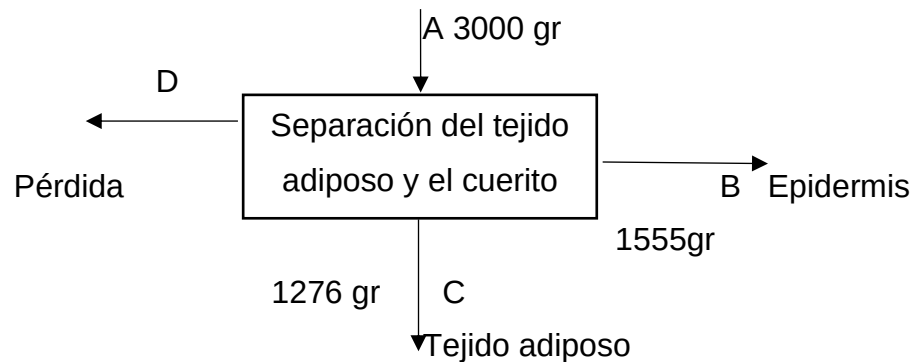
Se realizaron balances de materia para las etapas pertinentes del proceso partiendo de los datos recopilados del experimento #6. En el cual se demostrará que se cumple con la ley de conservación de la masa, es decir:

Materia prima = producto + producto desechado + material acumulado

$$\sum m_R = \sum m_P + \sum m_W + \sum m_S$$

- Etapas de separación del tejido adiposo y la epidermis

Para la etapa de separación se ocuparon los valores representados en el diagrama de bloques.



En donde A representa $\sum m_R$ la materia prima total expresada en gramos, B representa un material sobrante que se ocupará para crear una botana o subproducto y D representa una parte del producto desechado considerado como pérdida. De la corriente C se obtiene la manteca y una cantidad de producto acumulado, sus valores individuales se presentan más adelante.

Balance en la etapa de separación

$$A = B + C + D$$

$$3000 \text{ gr} = 1555 \text{ gr} + 1276 \text{ gr} + D$$

Despejando la corriente D la ecuación queda de la siguiente forma

$$A - B - C = D$$

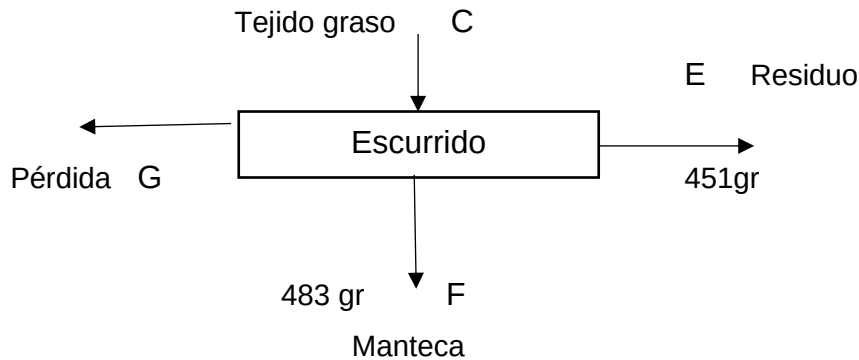
Al sustituir los valores de la ecuación tenemos el siguiente resultado

$$3000 \text{ gr} - 1555 \text{ gr} - 1276 \text{ gr} = 169 \text{ gr}$$

La corriente D representa m_{W1} producto desechado con un valor de 169 gramos, considerado como pérdida en el sistema.

- Etapas de escurrido, luego de la extracción

Para la etapa de escurrido se tomaron los valores del diagrama de bloque



En donde C es la corriente de tejido graso expuesta a temperatura de 110°Celsius con la finalidad de obtener manteca como producto final representado por la corriente F y la corriente E representa m_s los residuos del tejido graso considerado como un producto acumulado del cual se puede generar una botana. La corriente G representa una parte del producto desechado considerado como pérdida.

