

**Universidad de Matanzas  
Facultad de Ciencias Técnicas  
Departamento de Química**



Diseño preliminar de una mini-industria para la elaboración de mermelada de guayaba en el municipio Limonar.

Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniería Química

Autora: Lissandra Sánchez Lanz

Tutora: M.Sc. Heydi Liliet Rivero Gutiérrez

Matanzas, 2020

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Tribunal

---

Tribunal

---

Tribunal

## **Declaración de autoridad**

Yo, Lissandra Sánchez Lanz, declaro ser la única autora de este trabajo de diploma que lleva como título: Diseño preliminar de una mini-industria para la elaboración de mermelada de guayaba en el municipio Limonar, que pertenece íntegramente a la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Matanzas como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Químico. Autorizo a hacer uso del mismo como material de consulta por la mencionada institución académica.

---

Firma

**Nunca digas que algo es imposible, todo lo que te propongas hacer, si te lo propones seriamente, lo vas a lograr.**

**“Che”**

# Dedicatoria

A mis padres Ángel Luis y Bárbara

A mis hermanas

A mi familia en general

## **Agradecimientos**

A mis padres por el apoyo incondicional y por sacrificarse para que pudiera terminar la carrera.

A mis hermanas por la preocupación brindada.

A mi familia en general por el apoyo brindado y preocupación.

A todas mis amistades en especial a mi amigo Chaldrián por el apoyo brindado y por las horas de desvelo para que yo pudiera realizar la tesis.

A mi tutora Heydi Liliet Rivero Gutiérrez por su gran sacrificio, paciencia y dedicación durante la realización de mi trabajo de diploma.

A mis profesores de la universidad, que marcaron mi carrera, me siento muy orgullosa de haber tenido a unos maestros tan abnegados y sacrificados.

Han sido 5 años duros y de un camino lleno de obstáculos, pero siempre superados por el esfuerzo, años en los que aprendí no solo la importancia de mi profesión, sino también la importancia del compañerismo, la unidad y cuidar lo que uno hace en su vida. Me siento orgullosa de ser una Ingeniera Química.

## Resumen

En la presente investigación se lleva a cabo un diseño preliminar de una mini-industria de elaboración de mermelada de guayaba en el municipio Limonar. El proyecto se basa en la metodología planteada por Ulrich para el diseño de plantas químicas y adaptadas por Saravacos y Kostaropoulos para la industria de elaboración de alimentos. Para ello se asumió una capacidad de procesamiento de la planta de 500 kg diarios. Se determinó que el proceso sería discontinuo, se construyó un diagrama de bloques a partir de las etapas y operaciones involucradas en el proceso para realizar posteriormente una descripción detallada del mismo, especificando los parámetros de calidad de la materia prima y del producto final. Se realizaron balances de materia para determinar los flujos de entrada y de salida de los equipos, y definir así sus capacidades para su posterior selección. Se determinó que el costo de la inversión de la planta es de 790 590 CUP, mientras que los operacionales arrojaron un valor de 1 009 799,64 CUP/a, para una ganancia de 595 946,06 CUP anuales, por lo que el proceso será rentable e indica que se recuperará rápidamente la inversión a un ritmo de 1,33 años.

Palabras claves: mini-industrias, mermeladas, diseño

## **Abstract**

In the present investigation it is carried out a preliminary design of a mini-industry for elaboration of guava marmalade in the municipality Limonar. The project is based on the methodology outlined by Ulrich for the design of chemical plants and adapted by Saravacos and Kostaropoulos for the industry of foods elaboration. It was assumed a processing capacity of the plant of 500 kg/d. It was determined that the process would be discontinuous, a diagram of blocks was built starting from the stages and operations involved in the process to carry out a detailed description of the same one, specifying the parameters of quality of raw materials and final product. They were carried out material balances to determine the inlet and outlet flows of the equipment, and to define this way their capacities for their later selection. It was determined that the investment cost of the plant is 790 590 CUP, while the operational ones threw a value of 1 009 799,64 CUP/a, for a gain of 595 946,06 annual CUP, for what the process will be profitable and it indicates that it will recover the investment quickly to a 1,33-year-old rhythm.

Keywords: mini-industry; jam; desing



# Tabla de contenido

Introducción .....	1
Capítulo 1: Análisis bibliográfico .....	3
1.1- Definiciones generales de las PyMEs .....	3
1.1.1- Importancia de las PyMEs .....	4
1.1.2- Ventajas y debilidades de las PyMEs .....	5
1.1.3- PyMEs de producción de conservas de frutas y vegetales en Cuba .....	5
<b>1.2-</b> Conservación de frutas.....	7
1.2.1- Tecnología de la conservación .....	7
1.2.2- Métodos de conservación.....	8
<b>1.3-</b> Parámetros de calidad que definen las frutas .....	10
1.3.1- Parámetros que determinan la calidad interna .....	10
1.3.2- Composición química de las frutas .....	11
<b>1.4-</b> Criterios de calidad del producto final .....	11
1.4.1 Parámetros de calidad para la mermelada .....	12
<b>1.5-</b> Procesos involucrados en la elaboración del producto .....	15
<b>1.6-</b> Estudio del impacto ambiental .....	21
1.6.1- Evaluación del impacto ambiental.....	22
1.7- Conclusiones parciales .....	25
Capítulo 2 Materiales y métodos .....	26
2.1- Etapa 1: Concepción y definición .....	26
2.1.1- Evaluación del problema primitivo .....	26
2.1.2- Macrolocalización .....	26
2.1.3- Definición del tipo de proceso .....	27
2.2 Etapa 2: desarrollo del diagrama de flujo .....	27
2.2.1- Capacidad de la planta .....	27
2.2.2- Construcción del diagrama de flujo .....	28
2.2.3- Balances de materia y energía .....	28
2.2.3.1- Balances de masa .....	28
2.2.3.2- Balances de energía .....	32
2.3- Etapa 3: Diseño de los equipos .....	34
2.3.1- Características de los equipos del proceso .....	34
2.3.2- Materiales de construcción.....	34

2.3.3- Variables controladas.....	34
2.3.4- Selección y diseño de los principales equipos .....	34
2.4- Etapa 4: análisis económico .....	35
2.4.1- Costos de inversión .....	35
2.4.2- Costos de producción.....	38
2.4.3- Indicadores económicos de la producción.....	41
2.4.4- Indicadores de la eficiencia económica de la inversión.....	43
2.5- Valoración del impacto ambiental de la mini-industria.....	45
2.5.1- Elaboración de la matriz de importancia .....	45
2.6- Conclusiones parciales .....	47
Capítulo 3: Análisis de resultados .....	48
3.1- Definición de la propuesta .....	48
3.1.1- Macrolocalización de la planta .....	48
3.1.2- Definición del tipo de proceso .....	49
3.2- Caracterización del proceso tecnológico .....	49
3.2.1- Capacidad de la planta .....	49
3.2.2- Descripción general del proceso.....	49
3.2.3- Definición de la jornada laboral.....	53
3.2.4- Cantidad de operarios.....	54
3.2.5- Balances de materia y energía .....	54
3.2.5.1- Resultado de los balances de masa .....	55
3.2.5.2- Resultado de los balances de energía.....	55
3.2.6- Presentación del producto.....	56
3.2.7- Disposición de residuales.....	56
3.3- Selección de los principales equipos.....	57
3.3.1- Selección de los materiales de construcción .....	57
3.3.2- Selección de los equipos del proceso .....	57
3.4- Análisis económico.....	59
3.4.1- Estimación de la inversión .....	60
3.4.2- Costos de producción.....	61
3.4.3- Indicadores económicos del proceso productivo .....	63
3.4.4- Indicadores de la eficiencia económica de la inversión.....	64
3.5- Evaluación cualitativa del impacto ambiental .....	65

3.6- Conclusiones parciales .....	65
Conclusiones .....	66
Recomendaciones .....	67
Bibliografía .....	68
Anexos .....	74

## Introducción

La existencia de las pequeñas y medianas empresas (PyMes) se remonta desde que el ser humano comenzó a crear la economía como parte del apoyo de su subsistencia. Algunos autores consideran que el surgimiento de las PyMEs mucho más que definirlo como un “origen”, es el resultado de una gran crisis económica y también política que se ha vivido en la economía mundial en las últimas décadas.

Las (PyMes) son la fuerza económica más activa en casi todos los países, juegan un papel importante en el crecimiento económico y se consideran la columna vertebral del desarrollo industrial (Moghavvemi & Hakimian, 2012). Estas actualmente constituyen el sector productivo más importante en muchas economías y se puede decir que tanto en los países desarrollados como en los que están en proceso de crecimiento, este tipo de organización productiva es de significativa importancia.

Cuba se caracteriza por ser un país donde la agricultura es una de las economías más importantes; sin embargo, existe un grupo de factores que inciden negativamente en el traslado y comercialización de los cultivos, impidiendo que dichos productos lleguen a manos de la población. Esto ocasiona cuantiosas pérdidas económicas e insatisfacción de la alta demanda existente. Por ello es necesario el desarrollo de este tipo de industria agraria como una vía para la introducción de nuevas tecnologías y aumentar en gran medida el desarrollo nacional referido a la fabricación de alimentos, utilizando como materia prima las cosechas de las distintas unidades productoras.

Cuba trabaja en la implementación de PyMEs para el procesamiento de productos agrícolas, cuya creación y operación requiere que los territorios trabajen desde sus potencialidades no explotadas para garantizar, de manera efectiva y sostenible, un desarrollo económico que logre un equilibrio y una proporcionalidad a escala territorial (Plaza & Blanco, 2015).

Precisamente por las razones anteriores es importante realizar un levantamiento de las ubicaciones y potencialidades existentes para la implementación de mini-líneas de producción para el procesamiento de frutas, que puedan ser ubicadas en zonas donde se cuente con un flujo constante y variado de estos cultivos.

Para llevar a cabo la presente investigación se seleccionó el municipio Limonar, el cual cuenta con una elevada producción de frutales, entre ellos la guayaba, la cual se cosecha durante todo el año y tiene gran aceptación por parte de la población por su agradable sabor y su gran

valor nutritivo. Debido a que en los momentos en que existen picos productivos se dificulta su comercialización, se puede valorar la posibilidad de elaborar conservas que aumenten la vida útil del producto e incrementen su valor agregado.

De lo planteado anteriormente se deriva el siguiente **problema**:

Cómo evitar las pérdidas de cosecha de guayaba en el municipio Limonar.

Para dar respuesta al problema se plantea como **hipótesis**:

El diseño preliminar de una mini-industria de producción de mermeladas capaz de asimilar las cosechas de guayaba, hace posible reducir las pérdidas de las frutas en el municipio y a la vez obtener productos de calidad que satisfagan las necesidades de la población.

Por consiguiente, se define como **objetivo general** de la investigación:

Desarrollar la propuesta de diseño preliminar de una PyME para la producción de mermelada de guayaba en el municipio Limonar.