Balance en la etapa de escurrido

$$C = E + F + G$$

$$1276 \text{ gr} = 451 \text{ gr} + 483 \text{ gr} + G$$

Despejando la corriente G la ecuación queda de la siguiente forma

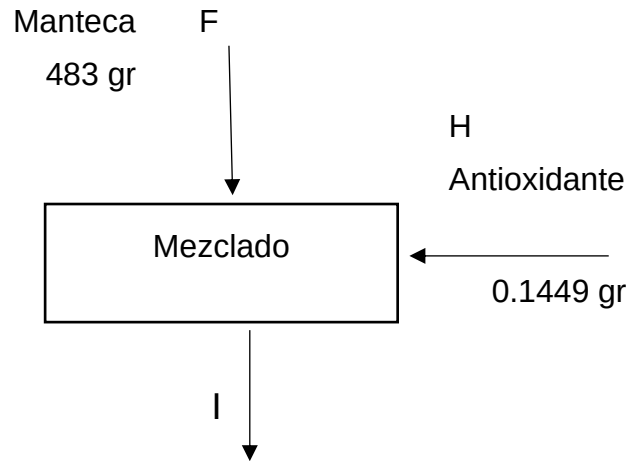
$$C - E - F = G$$

Al sustituir los valores de la ecuación tenemos el siguiente resultado

$$1276 \text{ gr} - 451 \text{ gr} - 483 \text{ gr} = 342 \text{ gr}$$

La corriente G representa m_{W2} producto desechado con un valor de 342 gramos, considerado como pérdida en el sistema.

- Etapas de mezclado con el antioxidante



El valor de la corriente H se tomó de su dosis máxima 300mg/kg, basado en el reglamento técnico centroamericano, aditivos alimentarios; por lo que H vale 0.1449 gr. (Alimentarius, 2005)

Balance en la etapa de mezclado

$$F + H = I$$

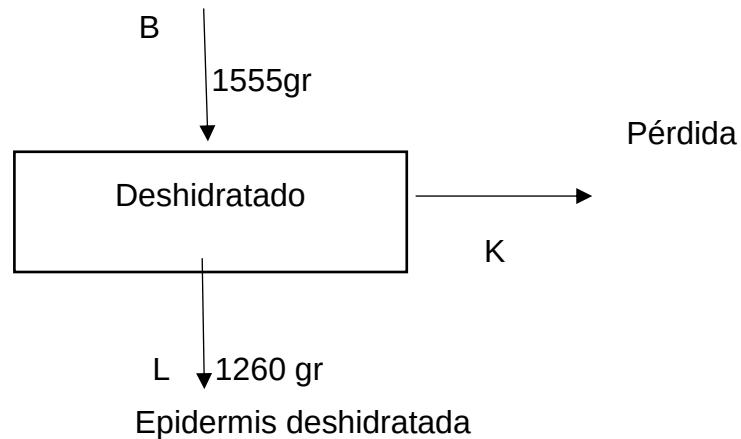
$$483 \text{ gr} + 0.1449 \text{ gr} = 483.1449$$

La cantidad del antioxidante no representa un cambio significativo en el balance de materiales por lo que se descarta la corriente H.

Subproducto

Para la etapa del deshidratado se tomaron los valores del diagrama de bloque

- Etapa de deshidratado



En donde L representa una botana lista para freír en 3 minutos y disfrutar su consumo.

Balance en la etapa de deshidratado

$$B = K + L$$

$$1555 \text{ gr} = K + 1260 \text{ gr}$$

Despejando la corriente K la ecuación queda de la siguiente forma

$$B - L = K$$

Al sustituir los valores de la ecuación tenemos el siguiente resultado

$$1555 \text{ gr} - 1260 \text{ gr} = 295 \text{ gr}$$

La corriente K representa m_{W3} producto desechado con un valor de 295 gramos, considerado como pérdida en el sistema.

Resultados del balance

Materia prima = producto + producto desechado + material acumulado

$$\sum m_R = \sum m_P + \sum m_W + \sum m_S$$

$\sum m_R$ = la materia prima total expresada en gramos con un valor de 3000 gramos

$\sum m_P$ = representa los productos totales donde m_{P1} es la manteca con un valor total de 483 gramos y m_{P2} es el subproducto o epidermis deshidratada con un valor total de 1260 gramos.

$\sum m_W$ = representa el producto total desechado considerado como pérdida en el sistema en donde m_{W1} =169gr, m_{W2} =342 gr y m_{W3} =295 gr.

$\sum m_S$ = representa los productos totales acumulados los cuales tienen un valor total de 451 gr.

Sustituyendo los valores en la ecuación, se obtiene lo siguiente;

$$\sum m_R = \sum m_P + \sum m_W + \sum m_S$$

$$3000 \text{ gramos} = (483\text{gr} + 1260\text{gr}) + (169\text{gr} + 342\text{gr} + 295\text{gr}) + (451\text{gr})$$

$$3000\text{gramos} = 3000\text{gramos}$$

Tabla 23: Especificaciones del antioxidante, Natox (tocoferoles).

Parámetro	Especificación
Apariencia a 20°C	Líquido viscoso
color	Morrón rojizo claro
Sabor/olor	Suave característico
Densidad a 20grados C	0.925-0.980
Contenido de tocoferoles	>a 34%

Fuente: ASEAL, asesoría en alimentos, especificaciones HIS NATOX.

Tabla 24: Requerimientos para la etapa experimental.

1. Recepción de materia prima	2. Preparación y corte de materia prima
Frigorífico de capacidad media. Piel de cerdo. Balanza de plataforma KERN DS 65K0.5 con precisión de 0.1 gramos.	2 mesas de acero inoxidable. 2 baldes de 5l de volumen como recipientes auxiliares. 1 regla de 30cm. 2 cuchillos de acero inoxidable. 2 tablas de teflón (30*20cm). Agua desmineralizada. Cocina industrial a gas. 1 cilindro de gas de 25 libras. 2 coladores metálicos. Pistola encendedor de gas. Jabón para lavar trastes. Detergente. 1 recipiente de aluminio con volumen de 6 litros C/U. Termómetro digital HANNA HI 935007 K-thermocouple.
4. Empacado y aprovechamiento de la epidermis.	3. Extracción y filtración
Bolsas plásticas de 3 libras. Horno a gas o eléctrico. Recipientes auxiliares. Recipiente de aluminio con capacidad de 6 litros. Recipientes filtrantes de acero inoxidable.	1 recipiente de aluminio con volumen de 6 litros C/U. Cocina industrial a gas. 1 cilindro de gas de 25 libras. Soporte universal con pinza. Bomba de vacío. Termómetro digital HANNA HI 935007 K-thermocouple. Antioxidante (tocoferoles naturales E306). Erlenmeyer de 1000 ml. Embudo buchner de plástico. Embudo separador con tapón de 250ml. Agitador de vidrio. Beaker de 500 ml. Gotero de 1ml.e Matraz filtrante de 100ml. Filtro cualitativo Whatman grado 41 de 11cm de diámetro con retención de partículas de 20-25 um. 2 espátulas de madera. Recipientes diversos. 6 envases de plástico de ½ galón con tapón. 15 envases de vidrio de 200ml con tapón. Colador de acero inoxidable de porosidad de 1/2cm.

Fuente: Elaboración propia.

10.3 Fichas técnicas de los equipos seleccionados

Tabla 25: Ficha técnica de la freidora.

Ficha técnica de la freidora		
Construido por: INDUSTRIAS DARCE	Fecha de elaboración: 15 de febrero 2022	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Freidora a gas de una sola poceta con una canasta recolectora. Material: acero inoxidable Dimensiones: 1m de ancho * 0.70m de largo * 0.94m de alto	
Modelo	Industrial	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie o base plana. Está diseñado para funcionar con una alimentación de gas propano. La canasta recolectora permite introducir el alimento a freír y retirarlo con facilidad. Posee un termómetro digital para controlar la temperatura. Posee una pequeña descarga para evitar derrames. Verificar que las válvulas de gas estén conectadas correctamente.		
Función Máquina para freír la epidermis superficial deshidratada.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo 2 veces por semana por ser de uso alimenticio.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: Ficha técnica de la escaldadora.

Ficha técnica de la escaldadora		
Construido por: INDUSTRIAS DARCE	Fecha de elaboración: 15 de febrero 2022	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Escaldadora a gas con una canasta recolectora. Material: acero inoxidable Dimensiones: 0.76m de ancho * 0.76m de largo * 1.90m de alto.	
Modelo	Industrial	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie o base plana. Está diseñado para funcionar con una alimentación de gas propano. La canasta recolectora permite introducir el alimento a escaldar y retirarlo con facilidad. Posee un termómetro digital para controlar la temperatura. Verificar que las válvulas de gas estén conectadas correctamente. Posee un elevador manual que permite subir y bajar la canasta con facilidad. Posee un desagüe.		
Función Máquina para escaldar la piel del cerdo.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo 2 veces por semana por ser de uso alimenticio.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Ficha técnica del tamiz.

Ficha técnica del tamiz		
Construido por: INDUSTRIAS DARCE	Fecha de elaboración: 15 de febrero 2022	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Tamiz para líquidos viscosos Material: acero inoxidable Dimensiones: 0.70m de diámetro * 1.10m de alto	
Modelo	Industrial	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie o base plana. Equipo con motor eléctrico que funciona a 220v Válvula de salida del líquido viscoso Dos filtros que se remueven para retirar los sólidos del segundo nivel		
Función Máquina para separar los sólidos visibles de la manteca de cerdo.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: Ficha técnica del tanque mezclador.