Para dar cumplimiento al objetivo general se plantean los siguientes **objetivos específicos**:

- Profundizar, a partir de la bibliografía especializada, en las definiciones, características y clasificación de las PyMEs.
- Establecer el diagrama de flujo del nuevo proceso de elaboración de mermelada de guayaba y la descripción del mismo.
- Realizar la selección de los principales equipos involucrados en el proceso productivo.
- Evaluar económicamente la alternativa propuesta.
- Evaluar el impacto ambiental que genera la puesta en marcha de la planta.

## Capítulo 1: Análisis bibliográfico

En el presente capítulo se realiza un análisis de las pequeñas y medianas empresas, se exponen los fundamentos teóricos relacionados con el tema de investigación, se abordan temáticas fundamentales como: sus definiciones, ventajas y desventajas e importancia; además se hace referencia a la industria agrícola en Cuba, así como las tecnologías utilizadas para la elaboración de mermeladas. También se definen los parámetros de calidad que caracterizan tanto a las frutas como al producto final.

### 1.1- Definiciones generales de las PyMEs.

Las PyMEs son entidades independientes, creadas para ser rentables, que no predominan en la industria a la que pertenecen, cuya venta anual en valores no excede un determinado tope y el número de personas que la conforman no supera cierto límite. Como toda empresa, tienen aspiraciones, realizaciones, bienes materiales y capacidades técnicas y financieras, todo lo cual les permite dedicarse a la producción, transformación y/o prestación de servicios para satisfacer determinadas necesidades y deseos existentes en la sociedad (Galicia, 2017).

Las PyMEs son actores indispensables para el crecimiento de toda economía. Constituyen más del 90% de las empresas en el mundo, siendo aún más alta su participación en Latinoamérica, con un 97%. Debido a sus características presentan un gran aporte a la generación de empleo, lo cual contribuye al desarrollo del aparato productivo nacional de un país y aporta al cambio de la matriz productiva.

Se consideran pequeñas empresas aquellas que tienen menos de 20 trabajadores y medianas las que tienen entre 20 y 500 empleados. Esta definición es susceptible de variar en función de los distintos contextos económicos e históricos, no existe una definición única que categorice a la pequeña y mediana empresa dado que se utilizan diversos criterios (Carranco, 2017).

Según el Banco Europeo de Inversiones (BEI), se consideran pequeñas y medianas empresas aquellas con menos de 500 trabajadores y con una participación máxima de un tercio del capital en manos de una empresa de grandes dimensiones. Mientras tanto siguiendo la definición adoptada por la cuarta directiva de sociedades de la Unión Europea (UE), en cambio, se considera que una empresa es pequeña cuando cuenta con menos de 50 empleados, su activo neto no supera 1,2 millones de euros y sus ventas no alcanzan los 5 millones. Las empresas medianas son aquellas que cuentan con una plantilla comprendida

entre 50 y 250 empleados, tienen un activo neto comprendido entre 1,2 y los 2,7 millones de euros y un volumen de ventas que oscila entre los 5 y los 10,7 millones. Las grandes empresas, según esta misma directiva, son aquellas que tienen en plantilla, al menos 250 trabajadores, un activo neto superior a los 2,7 millones de euros y un volumen de ventas que supera los 10,7 millones. (Lavarone, 2012).

La definición de PyMEs distingue tres tipos de empresas en función del tipo de relación que mantienen con otras según su participación en el capital, derecho de voto o de ejercer una influencia dominante entre las que se encuentran: empresas autónomas, asociadas y vinculadas

Según establece el Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL), las microindustrias son unidades económicas que, a través de la organización del trabajo y bienes materiales de que se sirven, se dedican a la transformación y elaboración de materias no alcohólicas o materias primas alimentarias que ocupen directamente hasta 10 trabajadores, y cuya capacidad de procesamiento diaria no exceda las 2 toneladas de materia prima; mientras que las mini-industrias ocupan hasta 50 trabajadores y su capacidad está en el rango entre las 2 a las 20 toneladas diarias de materia prima (MINAL, 2012).

#### 1.1.1- Importancia de las PyMEs

Las pequeñas y medianas empresas cumplen un importante papel en la economía de todos los países. Las naciones que conforman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) suelen tener entre el 70 % y el 90 % de los empleados en este grupo de empresas. El sector empresarial español y latinoamericano está constituido entre el 90 y 99 % por pequeñas y medianas empresas (Lavarone, 2012; Rojo, Bayo & Martínez-Baño, 2018).

Las PyMEs son un actor fundamental en el desarrollo de un sistema socioeconómico competitivo. Otorgan cambio y competencia al entorno económico, son ellas las que cambian la estructura del mercado. Desde un punto de vista dinámico, la entrada y salida constante de estas empresas del mercado es lo que contribuye a mantener un entorno de competencia, con niveles de precios y rentabilidad que tienden a los de un mercado competitivo. Además, la renovación constante de empresas cumple un rol crucial en los procesos de innovación y avances tecnológicos, al proveer una fuente esencial de nuevas ideas y experimentación que, de otra forma, permanecería sin explotar en la economía (Tan *et al.*, 2015).

Para Luna (2012), las pequeñas y medianas empresas proporcionan una de las mejores alternativas para la independencia económica, por lo que se puede decir que este tipo de empresas representa una gran oportunidad, a través de la cual los grupos en desventaja económica pueden iniciarse y consolidarse por méritos propios.

En Cuba, estas representan un factor de importancia para su crecimiento económico, tal como lo ha sido para países como México, Chile, Ecuador, y naciones desarrolladas como Estados Unidos, Japón, Alemania e Italia, donde contribuyen a una generación importante de empleos, participan en su mercado interno y trabajan en la sustitución de importaciones, por lo que requieren de un mayor apoyo para que puedan superar sus limitaciones (INEGI, 2010).

#### 1.1.2- Ventajas y debilidades de las PyMEs

Las PyMEs son mucho más vulnerables a las condiciones del mercado que las grandes empresas, ya que no tienen la capacidad de resistencia que tienen estas últimas imponiendo precios o cantidades. Pero esto es al mismo tiempo uno de sus puntos fuertes, porque las obliga a ser más dinámicas y flexibles para adaptarse a las condiciones cambiantes de los mercados. Esto les permite tener una estructura menos rígida que la de las grandes empresas, y un margen de maniobra y una capacidad de reacción mayores.

Al tener un tamaño más o menos reducido, tienen mayor dificultad para expandirse y poder llegar a mercados alejados de su punto de residencia. Por ello, la mayoría de las PyMEs se concentran en mercados locales, regionales o, como mucho, nacionales. Sin embargo, en los últimos años existe una clara tendencia a la internacionalización de la actividad económica de las pequeñas y medianas empresas que, mediante acuerdos con otras PyMEs alejadas de sus mercados de origen, consiguen ampliar su alcance y su actividad a territorios y mercados exteriores a los que, de otra forma, no podrían acceder (Lavarone, 2012).

#### 1.1.3- PyMEs de producción de conservas de frutas y vegetales en Cuba

Las PyMEs agrícolas generan empleo y permiten abastecer la demanda de productos agrícolas en el mercado. Se conforman por recursos naturales y capital que cuenta con factores tanto externos como internos que condicionan la producción y se enfrentan a la creciente globalización de los mercados con una deficiente organización administrativa (Asthon & Barrett, 2010).



En la etapa capitalista la industria conservera de frutas y vegetales de Cuba tenía un gran desnivel económico y técnico. La elaboración del producto se llevaba a cabo en dieciséis mal nombradas fábricas, pues en realidad casi todas eran conocidas como “chinchales”, en los cuales solo se contaba con un pequeño espacio y un reducido volumen de producción.

Las fábricas eran pequeñas, semiartesanales y están ubicadas, en muchos casos, en las viviendas de los dueños. Estos comenzaban a fabricar conservas con una paila y una tapadora manual, a medida que iban obteniendo ganancias, invertían el dinero en más equipos, generalmente de uso y en malas condiciones tecnológicas.

Los equipos se instalaban donde cupieran, sin tener en cuenta la normalización del flujo tecnológico y las posibles instalaciones futuras, de acuerdo con la demanda de productos y sus posibilidades de producir. Estas fábricas se instalaban sin previo estudio económico y casi todas estaban situadas en las provincias occidentales (la mayoría en La Habana), a pesar de que las materias primas se encontraban en mayor porcentaje en las provincias orientales.

En esta etapa, lo que primaba en todos los casos eran las ganancias, sin tener en cuenta la calidad del producto. Después del triunfo de la Revolución se emprende la eliminación de la anarquía comenzando por: normalizar los procesos tecnológicos, ampliar los flujos de producción, eliminar los “chinchales” cerrando algunos y mejorando otros, reparar y montar verdaderas fábricas (Libertad, La Conchita, Yara, Turquino, entre otras), formar cuadros técnicos, crear controles económicos, implantar controles que permitieran garantizar la calidad de la producción, establecer medidas de seguridad e higiene y construir y montar laboratorios modernos.

Actualmente, las conservas de frutas y vegetales en Cuba poseen una alta calidad debido a los cambios introducidos en la producción. Los cambios en la elaboración de productos han traído beneficios desde el punto de vista económico y social como: mejores condiciones de trabajo para los obreros, perfeccionamiento de los procesos de producción, aumento de la producción con la disminución de los costos, mayor calidad de los productos, disminución de las importaciones, entre otros.

Los planes de desarrollo agrícola para el cultivo de frutas y vegetales (tomate, piña, guayaba, cítricos, entre otros) que se llevan a cabo en el país, permitirán el incremento de estas producciones en el futuro.

Las plantas elaboradoras de conservas de frutas y vegetales de nuestro país podrán convertirse en una de las principales fuentes de ingreso de divisa, lo cual contribuirá al desarrollo económico y social.

Las unidades de este tipo constituyen importantes eslabones en la cadena productiva agropecuaria, pues aprovechan los excedentes no comprometidos con la venta directa a la población, para transformarlos en diferentes derivados, sin que el campesino sufra pérdidas (Gómez, 2015).

## **1.2- Conservación de frutas**

Los productos alimenticios de origen animal y vegetal (frutas, vegetales, carne, leche, pescado, entre otros) en condiciones naturales no pueden conservarse mucho tiempo porque suelen descomponerse.

Su descomposición está acompañada de transformaciones físico-químicas y bioquímicas como: cambios de color, aroma y sabor; transformaciones de azúcares, fermentaciones, desarrollo de mohos y otras. Además, hacen que el producto en estado natural sea perjudicial a la salud del hombre o no apto para el consumo.

La conservación de productos alimenticios es extraordinariamente importante, pues permite mediante una adecuada planificación de áreas de cultivo, mantener la existencia de productos y suplir su carencia en épocas en que no pueden ser cosechadas (cambios de estaciones y alteraciones climáticas) (Acea, 2017).