Ficha técnica del tanque mezclador		
Construido por: INDUSTRIAS DARCE	Fecha de elaboración: 15 de febrero 2022	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Tanque mezclador Material: acero inoxidable Dimensiones: 0.50m de diámetro * 1m de alto	
Modelo	Industrial	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie o base plana. Equipo con motor eléctrico que funciona a 220v. Válvula de salida del líquido viscoso de 1" de diámetro.		
Función Máquina para mezclar la manteca de cerdo con un antioxidante.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Ficha técnica de la marmita.

Ficha técnica de la marmita		
Construido por: INDUSTRIAS DARCE	Fecha de elaboración: 15 de febrero 2022	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Marmita a gas. Material: acero inoxidable Dimensiones: 0.80m de diámetro * 2.30m de alto	
Modelo	Industrial	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie o base plana. Está diseñado para funcionar con una alimentación de gas propano. Tanque enchaquetado con motor eléctrico que funciona a 220v. La chaqueta se rellena con aceite térmico o agua. Tiene una válvula de salida para el relleno de la chaqueta. Válvula de salida del líquido viscoso de 3" de diámetro. Posee un termómetro. Verificar que las válvulas de gas estén conectadas correctamente.		
Función Máquina para extraer manteca del tejido graso del cerdo por método seco.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30: Ficha técnica del horno deshidratador.

Ficha técnica del horno deshidratador		
Construido por: INDUSTRIAS LÓPEZ	Fecha de elaboración: 15 de noviembre 2021	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Horno deshidratador Material: acero inoxidable Dimensiones: 0.94m de ancho * 1.29m de largo * 2.31m de alto.	
Modelo	Industrial	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie plana. Está diseñado para funcionar con una alimentación de gas propano. Encender motor principal. Encender ventilador. Programar la temperatura de deshidratación. Colocar en las bandejas la epidermis superficial e introducirlo en el horno. Programar el tiempo de deshidratado.		
Función Horno deshidratador de la epidermis superficial.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.		

Tabla 31: Ficha técnica de la mesa.

Ficha técnica de la mesa		
Construido por: IMISA	Fecha de elaboración: 07 de octubre 2021	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Mesa Material: acero inoxidable Dimensiones: 1.20m de ancho * 0.60m de largo * 0.90m de alto.	
Modelo	Industrial	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso La mesa debe estar anclada a una superficie plana. Apoyarse en la mesa para realizar los cortes. Utilizar el entrepaño para colocar utensilios de cocina.		
Función Mesa de corte y separación de la epidermis superficial del tejido graso del cerdo.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32: Ficha técnica de los recipientes auxiliares.

Ficha técnica de los recipientes auxiliares		
Construido por: INDUSTRIAS DARCE	Fecha de elaboración: 15 de febrero 2021	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Recipientes auxiliares. Material: acero inoxidable Dimensiones: 0.50m de ancho * 0.50m de largo * 0.70m de alto.	
Modelo	Industrial	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie plana. Apoyarse de los recipientes auxiliares para transportar el material.		
Función Recipientes auxiliares del proceso productivo.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Ficha técnica del equipo de lavado y descongelado.

Ficha técnica del equipo de lavado y descongelado		
Construido por: ECONOMART	Fecha de elaboración: 03 de octubre 2021	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Equipo de lavado y descongelado. Material: acero inoxidable. Dimensiones: 0.80m de ancho * 0.60m de largo * 0.75m de alto.	
Modelo	Industrial	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie plana. Está diseñado para funcionar con una alimentación de gas propano. Encender motor principal. Encender ventilador. Programar la temperatura de deshidratación. Colocar en las bandejas la epidermis superficial e introducirlo en el horno. Programar el tiempo de deshidratado.		
Función Horno deshidratador de la epidermis superficial.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34: Ficha técnica de la Balanza de plataforma.

Ficha técnica de la Balanza de plataforma		
Distribuido por: AZOCAR	Fecha de entrega: 20 de abril 2022	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Balanza de plataforma. Material: acero inoxidable. Dimensiones: 0.5m de ancho * 0.60m de largo * 0.75m de alto.	
Marca	Hiweigh X0	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie plana. Recargar si es necesario. Configurar sus unidades de medidas según la necesidad. Una vez cargada completamente tiene una durabilidad de hasta 36 horas sin conectar. Colocar en la superficie de la plataforma el material a pesar. Apagar después de usar.		
Función Registrar el peso de la materia prima.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.		

Tabla 35: Ficha técnica del Freezer horizontal.