### **1.2.1- Tecnología de la conservación**

La tecnología de la conservación estudia los métodos y procesos de la elaboración de frutas, vegetales, carnes, leche, pescado y huevos en productos duraderos aptos para el consumo. Por su esencia, la tecnología de la conservación es química, ya que en todos los casos mencionados son posibles o se producen determinados procesos químicos. La conservación pretende, en algunos casos, impedir el desarrollo de estos procesos para preservar la naturalidad de la materia prima, la asimilación y las cualidades nutritivas del producto terminado.

En ocasiones, la tecnología de la conservación tiene como tarea acelerar el desarrollo de ciertos procesos químicos para obtener productos alimenticios más asimilables y de mayor calidad.

Las tareas fundamentales de la tecnología de la conservación son:

- Determinación del método de conservación empleando el medio más adecuado para la aplicación del escogido en la elaboración de las materias primas.
- Creación del esquema del proceso de producción y construcción de nuevas máquinas y aparatos para evitar el contacto de los trabajadores con las materias primas o productos terminados.
- Establecimiento sobre la base de análisis críticos, técnicos y económicos de las condiciones óptimas para cada nueva producción. La solución correcta de esta tarea conduce hacia el ahorro de materia prima, trabajo y energía (petróleo y electricidad) por unidad de producto terminado; el mejoramiento de la calidad y el abaratamiento de este.
- Aumento del rendimiento en la producción que representa la relación entre la materia prima y la producción terminada expresada en tanto por ciento menor de 100 %; esto depende de la cantidad de desperdicios y de las pérdidas en la elaboración de las materias primas. Se deben disminuir los desperdicios y utilizar el resto en otras producciones para aumentar el rendimiento. Cuanto más se aproxima este al 100 % los desperdicios y las pérdidas son menores, por tanto, el rendimiento es mayor.

#### 1.2.2- Métodos de conservación

Después de que se demostraron científicamente las causas de la descomposición de los alimentos, se estudiaron las condiciones fundamentales para el desarrollo de microorganismos y las condiciones en que pueden almacenarse los productos alimenticios para evitar que sufran procesos físico-químicos. Además, se descubrieron los medios para destruir los microorganismos, previendo su acción sobre los alimentos o su actividad antes de la descomposición.

Los métodos para conservar los productos alimenticios deben permitir que las materias se conserven de la forma más parecida posible a su estado fresco. Estos se han creado sobre la base de los medios utilizados para eliminar las causas de la descomposición de las materias

primas (el calor, el frío, las sustancias químicas, los distintos rayos, entre otros) que destruyen los microorganismos o impiden su actividad y desarrollo.

Los métodos de conservación, según los medios se clasifican en:

- Métodos de conservación por calor:
  - Sin cambiar la concentración del producto. (esterilización, pasteurización, tindalización)
  - Para extraer parte del agua del producto. (deshidratación, concentración añadiendo y sin añadir materiales auxiliares)
- Métodos de conservación por frío (refrigeración, congelación)
- Métodos químicos de conservación (ácido sulfuroso, benzoato de sodio, ácido benzoico, dióxido de azufre, bisulfito de potasio, metasulfito de sodio o potasio, ácido fórmico, entre otros)
- Métodos físicos de conservación (aplicación de CO<sub>2</sub>, filtros bacteriológicos, ultrasonido)
- Métodos de conservación por energía de rayos (rayos ultravioletas, rayos infrarrojos, corriente de alta frecuencia, ionización)
- Métodos biológicos de conservación (uso de la presión osmótica y de antibióticos)

En el caso de los concentrados de frutas y hortalizas, el método que más se emplea es la concentración y, en ocasiones, la adición de conservantes químicos.

El principio fundamental del método de concentración es disminuir el contenido de agua del alimento. El bajo contenido de agua y la alta concentración de sustancias secas eliminan el posible desarrollo de microorganismos en los productos.

La concentración impide la actividad de los microorganismos que descomponen los productos. Los alimentos concentrados no presentan un medio favorable para el desarrollo de los microorganismos, porque en sus células se origina una alta presión osmótica que les impide realizar sus funciones vitales. Se elaboran las sustancias líquidas (leche, jugo o pulpa de frutas y vegetales) calentándolas hasta separar parte del agua que contienen.

En la práctica, a menudo se facilita la concentración agregando al producto desde 40 hasta 60 % de azúcar. Se disminuye el tiempo de calentamiento y mejoran el contenido y el sabor del alimento.

Los métodos químicos se basan en la adición de algunas sustancias químicas (conservantes) a las materias primas para aniquilar o suprimir la actividad vital de los microorganismos. El medio químico utilizado debe frenar la actividad de los microorganismos sin afectar la materia

prima ni perjudicar el organismo humano. Los conservantes químicos siempre son, en mayor o menor medida, perjudiciales a la salud (Acea, 2017).

### **1.3- Parámetros de calidad que definen las frutas**

Los parámetros de calidad de las frutas varían con las preferencias de los consumidores y están en dependencia de diferentes características y atributos del producto (Sánchez, De la Haba, Guerrero, Garrido-Varo & Pérez-Marín, 2011).

#### 1.3.1- Parámetros que determinan la calidad interna

Entre los parámetros que determinan la calidad interna de las frutas y vegetales se encuentran: el contenido total de sólidos solubles o Brix, la acidez activa (pH), la acidez valorable total, el contenido de humedad o sólidos totales (materia seca), la jugosidad y el índice de madurez.

Contenido total de sólidos solubles: La escala Brix se utiliza en el sector de alimentos, para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de frutas, vino o líquidos procesados dentro de la industria agroalimentaria, ya que en realidad lo que se determina es el contenido de sólidos solubles totales.

Acidez activa – pH: Sirve para cuantificar la concentración de  $H^+$  existente en el zumo obtenido del licuado del fruto, que se puede considerar la acidez activa. Esto se puede relacionar con el contenido de ácidos presentes, la capacidad de proliferación microbiana en conservación (valores bajos permitirán una vida de anaquel más amplia) puesto que actuará a nivel biológico en el fruto como barrera fisiológica natural frente a la acción microbiana.

Acidez valorable total: Determina la concentración total de ácidos contenidos en un alimento, hortaliza o fruto. Se determina mediante una volumetría ácido-base (determina los ácidos solubles como cítrico, málico, láctico, oxalacético, succínico, glicérico, fosfórico, clorhídrico, fumárico, galactourónico, glicérico y tartárico). Los ácidos influyen en el sabor de los alimentos (aspereza), el color, la estabilidad microbiana y en la calidad de conservación.

Contenido de humedad o sólidos totales (materia seca): La determinación del contenido de humedad en la industria agroalimentaria es un factor importante en la calidad de frutas y hortalizas ya sean frescas o procesadas, e influye decisivamente en la conservación y en el deterioro de los frutos. La determinación del contenido en materia seca es también muy importante a la hora de calcular los demás sustituyentes de frutas y hortalizas sobre materia

seca, que es una base uniforme y menos variable que el peso fresco. Todas las frutas y hortalizas contienen agua como componente mayoritario, que oscila entre un 60 % y 96 %.

Jugosidad: Este parámetro informa acerca del contenido de zumo que tiene un determinado fruto.

Índice de madurez: Es un parámetro indirecto determinado a partir de la cuantificación del contenido total de sólidos solubles y la acidez valorable. Pero su importancia es grande ya que puede ser un indicativo bastante preciso para determinar la calidad organoléptica de frutos, es decir, conociendo su valor es posible estimar el sabor de un determinado fruto o cómo se aleja del mismo (Domene & Segura, 2014; Romero *et al.*, 2018; Tifani, Nugroho & Purwanti, 2018).

### 1.3.2- Composición química de las frutas

En la presente investigación, se tomó como objeto de estudio la guayaba, debido a que esta es cosechada durante todo el año. A continuación, se describe la composición química de la misma, la cual tributa a su valor nutricional.

La guayaba es una fruta que posee un 78 % de agua; 0,9 % en proteínas; 0,40 % en grasa; 7,70 % en azúcares; 2,70 % en hidratos de carbono; fibra bruta 8,50 %; acidez expresado en ácido tánico 1 %; cenizas 0,80 %; calorías 43,24; la guayaba además contiene vitaminas A, B1. También es una fuente excepcional de licopeno, proporcionando aproximadamente 5,200 µg/100 g. Por cada 100 gramos de guayabas hay alrededor de 0,5 gramos de sustancias antioxidantes, según un estudio realizado en la India, proporción tres veces mayor que otras frutas (Moreno, 2014; Acea, 2017).

### 1.4- Criterios de calidad del producto final

Con la fruta mencionada anteriormente, se pueden elaborar pulpas, néctares, compotas, jugos, mermeladas, concentrados y dulce de guayaba. En este caso, se selecciona como productos de interés la mermelada de guayaba, puesto que constituye uno de los métodos más populares para la conservación de este tipo de alimentos.

Los criterios que determinan la calidad de la mermelada se dividen en tres grupos: los requisitos físicos, los físicos-químicos y los microbiológicos.

#### Requisitos físicos

Aspecto: Homogéneo, libre de materias extrañas, así como de fragmentos macroscópicos de cáscaras y semillas. Libre de cristalización en la superficie. Se admite ligera sinéresis

(superficie del producto ligeramente húmedo debido a la separación espontánea del líquido contenido en el interior de la masa de este).

Textura: Pastosa y suave. No presentar gomosidad. En el caso de la guayaba, en el producto se admite ligera sensación arenosa (típico de algunas variedades de esta fruta).

Consistencia: El producto tendrá una consistencia tal que permita una adherencia razonable.

Color: Brillante, característico de las frutas u hortalizas utilizadas o del color resultante de la combinación de frutas o de estas con hortalizas. El producto no tendrá oscurecimiento.

Olor: Característico de las frutas u hortalizas utilizadas o de la mezcla de estas. El producto estará libre de olor a fruta pasada de madurez y olores extraños.

Sabor: Característico de las frutas u hortalizas o mezclas empleadas y adecuadamente procesadas o de algún saborizante natural o artificial empleado.

#### Requisitos físico-químicos

Contenido de sólidos solubles por lectura refractométrica a 20 °C: 73 % mínimo

pH: 3,20 – 3,70

#### Requisitos microbiológicos

El producto no contendrá ningún microorganismo capaz de desarrollarse en condiciones normales de almacenamiento, y estará exento de sustancias procedentes de microorganismos en cantidades tales que representen un peligro para la salud (NC 475: 2010; NC 288: 2003)

#### 1.4.1 Parámetros de calidad para la mermelada

Según Mancheno (2011) la mermelada, como todo alimento para consumo humano, debe ser elaborada con las máximas medidas de higiene que aseguren la calidad y no pongan en riesgo la salud de quienes la consumen. Por lo tanto, debe elaborarse en buenas condiciones de sanidad, con frutas maduras, frescas, limpias y libres de restos de sustancias tóxicas. Puede prepararse con pulpas concentradas o con frutas previamente elaboradas o conservadas, siempre que reúnan los requisitos mencionados.