Ficha técnica del Freezer horizontal		
Distribuido por: COPASA	Fecha de entrega: 6 de enero 2022	Aprobado por: Alimentos Merol S. A

Descripción física	Freezer horizontal Dimensiones: 1.87m de ancho * 0.78m de largo * 0.91m de alto.
Marca	Mabe
Especificaciones técnicas Freezer horizontal de 25 p ³ Dimensiones: 1.87m de ancho * 0.78m de largo * 0.91m de alto. Capacidad de 340kg. De dos puertas. 9 niveles de temperatura. Conexión eléctrica de 110v Desagüe	Equipo 
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie plana. Programar la temperatura de refrigeración. Guardar el material a refrigerar.	
Función Equipo de refrigeración para almacenar la materia prima.	
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo una vez por semana.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Ficha técnica del Filtro prensa vertical.

Ficha técnica del Filtro prensa vertical		
Construido por: SMOKY LAKE	Fecha de elaboración: 23 de octubre 2017	Aprobado por: Alimentos Merol S. A

Descripción física	Filtro prensa vertical. Material: acero inoxidable. Dimensiones: 0.70m de ancho * 0.70m de largo.
Modelo	Industrial
Filtro prensa vertical. Material: acero inoxidable 304. Dimensiones: 0.70m de ancho * 0.70m de largo. Capacidad de 25-40 galones/sesión. Bomba de diafragma con flujo de aire a 12 CFM a 90 PSI.	Equipo 
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie plana. Está diseñado para funcionar con una alimentación de aire a 12 CFM a 80 PSI Se conectan las mangueras de succión y descarga. Se recircula el líquido para verificar que se esté filtrando correctamente Si supera los 80 PSI significa que la sesión ha llegado a su fin.	
Función Filtro para separar los sólidos suspendidos de la manteca de cerdo.	
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Ficha técnica de la Llenadora de pistón.

Ficha técnica de la Llenadora de pistón		
Distribuido por: PREMET	Fecha de elaboración: 31 de enero 2022	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Llenadora de pistón. Material: acero inoxidable. Dimensiones: 1m de largo * 0.40m de ancho * 0.6m de alto.	
Modelo	Industrial	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie plana. Está diseñado para funcionar a una alimentación de aire de 2CFM a 90PSI Posee interruptor de pedal. Dosifica hasta 16 Onzas. Tiene función automática y manual.		
Función Envasar el producto final, manteca de cerdo.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Ficha técnica de la Balanza electrónica.

Ficha técnica de la Balanza electrónica.		
Distribuido por: AZOCAR	Fecha de entrega: 20 de abril 2022	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Balanza electrónica Material: acero inoxidable. Dimensiones: 0.19m de ancho * 0.23m de largo * 0.2m de alto.	
Marca	HIWEIGH	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie plana. Recargar si es necesario. Configurar sus unidades de medidas según la necesidad. Una vez cargada completamente tiene una durabilidad de hasta 36 horas sin conectar. Colocar en la superficie de la plataforma el material a pesar. Apagar después de usar.		
Función Pesar el producto a empacar, chicharrón de viento y pepena.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Ficha técnica de la Selladora de banda vertical.

Ficha técnica de la Selladora de banda vertical.		
Distribuido por: PREMET	Fecha de elaboración: 24 de marzo 2022	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Selladora de banda vertical Material: acero inoxidable. Dimensiones: 1m de ancho * 0.60m de largo * 0.35m de alto.	
Modelo	FR-900 vertical.	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso	El equipo debe estar anclado a una superficie plana. Encender el equipo. Regular la velocidad, la temperatura de sellado y de codificación. Colocar la bolsa a sellar sobre la banda. El ventilador siempre debe estar encendido. Verificar que la bolsa este correctamente sellada.	
Función	Sellar bolsas de distintos tipos de material.	
Mantenimiento	Se realiza mantenimiento preventivo una vez por semana.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Ficha técnica de la Bomba rotatoria.

Ficha técnica de la Bomba rotatoria.		
Distribuido por: BOMONSA	Fecha de elaboración: 21 de febrero 2022	Aprobado por: Alimentos Merol S. A
Descripción física	Bomba rotatoria Material: acero inoxidable Dimensiones: 0.20m de ancho * 0.50m de largo * 0.25m de alto.	
Modelo	QPUMPS/QL	
Especificaciones técnicas	Equipo 	
Características de uso El equipo debe estar anclado a una superficie plana. Asegurarse de que toda la conexión de tubería se encuentre correctamente. Accionar la bomba hasta transportar todo el producto de un lado a otro.		
Función Transportar la manteca desde el tanque mezclador hasta la tolva de la llenadora de pistón.		
Mantenimiento Se realiza mantenimiento preventivo diariamente por ser de uso alimenticio.		