Entre los parámetros que determinan la calidad para la mermelada se encuentran: el tiempo de cocción de la misma, la humedad, la acidez y los contaminantes metálicos, así como las materias primas e insumos (azúcar, ácido cítrico, pectina y conservante) utilizados para realizarla.

Tiempo de cocción: El tiempo de cocción corto es de gran importancia para conservar el color y sabor naturales de la mermelada. Es conveniente recordar que una excesiva cocción aumenta en grado extremo la inversión del azúcar (Julca, 2014).

Azúcar: Según Javier (2014) el azúcar es un ingrediente esencial. Desempeña un papel vital en la gelificación de la mermelada al combinarse con la pectina. Es importante señalar que la concentración de azúcar en la mermelada debe impedir tanto la fermentación como la cristalización. Resultan bastante estrechos los límites entre la probabilidad de que fermente una mermelada porque contiene poca cantidad de azúcar y aquellos en que puede cristalizar porque contiene demasiada azúcar. El azúcar a utilizarse debe ser de preferencia azúcar blanca, porque permite mantener las características propias de color y sabor de la fruta.

Pectina: La fruta contiene en las membranas de sus células una sustancia natural gelificante que se denomina pectina. La cantidad y calidad de pectina presente, depende del tipo de fruta y de su estado de madurez. Esta fibra se caracteriza por ser soluble en agua y unida con el azúcar y los ácidos de la fruta forman un gel, por lo que se considera un ingrediente esencial en la elaboración de mermeladas puesto que ayuda a espesar el producto de forma natural. En casos de necesitarse sustituto para la misma se utiliza la carragenina y el almidón modificado.

Agua: Debe evitarse una cocción excesiva y adicionar únicamente la cantidad de agua absolutamente necesaria para obtener el peso final correcto. Con vistas a obtener una calidad uniforme, debe emplearse siempre la misma cantidad de agua.

Ácido cítrico: En las mermeladas, la acción conservadora del azúcar es complementada por niveles altos de acidez, que determinan valores de pH entre 3,0 y 3,5 en el producto terminado; en este rango de pH, la mayoría de microorganismos no pueden desarrollarse.

El ácido cítrico es importante no solamente para la gelificación de la mermelada, sino también para conferir brillo al color, mejorar el sabor, ayudar a evitar la cristalización del azúcar y prolongar su tiempo de vida útil. El ácido cítrico se añadirá antes de cocer la fruta ya que ayuda a extraer la pectina de la misma.

El ácido cítrico se presenta en forma granulada y tiene un aspecto parecido al del azúcar blanca. La cantidad que se emplea de ácido cítrico varía entre 0,15 y 0,2 % del peso total de



la mermelada, y esta debe llegar a un pH de 3,5 ya que esto garantiza la conservación del producto.

Según NC 288 (2003) la acidez valorable expresada en ácido cítrico monohidratado, para frutas no cítricas está entre 0,2-1,2 %; para frutas cítricas 0,10 – 0,70 %; para hortalizas 0,20 – 0,90 % y para mezclas de frutas y hortalizas 0,10 – 1,20 %.

Conservantes: Los conservantes son sustancias que se añaden a los alimentos para prevenir su deterioro, evitando de esta manera el desarrollo de microorganismos, principalmente hongos y levaduras. Los conservantes químicos más usados son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio.

La cantidad del conservante no debe exceder el 0,1 % del peso de la mermelada, y se prepara en un recipiente limpio y seco disolviendo en una pequeña cantidad de agua tibia.

Frutas: La calidad final de la mermelada va a depender necesariamente de las características de sanidad, madurez y composición de las frutas que se empleen. Las frutas destinadas a la elaboración de mermeladas deben estar sanas. Si poseen principios de descomposición en las que sus características de color, aroma o sabor hayan cambiado, deben ser descartadas. Estos cambios generalmente se producen por hallarse rotas, magulladas, o sobremaduras. Cualquiera de estos estados favorece el desarrollo de microorganismos, los cuales invaden las frutas entrando por las heridas causadas por maltratos o perforaciones de insectos. También se debe evitar procesar frutas con altos contenidos de pesticidas y demás sustancias que generalmente se emplean para evitar ataques de plagas; ya que pueden causar cambios en el gusto y sanidad de la mermelada.

El grado de madurez de las frutas influye en las características físico-químicas y sensoriales del producto final. Las frutas pintonas no han desarrollado completamente el color, aromas y sabores característicos. A su vez, las frutas sobremaduras poseen poca pectina en estado apropiado para contribuir a la gelificación de las mermeladas (Moreno, 2014).

Contaminantes metálicos: Según la NC 288 (2003) los valores máximos de contaminantes metálicos expresados en mg/kg son los siguientes: Estaño (Sn) 200, Cobre (Cu) 15, Plomo (Pb) 2, Zinc (Zn) 20, Cadmio (Cd) 0,2.

## **1.5- Procesos involucrados en la elaboración del producto**

Según Rivero (2019), la obtención de productos industriales es el resultado de innumerables acciones físicas, químicas y mecánicas sobre las materias primas y materiales auxiliares elaborados.

Cada operación de producción se compone de distintas manipulaciones. El conjunto de todas estas operaciones planificadas y sucesivas constituyen el proceso de producción. Los procesos productivos de la industria conservera encierran muchas operaciones y cada una es parte integrante de todo el conjunto.

Las operaciones de producción con las que se modifican las características físicas, forma, estado y composición química de las materias primas y materiales auxiliares se denominan operaciones tecnológicas. Estas definen la calidad de la producción y tienen mayor influencia sobre sus índices económicos. Aunque las operaciones de producción en la conservación son más variadas, se pueden agrupar de la forma siguiente:

Operaciones preparatorias: pesar, limpiar, clasificar, calibrar, lavar, preparar los envases, entre otras.

Operaciones tecnológicas: cortar, moler, repasar, prensar, blanquear, freír, esterilizar, pasteurizar, cocinar, deshidratar, refrigerar, congelar, entre otras.

Operaciones concluyentes: preparar del embalaje para la producción terminada, dosificar la producción, tapar los envases, situar las etiquetas y almacenar la producción.

A continuación, se muestran algunos equipos utilizados en las diferentes etapas del proceso, así como sus ventajas y desventajas, haciendo énfasis en los procesos térmicos.

### **Selección**

Es una de las operaciones preparatorias más importantes del proceso de elaboración y se refleja en la producción terminada. Las frutas se agrupan de acuerdo con sus características: tamaño, grado de madurez, color, entre otras; de esta forma se facilita la elaboración y se garantizan las condiciones para obtener un producto terminado de alta calidad.

En algunas ocasiones, la selección se realiza antes del lavado y en otras después. Cuando la materia prima está relativamente limpia, es posible hacer la selección antes del lavado, lo cual favorece el trabajo pues evita operar la materia prima con las manos mojadas; no obstante, tiene la desventaja de que se manipula materia prima sucia y se introduce una gran cantidad

de microorganismos en el local de trabajo mediante el contacto de las frutas y los vegetales sucios, creándose las condiciones para la contaminación masiva.

Se consideran dos tipos fundamentales de selección de materia prima: de acuerdo con la calidad (selección) y con el tamaño (calibrado).

### **Lavado**

El lavado es una operación imprescindible en las frutas sucias con tierra, sustancias desinfectantes (herbicidas, fungicidas, entre otros), y que presentan en su superficie una abundante microflora epífita. Con este lavado se elimina la suciedad y se logra detectar el estado real de las materias primas; por otra parte, se observan los defectos con más facilidad, lo cual permite que la selección cualitativa sea más precisa. El método de lavado se elige según el tipo y estado de la materia prima, así como el grado de suciedad de esta.

Las máquinas lavadoras más utilizadas en la industria conservera son las siguientes: lavadora de inmersión con agitación por sistema de aire comprimido, lavadora de inmersión con sistema de hélices, lavadora de cilindro rotatorio y lavador de cepillos rotatorios.

El lavado por inmersión elimina partículas y suciedad firmemente adheridas al producto, sin maltratar excesivamente su superficie, y permite el empleo de detergentes y productos sanitarios, como los desinfectantes y otros, lo cual vuelve dicho método mucho más eficiente para la limpieza de la materia. Sin embargo, emplea grandes cantidades de agua (cuyo problema es no solo el costo, sino también la producción de grandes volúmenes de efluentes que normalmente exigen un tratamiento previo a su eliminación final) y deja humedad en la superficie de la materia prima, por lo que en ocasiones es necesario secar antes las frutas y hortalizas para su almacenamiento y procesamiento, ya que las superficies húmedas se alteran con rapidez.

### **Limpieza**

Las frutas tienen partes desechables como alimento (cáscara, cutícula, semillas grandes o pequeñas, pedúnculo, placenta, entre otras), las cuales se deben eliminar. La limpieza de las partes no comestibles se puede realizar manualmente, de forma mecánica o por la combinación de ambos métodos. En las fábricas pequeñas no es necesario el uso de máquinas costosas y de alta capacidad, ya que las operaciones se realizan a mano o en máquinas de baja capacidad que requieren un trabajo manual complementario.

## **Pelado**

En la mayoría de las frutas, la cáscara se encuentra unida a la masa formada por tejidos más fibrosos y consistentes. Frecuentemente tiene sabor desagradable y se oscurece durante el proceso de elaboración; esto afecta la calidad del producto terminado, por lo que resulta conveniente en muchos casos su eliminación.

### Métodos de pelado:

*Pelado manual:* este tipo de pelado se utiliza frecuentemente, aunque ocasiona serias dificultades, ya que no permite mantener las condiciones óptimas de higiene, resulta lento y crea las condiciones propicias para el desarrollo de microbios sobre los productos e instrumentos de trabajo. Este método posee numerosas ventajas, tales como: bajo costo, bajo requerimiento de agua, posibilidad del uso de la piel o cáscara, y la garantía de que el agua no se contamina con químicos. Sin embargo, implica alto costo de mano de obra, mayor probabilidad de contaminarse con microorganismos, y hay productos que solo pueden pelarse de esta manera.

*Pelado mecánico:* para este tipo de pelado se utilizan máquinas que actúan por raspado o por corte de la cáscara. El pelado por raspado se utiliza principalmente en los tubérculos. Este tipo de pelado resulta poco económico, ya que muchas veces debido a la forma de la materia prima se pierde mucha masa. Además, las frutas y los vegetales que se encuentran más cerca de la superficie áspera se pelan más profundamente que los que se encuentran más lejos. El pelado por raspado nos es aconsejable para las frutas. El pelado por corte no encuentra amplia aplicación, ya que su utilización solo es posible en materias primas de superficie uniforme.

*Pelado por medio de vapor:* en muchos casos se utiliza el vapor o el agua caliente para facilitar la operación de separar posteriormente la cáscara.

*Pelado químico:* es un proceso muy utilizado en las industrias para el pelado de toneladas de materia prima con la finalidad de minimizar costos de mano de obra. El pelado químico se utiliza ampliamente en el procesamiento de frutas y hortalizas. La operación es una de las más importantes en el procesamiento de conserva de durazno, luego de ser preservada por congelación para su posterior exportación. El pelado químico se basa en la desintegración y desprendimiento del tejido en contacto con la piel de los vegetales debido a un ataque químico combinado con un choque térmico. La piel se separa posteriormente con chorros de agua a

presión. El agente químico más utilizado es una disolución de sosa caliente a concentraciones muy elevadas (en función del tipo de materia prima pueden llegar hasta el 15 %), en otras ocasiones también se utilizan ácidos. A veces a esta disolución se le aplican agentes tensoactivos para mejorar el ataque de la sosa y reducir el tiempo del baño (Quispe, 2012). Se ha comprobado que las sales alcalinas se emplean en tan pequeñas cantidades para este tipo de pelado, que no representan peligro alguno para el organismo humano; la pequeña cantidad de sales que se adhiere a las frutas es neutralizada durante el lavado por los ácidos orgánicos contenidos en ellas (Acea, 2017).

*Pelado al fuego:* existen vegetales que no se pueden pelar por métodos químicos, como por ejemplo los tomates, las cebollas, los pimientos y otros; además, no resulta económico pelarlo por métodos manuales o mecánicos. En estos casos se puede emplear el pelado térmico que se realiza a fuego lento o en hornos especiales por medio de aire fuertemente calentado.

### **Cortado**

El cortado de frutas y vegetales es necesario para preparar adecuadamente su elaboración con el objetivo de facilitar un proceso tecnológico correcto, rápido y fácil. Este, no solamente es necesario para prepararlos de la forma más adecuada para el consumo, sino también para facilitar la difusión osmótica, la transferencia de calor uniforme y la más completa utilización del envase.

El tipo de cortado se determina de acuerdo con el producto que se va a elaborar y teniendo en cuenta la materia prima que se utilizará. Para casi todas las frutas y vegetales es posible utilizar máquinas cortadoras específicas; no obstante, en muchas ocasiones es necesario complementar la acción de las máquinas mediante un trabajo manual.

Entre las máquinas cortadoras más utilizadas en la industria conservera se encuentran: las cortadoras con cuchillas montadas sobre un disco horizontal, las cortadoras con cuchillas montadas sobre un disco vertical, las cortadoras con cuchillas de disco y estrellas alimentadoras, y las cortadoras combinadas; estas últimas son utilizadas para el cortado de materias primas como fruta bomba, piña, zanahoria, entre otras, en cubitos o lascas uniformes (Pérez & Martínez, 2011; Guerrero, *et al.*, 2012; CPMLN, 2012; Iza, 2013; Chapoñan, 2016; Benites *et al.*, 2016 y Villanueva, 2016; Acea, 2017).

### **Cocción**

Es la operación que transforma física y químicamente el aspecto, la textura, la composición y el valor nutricional de los alimentos por la acción del calor, y satisface notablemente los sentidos de la vista, el olfato y el gusto.

Esta operación provoca en los alimentos dos tipos de cambios fundamentales:

Cambios físicos: están relacionados con aquellos cambios que no modifican las propiedades de los alimentos, pues solamente alteran la forma original de los mismos, por ejemplo, cambios en el volumen y el peso.

Cambios químicos: son los que modifican las propiedades organolépticas de los alimentos, como el color, olor, sabor y textura.

La cocción se diferenciará en dos etapas: precocción y cocción. La precocción es importante para romper las membranas celulares de la fruta y extraer toda la pectina; este proceso dura alrededor de 10 a 15 minutos a una temperatura de 80°C antes de añadir el azúcar.

La cocción de la mezcla es la operación que tiene mayor importancia sobre la calidad de la mermelada. El tiempo de cocción depende de la variedad y textura de la materia prima, pero se considera de unos 20 a 25 minutos después de que alcanza la temperatura de ebullición. Esta operación se lleva a cabo en hornillas industriales o en marmitas, donde el sistema de calentamiento puede emplear vapor, gas o electricidad. La cocción debe finalizar cuando se haya obtenido el porcentaje de sólidos solubles deseados.

La marmita se puede definir como una olla de presión o también como un recipiente metálico hermético, con una tapa atornillada y que en algunos casos posee un sistema de agitación por medio de paletas en el que la presión interna del vapor contribuye eficientemente a la cocción de los alimentos con rapidez. Se emplean en la fabricación de mermeladas, jaleas, salsas, aderezos, entre otras.

Marmita al vapor: consiste en hacer circular vapor a cierta presión por la cámara de calefacción. En este caso, el vapor es suministrado por una caldera. En estas marmitas, la chaqueta tiene conexiones para la entrada de vapor y salida de condensado.

Marmita eléctrica: consiste en calentar el agua que se encuentra en la cámara de calefacción por medio de resistencias eléctricas.

Marmita de gas: la forma de calentamiento es por medio de la combustión del gas.

Independientemente de la forma de calentamiento, se pueden encontrar dos tipos de marmitas: abiertas y cerradas. En las marmitas abiertas el producto es calentado a presión atmosférica, mientras que en las marmitas cerradas se emplea el vacío.

El uso del vacío facilita la extracción del aire del producto y permite hervirlo a temperaturas menores que las requeridas a presión atmosférica, esto evita o reduce la degradación de aquellos componentes del alimento que son sensibles a altas temperaturas, y por lo tanto favorece la conservación de las características sensoriales (color, sabor, aroma, textura) y el valor nutritivo, obteniéndose así productos de mejor calidad. Sin embargo, el costo de las marmitas a vacío es mayor, pues aun cuando el sistema de calefacción es similar al de las marmitas abiertas, estas cuentan con un sistema para la producción de vacío y un sistema de condensación que permite recoger el agua y las sustancias volátiles extraídas del producto (Chacaguasay & Picho, 2016).

La autora opina que los procesos térmicos son los más importantes en la elaboración de mermeladas, pues además de eliminar los microorganismos provoca cambios tanto físicos como químicos, lo cual garantiza las características adecuadas para el producto final.

### **Etiquetado**

El etiquetado es la acción de colocar en el envase los datos informativos, tales como la identificación y las características más importantes del producto. Tiene como objetivo ofrecer información y orientación acerca del producto en cuestión y no realizar una propaganda engañosa para aventajar a otros productos en una competencia comercial.

Las formas de realizar el etiquetado son el manual, mecanizado y el litografiado. (Pérez & Martínez, 2011; Guerrero, *et al.*, 2012; CPMLN, 2012; Iza, 2013; Chapoñan, 2016; Benites, *et al.*, 2016 y Villanueva, 2016; Acea, 2017).

Las etapas y operaciones involucradas en el proceso de elaboración de mermeladas se muestran en el Anexo 1, donde las principales son: preparación de la materia prima, preparación de insumos, trituración y cocción de la misma, envasado y almacenamiento del producto, según Otero (2018).

## **1.6-** Estudio del impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental es el que analiza el efecto de las acciones de un proyecto industrial ocurridas en el medio físico, biológico, social, económico y cultural, incluyendo aspectos de tipo político, normativo e institucional. Este estudio se requiere antes de tomar la decisión de poner en marcha el negocio (Rodríguez Cairo, 2010).

Según Canales *et al.* 2013 el Estudio de impacto ambiental contendrá, al menos, la siguiente información:

1. Descripción del proyecto y sus acciones. Examen de alternativas técnicamente viables y presentación de la solución adoptada.
2. Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas y ambientales claves.
3. Identificación y valoración de impactos en las distintas alternativas.
4. Propuesta de medidas protectoras y correctoras.
5. Programa de vigilancia ambiental.
6. Documento de síntesis.

Existen diversos criterios para la clasificación de los impactos ambientales entre los que se encuentran:

**Cualitativos:** La clasificación del proyecto se basa en el establecimiento de juicios de valoración. Por ejemplo, la calidad del ambiente se verá afectada en forma: leve, moderada o severa. También pueden utilizarse términos como: poco significativo, significativo y muy significativo.

**Espaciales:** La clasificación del proyecto se realiza en base al análisis de su extensión territorial. Pudiendo clasificarse los impactos como: puntuales (restringido al espacio del emprendimiento), impactos parciales (una extensión más amplia que la propia área del emprendimiento) e impactos extendidos (cuando el impacto se produce en un lugar, pero se extiende a un área considerable).

**Recuperación del ambiente receptor:** Se basa en el análisis de las respuestas del ambiente frente al impacto ambiental. En tal sentido los impactos pueden ser: reversibles (cuando no sobrepasan la capacidad del sistema ambiental, es decir cuando se retira la fuente del impacto o se implementan medidas correctivas el sistema retorna a su nivel inicial), mitigable (cuando



la aplicación de determinadas medidas permite atenuar el impacto y volver a una calidad ambiental anterior pero con cierta degradación mínima del sistema ambiental) e irreversible (cuando no es posible la aplicación de medidas que permitan recuperar la calidad inicial del sistema ambiental).

Temporales: Evalúa los impactos según la periodicidad o frecuencia de los mismos. Así pueden considerarse impactos: continuos (cuando se presentan durante todo el periodo de funcionamiento del emprendimiento) y discontinuos (cuando solo se produce en determinados periodos de tiempo: estacional, diario, etc.).

Ordinales: Se basa en el tipo de acción del impacto y en el establecimiento de relaciones de causalidad. El impacto de la acción realizada sobre el ambiente es directo cuando es posible determinar la relación causa-efecto e indirecto cuando el efecto ocurre por interdependencia.

Acumulativos: Es cuando muchos proyectos iguales acumulan la magnitud del efecto, es decir, muchos proyectos distintos en un área acotada presionan sobre los mismos parámetros, incremento del impacto en forma sostenida en el tiempo hasta pasar la capacidad de recuperación del sistema.

#### 1.6.1- Evaluación del impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental consiste en la identificación y valoración de los impactos potenciales de proyectos respecto a los componentes físicos, químicos, biológicos, culturales, económicos y sociales, con el fin de que mediante la planificación y la correcta toma de decisiones se desarrollen aquellas actuaciones más compatibles con el medio ambiente (Morat *et al*, 2016). Esta es una herramienta técnica para la viabilización de actividades y proyectos pues determina la importancia de los impactos ambientales (Viloria *et a.,/* 2018).