Fuente: Elaboración propia

10.4 Recomendaciones de cambios en la infraestructura.

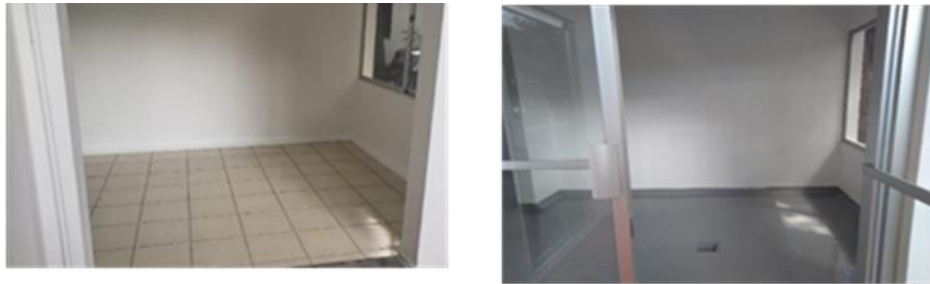


Figura 19: Cambios físicos del área de recepción de la materia prima.



Figura 20: cambios físicos del área de preparación y corte de la materia prima.

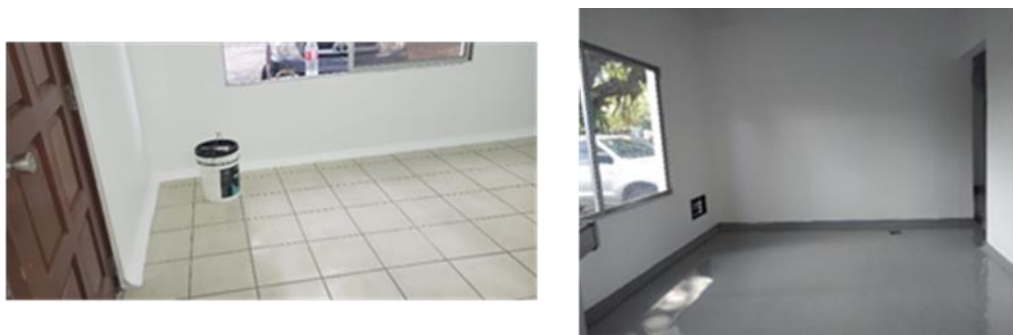


Figura 21: cambios físicos del área de extracción y filtración de la manteca de cerdo.



Figura 22: Cambios físicos del área de empacado y aprovechamiento de la epidermis.



Figura 23: Cambios físicos del área de vestidores.

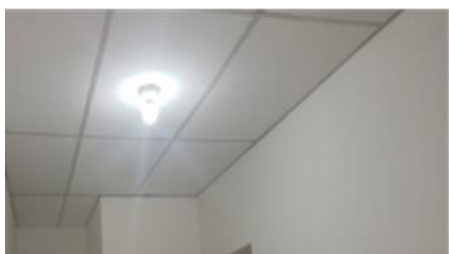


Figura 24: Cambios físicos del techo.



Figura 25: Cambios físicos del área del lavado de mano y botas. Muestra del desagüe antes existente.

El lavado de manos antes era manual y ahora es a pedal, el lavado de botas antes no tenía ningún muro que lo separara y evitara salpicaduras ahora tiene un muro que permite un lavado de botas sin salpicaduras. Antes había un único desagüe, ahora cada área tiene su desagüe a excepción del área de vestidores.