Conesa (2010) indica que la mayoría de las metodologías hacen referencia a impactos ambientales determinados, siendo muy difícil generalizar alguna. Estos métodos están sistematizados en las siguientes categorías: matrices causa-efecto, lista de chequeos, sistemas de interacciones o redes, sistemas cartográficos, análisis de sistemas, métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación, métodos cuantitativos y

métodos ad hoc. De todas estas metodologías, las ad-hoc son las de mayor uso, especialmente Conesa, y Leopold (Conesa, 2010; Momtaz & Zovaidul, 2013; Toro *et al.*, 2014).

- Listas de chequeo: la principal función de esta lista es la de servir en las primeras etapas para identificar los impactos ambientales, su contenido cambia según el tipo de proyecto y el medio de actuación, por lo que no son inmutables. Hay dos tipos de componentes a conocer, unos ambientales en los que se incluyen elementos de la naturaleza física, biológica y humana, y otros que serían los componentes del proyecto en la que se incluyen las actuaciones realizadas en las etapas de preconstrucción, construcción y explotación. Estas no propician el establecimiento de los vínculos causa-efecto en las diferentes actividades del proyecto y generalmente no incluye una interpretación global del impacto.
- **Matrices causa-efecto (Matriz de Leopold):** no es un sistema de evaluación ambiental, es esencialmente un método de identificación y puede ser usado como un método de resumen para la comunicación de resultados. Esta fuerza a considerar los posibles impactos de acciones proyectuales sobre diferentes factores ambientales. Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental; permite la comparación de alternativas, desarrollando una matriz por cada opción y sirve como resumen de la información contenida en el informe del impacto ambiental. Tiene como desventaja la difícil reproducibilidad, debido al carácter subjetivo del proceso de evaluación, pues no contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia del impacto; no tiene en consideración las interacciones entre diferentes factores ambientales; no distingue entre efecto a corto y largo plazo y los efectos no son exclusivos o finales, existe la posibilidad de considerar un efecto dos o más veces.
- **Método cuantitativo (método de Battelle-Columbus):** fue elaborado para la planificación y gestión de recursos hídricos en Estados Unidos. Es usado para medir el impacto ambiental sobre el medio de diferentes proyectos de uso de recursos hídricos y planificar a medio y largo plazo proyectos con el mínimo impacto ambiental posible. Este método tiene como desventaja que fue diseñado para determinar el impacto ambiental de proyectos hidráulicos, por lo que para otro tipo de proyectos se deben proponer nuevos índices ponderables y seleccionar las funciones de transformación que sean aplicables; además las unidades ponderables de los parámetros se asignan de manera subjetiva; el árbol de factores ambientales y el de acciones-actividades se deben adaptar al tipo de proyecto y al medio receptor y los factores ambientales

son limitados, en la vida real, y no es posible contar con todas las funciones de calidad ambiental para todos los proyectos posibles.

- Sistemas cartográficos (Método de transparencia o de Mc. Harg): este método es utilizado para la evaluación de proyectos como el trazado de una autopista, una carretera, un ferrocarril, líneas eléctricas de alta tensión, oleoductos y gasoductos, aeropuertos, canales y algunos otros enfocados a la localización de usos en el territorio para distintas actividades sociales y económicas; puesto que tiene en cuenta las características del territorio, sin llegar a una evaluación profunda de los impactos, pero haciendo una identificación e inventario de los recursos para la integración del proyecto entorno, dejando íntegras las zonas de gran valor social, con el costo mínimo y la obtención de plusvalía.
- Análisis de costos-beneficios: permite valorar un problema ambiental mediante una comparación de los costes por daños frente a los costes para evitarlos. Cuando existen datos, este sistema analítico de tipo económico, puede ser usado para comparar opciones alternativas.
- Modelos de predicción: están basados en modelos de transporte y transformación de contaminantes en la atmósfera o el agua superficial o subterránea.
- Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio: es una herramienta para el manejo de los datos espaciales, aportando soluciones a problemas geográficos complejos, lo cual permite mejorar la habilidad del usuario en la toma de decisiones en investigación, planificación y desarrollo. Es utilizado en proyectos de ingeniería ambiental, manejo de recursos naturales, geológicos hídricos y energéticos, proyectos de planeación urbana y formación y actualización catastral (Canales *et al.*, 2013).
- Método de Conesa: tiene una mayor aplicación, pues la misma es más detallada y rigurosa en la evaluación de los impactos, de aquí su gran utilidad para los equipos multidisciplinarios que se ocupan de llevar a cabo los estudios de impacto ambiental (Dupin *et al.*, 2017). Este identifica, evalúa, valora y jerarquiza los impactos ambientales positivos y negativos a generarse en cada emplazamiento del proyecto. Se aplica para evaluar los aspectos ambientales según un orden de prioridad.

Martínez (2010), señala que el método de Conesa es usado con frecuencia, aunque solo en un 9% en su versión original. En el 58% de los casos, su ecuación original es modificada, lo

cual sería una evidencia que no todos los analistas ambientales comparten plenamente el método.

El estudio de impacto ambiental según Conesa (2010) es un estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en los distintos procedimientos de gestión ambiental está destinado a identificar, valorar, reducir y corregir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones, del proyecto futuro o de la actividad presente, pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Un elemento de análisis que interviene de manera esencial en cuanto a dar información en el procedimiento administrativo que es la evaluación de impacto ambiental. Una herramienta técnica fundamental de un proceso de análisis encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir, corregir y comunicar el efecto de un plan, proyecto o actividad sobre el medio ambiente interpretado en términos de salud y bienestar humanos.

#### 1.7- Conclusiones parciales

1. Las pequeñas y medianas empresas resultan complejas de definir, puesto que existen diversos criterios, los cuales, varían en dependencia del número de empleados, el volumen de ventas, el capital social y el nivel de producción.
2. Los parámetros de calidad que determinan a las frutas son: acidez (pH), contenido total de sólidos solubles, acidez valorable total, contenido de sólidos totales (materia seca), índice de madurez y jugosidad.
3. Los criterios que determinan la calidad de la mermelada están dados por el tiempo de cocción de la misma y los contaminantes metálicos, así como por la calidad de las materias primas e insumos añadidos.
4. Los procesos que más afectan a la materia prima durante el proceso de elaboración de mermeladas son los térmicos (precocción, cocción y pasteurización), por lo que deben seleccionarse adecuadamente.
5. La metodología para evaluar los impactos ambientales de las industrias más utilizadas es la de Conesa.

## Capítulo 2 Materiales y métodos

En el presente capítulo se desarrolla un procedimiento para el diseño preliminar de una mini-industria para la producción de mermeladas a partir de frutas, según las etapas establecidas por Ulrich (1985) para el diseño de un proceso químico, y adaptadas por Saravacos & Kostaropoulos (2016) para el caso específico del procesamiento de alimentos. Como parte de ello se pretende realizar un análisis de la propuesta de un diagrama de flujo del proceso, se realizan los balances de masa y energía, se describe el procedimiento para diseñar los equipos de que consta la planta, así como los componentes esenciales de la misma, los pasos para obtener los principales indicadores de factibilidad económica y evaluar el impacto ambiental.

### 2.1- Etapa 1: Concepción y definición

En la etapa de concepción y definición de la propuesta, se deben sentar las bases del proceso. Para ello, deben esclarecerse aspectos tales como el propósito de la planta, así como su capacidad, las materias primas que procesará, el tiempo asignado para el proyecto, la definición del tipo de proceso, entre otros.

#### 2.1.1- Evaluación del problema primitivo

El primer paso que debe seguirse para el diseño de un nuevo proceso es la definición del problema primitivo.

El municipio Limonar, ubicado en la provincia de Matanzas, cuenta con elevadas producciones de frutas, entre ellas, la guayaba. Estas pueden ser transformada en alimentos de mayor duración y que satisfagan las necesidades de la población; por lo que se considera de interés su producción y una vía para sustituir importaciones. En la actualidad el municipio no cuenta con la tecnología necesaria capaz de transformar estos productos, por lo que se propone la creación de un nuevo proceso de elaboración de mermelada de frutas.

#### 2.1.2- Macrolocalización

Según Brizuela (1987), se entiende por macrolocalización de una planta industrial o instalación productiva, su ubicación física aproximada en un territorio geográfico dado. Esta define el lugar aproximado, ciudad o posición geográfica en un determinado entorno, en donde estará situada físicamente la instalación.

CANAINCA (2013) asevera que la selección adecuada de la ubicación es un factor importante para el inicio de cualquier negocio, sobre todo si se trata de una micro o pequeña empresa, ya que el éxito o fracaso de esta dependerá con frecuencia del sitio que se elija. Comúnmente, la elección de la región o área general en que la planta se ha de localizar requiere del estudio de cinco factores: proximidad al mercado y a los proveedores de materias primas, vías de comunicación y disponibilidad de medios de transporte, servicios públicos y privados idóneos tales como electricidad, agua, drenaje y combustibles, entre otros y condiciones climáticas favorables.

### 2.1.3- Definición del tipo de proceso

En este paso se debe definir el modo de procesamiento, el cual se clasifica en: continuo o discontinuo.

Los equipos discontinuos o “*batch*” son particularmente útiles en el caso de volúmenes pequeños o cuando la industria elabora muchos productos diferentes. Por su parte, los de las plantas continuas realizan el proceso sin interrupciones, reduciendo los tiempos muertos y aumentando la capacidad operativa (Saravacos & Kostaropoulos, 2016).

## 2.2 Etapa 2: desarrollo del diagrama de flujo

La transformación de materias primas disponibles en productos deseados comienza a conceptualizarse mediante el desarrollo de un diagrama de flujo del proceso que se está diseñando (Jiménez, 2003). Según Saravacos y Kostaropoulos (2016), este consiste en la representación gráfica de los equipos que requiere el proceso y del flujo de materiales y utilidades en una planta industrial.

### 2.2.1- Capacidad de la planta

Según Chapoñan (2016), la capacidad de la planta está dada por la cantidad de producto que puede ser obtenido durante un determinado período de tiempo. Esta se debe definir considerando varios factores: en base a un estudio de mercado, a un análisis de la factibilidad técnica y económica del proyecto, y a la disponibilidad de la materia prima. En algunas ocasiones también puede influir la capacidad de los equipos de líneas existentes en el mercado (Villanueva, 2016).

### 2.2.2- Construcción del diagrama de flujo

Los procesos de producción suelen esquematizarse mediante un diagrama de flujo, que consiste en un esquema de todo el proceso que indica las diferentes etapas de fabricación. Por esto, su definición resulta esencial para la realización de los balances de materia y energía (Saravacos & Kostaropoulos, 2016; Villanueva, 2016; García, 2017).

En este caso, atendiendo al orden operacional del proceso descrito anteriormente, en el Capítulo 1, y basado en las normas y orientaciones para su confección según la bibliografía especializada (Saravacos & Kostaropoulos, 2016; Turton, 2018) se puede construir el diagrama de bloques que se muestra en el Anexo 2.