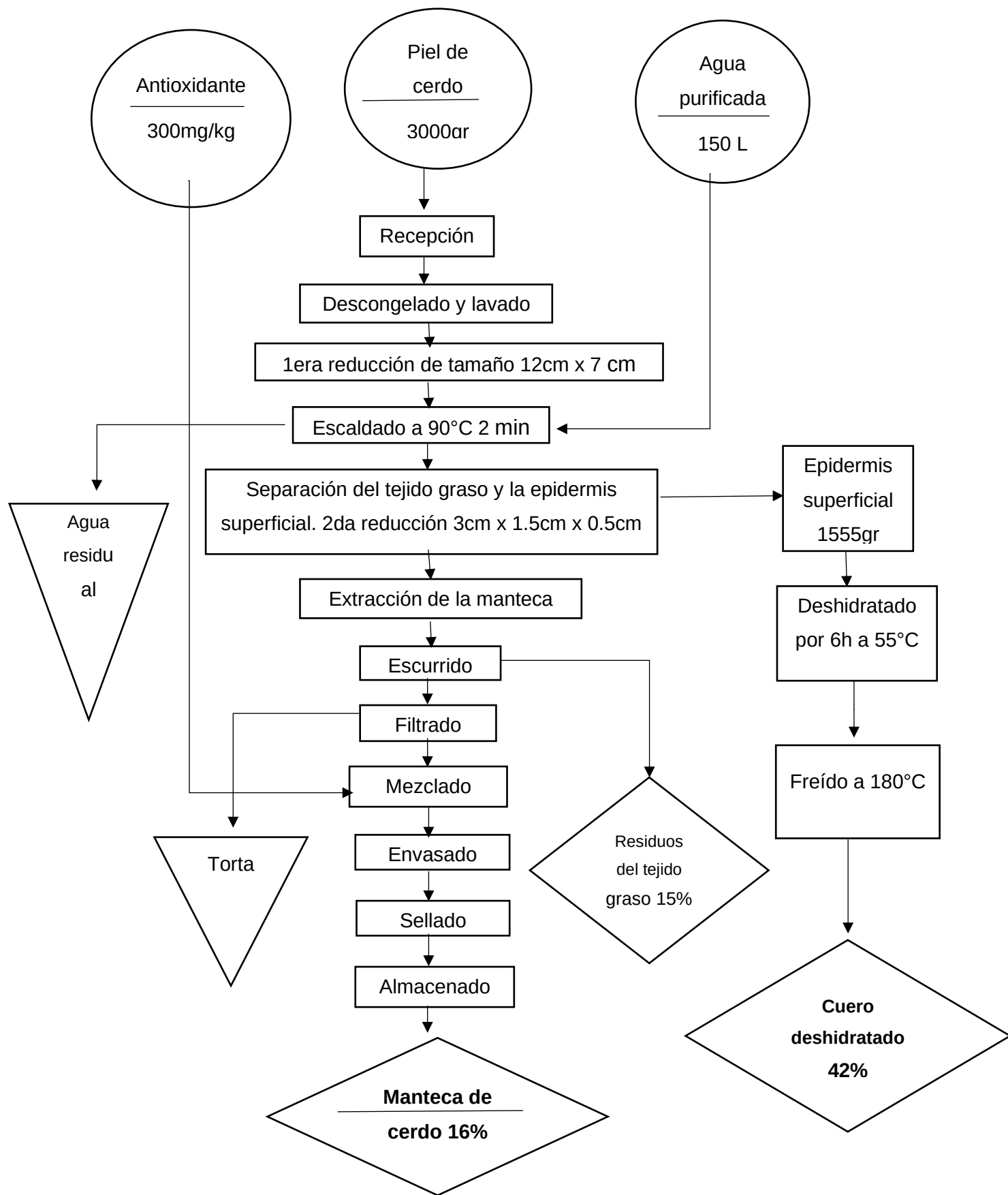
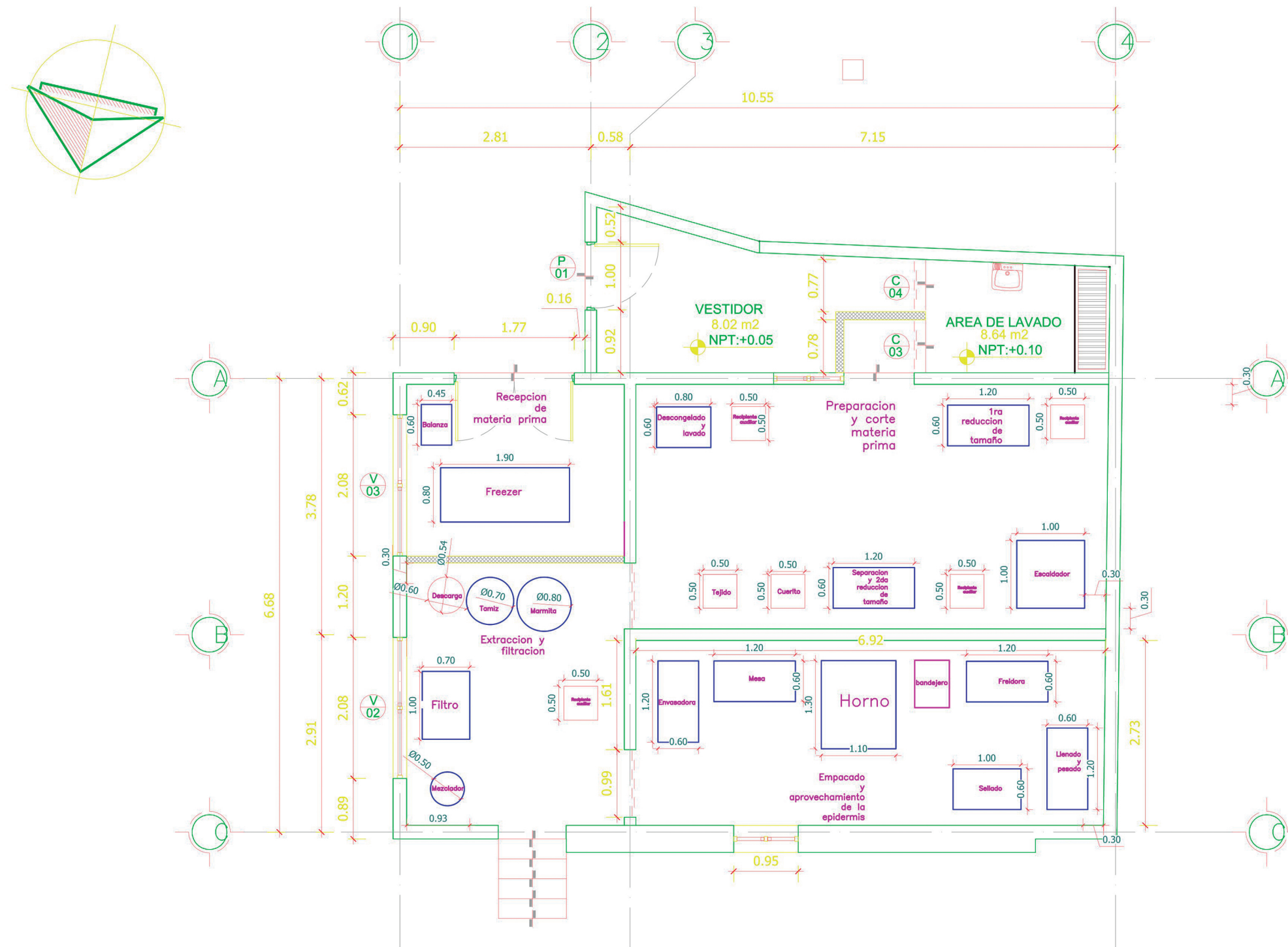