### 2.2.3- Balances de materia y energía

Los principios y técnicas de los balances de materiales y energía de la ingeniería química son, en general, aplicables a la mayoría de los cálculos de procesos alimentarios. Sin embargo, estos requieren atención especial debido a la complejidad de los materiales alimenticios y la importancia de la calidad de los alimentos. En los balances de materiales, es difícil obtener datos exactos sobre la composición de los mismos, debido a la variabilidad incluso para el mismo material alimenticio. Las variaciones se deben a la variedad, las condiciones de crecimiento y la edad de las materias primas. Si no se dispone de datos experimentales confiables para la materia que se está procesando, se pueden obtener valores aproximados de la literatura (Saravacos & Kostaropoulos, 2016).

Una vez definida la capacidad de la planta y el diagrama de flujo del proceso, se realiza el balance de materia y energía para las líneas de procesamiento de cada producto, el cual se puede realizar tomando como base el diagrama elaborado (Villanueva, 2016).

#### 2.2.3.1- Balances de masa

A continuación, se describe la metodología a seguir para la realización de estos balances en las diferentes etapas del proceso.

##### 1. Etapa de preparación de la materia prima.

###### a) Mesa de preselección.

La fruta, que proviene del almacén de materia prima se traslada hacia la mesa de preselección, donde se considera para cada fruta un porcentaje de merma según Coronado e Hilario (2001). El balance total se muestra en la ecuación 2.1.

$$F = M1 + FS \quad 2.1$$

Donde:

F: Flujo de fruta (kg/d)

M1: Flujo de merma (kg/d)

FS: Flujo de fruta seleccionada (kg/d)

La cantidad de fruta desechada se determina a partir del % de merma, mediante el uso de la ecuación 2.2.

$$M = F \cdot \% \text{ de merma} \quad 2.2$$

b) Tina de lavado

El agua que entra es la misma que sale en la tina de lavado, y la fruta seleccionada en la mesa de preselección sale limpia. A continuación, se muestran en las ecuaciones 2.3 y 2.4.

$$FS = FL \quad 2.3$$

$$AL = AR1 \quad 2.4$$

Donde:

FL: Flujo de fruta lavada (kg/d)

AL: Flujo de agua de lavado (kg/d)

AR1: Flujo de agua residual (kg/d)

Según Villanueva, (2016) el agua a utilizar se calcula mediante la siguiente proporción: 3 kg de agua de lavado por cada kilogramo de fruta seleccionada.

c) Tina de enjuague

En este equipo, los flujos de entrada y de salida son iguales planteándose las ecuaciones:

$$FL = FE \quad 2.5$$

$$AE = AR2 \quad 2.6$$



Donde:

FE: Flujo de fruta enjuagada (kg/d)

AE: Flujo de agua para enjuague (kg/d)

AR2: Flujo de agua residual (kg/d)

Al igual que en la tina de lavado, Villanueva (2016) plantea que la relación es: 3 kg de agua de lavado por cada kilogramo de fruta seleccionada.

Tanto en el proceso de lavado como en el enjuague de la fruta, se considerará despreciable la masa de materia extraña transferida de la superficie de la fruta al agua, así como la cantidad de hipoclorito presente en la misma.

d) Mesa de selección, pelado y troceado

La fruta enjuagada es seleccionada nuevamente, pelada y troceada, donde la cantidad de residuos varía teniendo en cuenta el tipo de fruta, según Coronado e Hilario (2001), Iza (2013) y Chapoñan (2016). El balance total se muestra en la ecuación 2.7.

$$FE = R1 + FT \quad 2.7$$

Donde:

R1: Flujo de residuos (kg/d)

FT: Flujo de fruta troceada (kg/d)

Los residuos se calculan mediante las siguientes expresiones.

$$M2 = FE \cdot \% \text{ de merma} \quad 2.8$$

Donde:

M2: Flujo de merma (kg/d)

2. Etapa de trituración y cocción de la materia prima

e) Molino triturador

La fruta troceada entra al triturador para facilitar la precocción.

$$FT = FTr + R2 \quad 2.9$$

Donde:

FTr: Flujo de fruta triturada (kg/d)

R2: Flujo de residuos (kg/d)

En este caso, el flujo de residuos incluye las semillas y se calcula por la expresión siguiente:

$$R2 = FT \cdot \% \text{ de semillas} \quad 2.10$$

f) Marmita de precocción

Como en este caso no se evapora agua ni se incorpora ningún aditivo, el balance se puede plantear de la forma siguiente:

$$FTr = FP \quad 2.11$$

Donde:

FP: Flujo de fruta precocida (kg/d)

g) Molino refinador

La fruta precocida entra al molino refinador para así obtener la pulpa, y se separan los residuos, cuya cantidad varía según la fruta procesada (Coronado e Hilario, 2001; Benites, et al., 2016). El balance total se expresa según la ecuación 2.12.

$$FP = P + R3 \quad 2.12$$

$$R3 = FP \cdot \% \text{ de residuos} \quad 2.13$$

Donde:

P: Flujo de pulpa de fruta (kg/d)

R3: Flujo de residuos (kg/d)

h) Marmita de cocción

La pulpa entra a la marmita, donde se concentra hasta obtener la mermelada. En este equipo se agregan todos los insumos necesarios para alcanzar los parámetros de calidad. El balance total está dado por la ecuación 2.14.

$$P + J + Pe + C + Ac = Aev + Me \quad 2.14$$

Como se conoce que el jarabe está compuesto por agua y azúcar:

$$J = Az + A \quad 2.15$$

Donde:

J: Flujo de jarabe (kg/d)

Pe: Flujo de pectina (kg/d)

C: Flujo de conservante (kg/d)

Ac: Flujo de ácido cítrico (kg/d)

Aev: Flujo de agua evaporada (kg/d)

Me: Flujo de mermelada (kg/d)

Az: Flujo de azúcar (kg/d)

A: Flujo de agua para jarabe (kg/d)

En el caso del ácido cítrico, la cantidad a utilizar depende del rango en que se encuentre el pH de la pulpa, tal como se muestra en el Anexo 3.

Villanueva (2016) afirma que en el equipo de cocción se evapora del 25 al 35 % del agua que se encuentra en el interior del mismo, lo cual incluye tanto el agua contenida en la pulpa como la que se incorpora como constituyente del jarabe. En este caso se considerará un valor intermedio de 30 %.

$$Aev = (Ap + A) \cdot 0,3 \quad 2.16$$

$$Ap = P \cdot \% \text{ de humedad de la fruta} \quad 2.17$$

Donde:

Ap: Agua contenida en la pulpa (kg/d)

#### 2.2.3.2- Balances de energía

Se conoce que en la marmita de precocción, la masa de fruta triturada se precece a expensas del calor cedido por la quema del combustible, la corriente de vapor o la resistencia eléctrica. Para ello, el balance de energía se puede plantear de la siguiente forma:

$$Q_{abs} + Q_{per} = Q_{ced} \quad 2.18$$

Donde:

Qabs: Calor absorbido (kJ/d)

Qper: Calor perdido (kJ/d)

Qced: Calor cedido (kJ/d)

Asumiendo que en el equipo existe un 10 % de pérdidas de energía, la expresión del balance energético queda de la siguiente forma.

$$Q_{abs} = 0,9 \cdot Q_{ced} \quad 2.19$$

Por su parte, el calor absorbido por la masa de fruta se expresa como un calor sensible, pues solamente se produce un incremento de la temperatura sin que ocurra una evaporación del agua.

$$Q_{abs} = FTr \cdot CpF \cdot \Delta T \quad 2.20$$

Donde:

CpF: Calor específico de la fruta (kJ/kg °C)

$\Delta T$ : Variación de temperatura (°C)

El calor específico de la fruta se determina según Fernández y Montes (1986) por la ecuación 2.21.

$$Cpf = 4,190 \cdot Xw + (1,370 + 0,0113 \cdot T) \cdot (1 - Xw) \quad 2.21$$

Donde:

Xw: Fracción másica de agua

T: Temperatura media (°C)

En este caso, el agente de calentamiento será la energía eléctrica, por lo que se calculará el calor cedido a partir de la ecuación 2.19.

Para realizar el balance de energía en la marmita de cocción, se hace uso de las mismas expresiones que en el caso de la marmita de precocción, con la excepción de la ecuación 2.20, pues el calor absorbido por la mezcla de pulpa y aditivos no solo provoca un incremento de la temperatura de la misma, sino que alcanza la temperatura de cambio de fase del agua, haciendo que una parte de esta se evapore y concentrando la masa de frutas hasta obtener la mermelada. Por lo tanto, la expresión queda planteada de la siguiente manera:

$$Q_{abs} = Mz \cdot CpMz \cdot \Delta T + Aev \cdot \lambda v \quad 2.22$$

$$Mz = P + Ac + C + Pe + J \quad 2.23$$

Donde:

Mz: Mezcla formada por los flujos de insumos (kJ/kg °C)

CpMz: Calor específico de la mezcla (kJ/kg °C)

### 2.3- Etapa 3: Diseño de los equipos

Un buen diseño tecnológico de la instalación es un factor de fundamental importancia para una operación eficiente, económica y segura (Brizuela, 1987).

#### 2.3.1- Características de los equipos del proceso

En la mayor parte de las pequeñas industrias de elaboración de alimentos a partir de frutas y vegetales, se opta por utilizar una tecnología fundamentalmente artesanal (Guerrero *et al.*, 2012). En estimaciones preliminares, el tamaño aproximado de los equipos del proceso es imprescindible para la evaluación económica y otros cálculos detallados para la planta procesadora, a la vez que se basan, en gran medida, en los balances de masa y energía en torno a cada unidad de proceso (Saravacos & Kostaropoulos, 2016).

#### 2.3.2- Materiales de construcción

La selección de los materiales de construcción de los equipos del proceso es muy importante desde los puntos de vista económico, operacional y de mantenimiento. En el caso particular de las PyMEs en Cuba, se encuentra vigente la Instrucción M-11/12 del 25 de septiembre de 2012 del MINAL (Instrucciones Generales Higiénico- Sanitarias y Tecnológicas para la Pequeña Industria Productora de Frutas y Hortalizas en Conserva). Los requisitos para la selección de los materiales de construcción aparecen en el Anexo 4.

#### 2.3.3- Variables controladas

Las formas de especificación de los equipos contienen la información sobre el tipo de producto y sus propiedades, el flujo que es capaz de manejar (la capacidad), las condiciones de operación (temperatura, presión), y otros datos característicos. Sin embargo, las especificaciones demasiado estrictas pueden incrementar significativamente el costo del equipo (Saravacos & Kostaropoulos, 2016). En los equipos se controlan diferentes variables con el objetivo de garantizar el adecuado funcionamiento del proceso. Los principales parámetros se muestran en el Anexo 5.

#### 2.3.4- Selección y diseño de los principales equipos

Bravo (2018) afirma que la selección de los equipos de procesamiento de alimentos se basa en la idoneidad para la aplicación prevista, las características constructivas y operacionales, y los costos de adquisición y mantenimiento. Los elementos que lo definen aparecen en Anexo 6.