Figura 26: Flujograma del proceso productivo de manteca de cerdo y subproductos.



PLANTA ARQUITECTÓNICA

ESCALA: 1:100



DISEÑOS JOSUÉ 1:9

EL CONSTRUCTOR DEBERA VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y CONDICIONES DEL TERRENO, ASI COMO TAMBIEN INFORMAR DE LAS CONTRADICCIONES ENCONTRADAS AL DISEÑADOR CORRESPONDIENTE, ANTES DE COMENZAR LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCION.

EL CONTENIDO DE ESTOS PLANOS SON PROPIEDAD INTELECTUAL DEL DISEÑADOR, Y NO PODRAN USARSE SIN SU AUTORIZACION. LA PRIMAS Y SELLO ORIGINAL, DEBERAN APARECER EN CADA COPIA DE LOS PLANOS.

EL DISEÑADOR NO SE HACE RESPONSABLE POR EL USO DE MATERIALES DE MENOR CALIDAD QUE LOS AQUI INDICADOS, POR MALA EJECUCION DE LA CONSTRUCCION Y POR PROBLEMAS SURRIDOS DE NO SEGUIR LAS INDICACIONES DE LOS PLANOS Y LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.

EL DISEÑADOR NO SE HACE RESPONSABLE POR MODIFICACIONES O CAMBIOS HECHOS SIN SU AUTORIZACION POR ESCRITO.

NOTA: EL OBJETIVO DEL TERMINO ESQUEMATICO ES PARA ILUSTRAR LOS REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO POR LO QUE EL CONSTRUCTOR ESTA EN LA OBLIGACION DE EVALUAR LA MEJOR FORMA DE REALIZAR EL DISEÑO CORRESPONDIENTE EN FUNCION DE LAS CONDICIONES DE LA OBRA.

PROYECTO:

PLANTA DE PROCESAMIENTO "EL MEROL"

PROPIETARIO:

UBICACIÓN:

MANAGUA

CONTENIDO:

PLANTA ARQUITECTONICA

ESCALA:

1/100

ARQUITECTURA:

ARQ. DIGNA MARTINEZ

ARQUITECTURA:

ARQ. CARLOS MARTINEZ

HIDROSANITARIO ESQUEMATICO:

ELECTRICIDAD ESQUEMATICA:

DESARROLLO:

RONALD BELLO PICADO
CONSTRUCCIONES Y TRANSPORTE

FECHA:	HOJA No.	DE:
ESPECIALIDAD		

Figura 27: Plano arquitectónico, distribución de equipo.