La limpieza e higienización deben ser consideradas como una parte integral del diseño de procesos destinados a la alimentación. Según Saravacos & Kostaropoulos (2016), los equipos que procesan alimentos deben limpiarse a diario, después de una jornada de trabajo. Sin embargo, cuando se procesan los productos diferentes en el mismo equipo, la limpieza también depende de la frecuencia de los cambios de producto. La limpieza y enjuague de los equipos resulta difícil para fluidos muy viscosos o alimentos semisólidos, como crema, yogur y pulpas de fruta.

#### 2.4- Etapa 4: análisis económico

Un proceso industrial solo tiene estabilidad en el mercado y perspectivas de comercialización si su aspecto económico es favorable, por lo que el mismo debe ser técnicamente legítimo y económicamente atractivo (Turton, 2018). El objetivo principal es conseguir que el valor del producto supere al de la materia prima y a los gastos de manufactura (Tovar, 2009). Por esta razón, Ulrich (1985) afirma que resulta vital la sabiduría en la etapa de decisión acerca de la factibilidad de construir la planta, para evitar la pérdida de dinero y de oportunidad.

##### 2.4.1- Costos de inversión

La puesta en marcha de una planta, implica un gran esfuerzo inicial, que genera gastos en recursos materiales y humanos, los cuales, expresados en términos financieros, constituyen los costos de inversión de la alternativa propuesta. El método de Lang es un método clásico que permite estimar la inversión total de un proceso a partir del costo base de sus equipos principales, y multiplicar dicha sumatoria por un factor global de experiencia, que involucra el costo de tuberías, instrumentación y edificios, los honorarios de los ingenieros y contratistas, y las contingencias, según el material de construcción de los mismos (Tovar, 2009).

Para efectuar la estimación del costo de inversión de la planta, se debe seguir un grupo de pasos establecidos en el método de Lang.

##### a) Determinar el costo base de los equipos del proceso

Determinar el costo de adquisición del equipamiento tecnológico de una planta implica el conocimiento de los distintos equipos necesarios en la misma y de sus características físicas primordiales. Si se conocen las dimensiones fundamentales de cada equipo, resulta posible estimar su costo de adquisición empleando para ello la literatura general disponible, la cual está constituida por manuales de información económica de carácter industrial, información

económica específica sobre plantas previamente construidas en el país, catálogos de equipos, ofertas para la venta de equipos similares a los que se van a adquirir, entre otros. Normalmente la literatura económica correlaciona el costo de adquisición con una dimensión o característica física fundamental del equipo (Brizuela, 1987). También pudieran emplearse *softwares*, como CAPCOST.

b) Calcular el costo total del equipamiento tecnológico de la planta

Según Tovar (2009), este método comienza con la suma del costo base de los principales componentes del proceso.

$$I_e = \sum I_i \quad 2.24$$

Donde:

$I_i$ : Costo base de los principales equipos del proceso (CUP)

$I_e$ : Costo total del equipamiento de la planta (CUP)

c) Estimar el costo total de inversión de la planta

Luego se multiplica el costo del equipamiento por una serie de factores de experiencia.

$$I = (I_e + (\sum f_i \cdot I_e)) \cdot f_l \quad 2.25$$

Donde:

$I$ : Estimación de la inversión completa del proceso (CUP)

$f_i$ : Factor para la estimación del costo de tuberías, instrumentación, edificios, y otros

$f_l$ : Factor que toma en cuenta los gastos indirectos, tales como salarios del personal involucrado (ingenieros, contratistas), contingencias, etc.

Si se modifica la expresión anterior, se obtiene la siguiente:

$$I = ((1 + \sum f_i) \cdot f_l) \cdot I_e \quad 2.26$$

O lo que sería lo mismo:

$$I = f_L \cdot I_e \quad 2.27$$

En este caso  $fL$  es el factor de Lang, el cual se expresa de la siguiente forma:

$$fL = (1 + \sum f i) \cdot f l \quad 2.28$$

En el Anexo 7 se muestran los valores del factor de Lang que se han reportado para distintos tipos de plantas, en función de las sustancias que procesa y del material de construcción de los equipos. El factor de experiencia de Lang se deriva del análisis de varios procesos existentes. Esto refleja que los costos de los equipos, contrario a lo que tal vez pudiera esperarse, pueden representar en muchas ocasiones una fracción no muy considerable dentro de la inversión total de una planta.

Los cálculos del costo de capital en los casos de prediseño, se fijan normalmente a partir de precios antiguos. Debido a las condiciones cambiantes de la economía, se necesitan índices correctivos para ajustar los datos a un estado corriente o futuro (Peters & Timmerhaus, 1991).

Para pasar la información del costo de un año base a un año deseado, simplemente se toma el cociente de los índices de los años en cuestión. Esto puede lograrse usando la expresión siguiente:

$$C_2 = C_1 * \frac{I_2}{I_1} \quad 2.29$$

Donde:

$C_1$ : Costo de adquisición en el año base (CUP)

$C_2$ : Costo de adquisición (CUP) en el año deseado (CUP)

$I_1$ : Índice de costo en el año base

$I_2$ : Índice de costo en el año deseado

Existen varios índices de costo empleados por la industria química, que se publican de forma periódica. El *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI) es el más apropiado para la esfera industrial del procesamiento de alimentos, y por lo tanto será el que se utilice en la presente investigación para corregir el valor del costo en caso necesario.



#### 2.4.2- Costos de producción

Luego del capital de inversión, el segundo componente que permite efectuar el análisis económico de un proceso es el costo de producción. Según Brizuela (1987), se entiende por costo de producción el conjunto de gastos económicos en que se incurre en una planta o proceso industrial durante un período de tiempo dado, como consecuencia de la utilización de recursos materiales y humanos que tienen lugar durante el proceso de elaboración de los productos terminados.

El costo de producción está constituido por los siguientes elementos o componentes:

##### a) Costo de la materia prima ( $C_{MP}$ )

El consumo de la materia prima requerida para elaborar el producto terminado ocasiona un gasto económico importante, el cual puede representar del 10 al 60 % del costo total de manufactura. Tovar (2009) explica que lo más recomendable para efectuar la estimación es contar con la cotización de un proveedor, pero si no es posible, pueden utilizarse los precios publicados en revistas. Dichos precios usualmente no incluyen envío, de modo que se debe agregar el costo del transporte, el cual representa aproximadamente el 10 % del costo de la materia prima.

##### b) Costo de los materiales de producción ( $C_{MProd}$ )

En la mayor parte de los procesos productivos se consumen catalizadores, solventes y agentes químicos, lo cual ocasiona un egreso económico que debe ser contabilizado como parte del costo de la producción.

##### c) Costo de mantenimiento o reparación ( $C_{Mant}$ )

En todo proceso industrial es imprescindible, cada cierto tiempo, efectuar trabajos de reparación, tanto en la planta en su conjunto durante el mantenimiento general, como individualmente en los equipos que componen la misma, para lo cual no necesariamente debe detenerse todo el proceso productivo. El mantenimiento tiene dos causas principales: en primer lugar, la necesidad de restituir la eficiencia de la planta que se pierde paulatinamente en la producción como resultado del ensuciamiento y desgaste mecánico de los equipos; y, en segundo lugar, la necesidad de reducir las posibilidades de roturas imprevistas de magnitud, que redundan en pérdidas serias en la producción.

El costo de mantenimiento está formado por dos componentes: el valor económico de los materiales y piezas de repuesto utilizado en la reparación, y los salarios devengados por el personal de mantenimiento.

d) Costo de la fuerza de trabajo utilizada en el proceso productivo ( $C_{FTrab}$ )

El costo de la fuerza de trabajo directa está constituido por los salarios que devenga el personal, calificado y no calificado, que trabaja directamente en el proceso productivo, operadores del proceso, supervisores y en general, el personal de operación. En los procesos químicos industriales con un mediano nivel de automatización, el costo de la fuerza de trabajo directa puede representar entre un 5 y un 10 % del costo de la producción total, mientras que en procesos con un bajo nivel de automatización este elemento puede representar entre un 15 y un 25 % del mismo.

e) Depreciación (D)

La depreciación es un elemento del costo de producción cuyas causas fundamentales son la obsolescencia física y moral de los equipos que componen la planta en su conjunto, las cuales van acompañadas de una pérdida del valor económico de la planta; esta pérdida se contabiliza como parte del costo de producción y constituye la depreciación. Para estimar la magnitud de la depreciación se emplea generalmente la siguiente expresión:

$$D = \frac{V_0 - V_f}{t_d} \quad 2.30$$

Donde:

D: Depreciación anual de la planta (CUP/a)

$t_d$ : Plazo de vida útil de la planta (a)

$V_0$ : Valor económico inicial de la planta (CUP)

$V_f$ : Valor económico de la planta al finalizar su vida útil (CUP)

No obstante, para estudios preliminares Turton (2018) propone estimarlo como el 10 % anual del costo de inversión.

f) Costo de facilidades auxiliares ( $C_{FAux}$ )

El costo de las facilidades auxiliares está constituido por el gasto económico que ocasiona el consumo de vapor, agua, electricidad, combustible y aire en el proceso productivo durante la elaboración del producto terminado. Para poder definir cómo determinar la magnitud de este costo, se necesita considerar si estos servicios pueden ser obtenidos de una fuente externa a la planta analizada, o por el contrario pueden ser generados dentro de la misma. En el caso de que el servicio sea comprado, el costo de cada componente será igual al producto del consumo existente en la planta en un período dado de tiempo por su precio de venta unitario.

g) Costo de suministros de operación ( $C_{Sum}$ )

Durante la operación de la planta se emplean normalmente distintos materiales que se requieren para su funcionamiento normal y que por sus características no pueden ser considerados como materiales directos de la producción, ni tampoco como materiales para el mantenimiento. Tal es el caso de los reactivos químicos usados para el control del proceso, lubricantes y grasas empleadas en las bombas y compresores, etc. Este costo constituye aproximadamente el 15 % del costo total de mantenimiento o reparación de la planta.

h) Costos de laboratorios ( $C_{Lab}$ )

La magnitud de este costo se encuentra en la mayor parte de los procesos industriales entre un 10 y un 20 % del costo de la fuerza de trabajo directa de la planta.

i) Costos de embalaje ( $C_{Emb}$ )

Están considerados los gastos económicos en que hay que incurrir para adquirir los suministros empleados en el embalaje de la producción terminada.

j) Costos generales ( $C_{Gen}$ )

Los costos generales están constituidos por los gastos económicos que se generan para asegurar el funcionamiento de ciertos servicios requeridos indirectamente por el proceso productivo. Entre estos se incluyen: salario devengado por el personal técnico que no trabaja directamente en la producción, costo de servicios médicos, costo de comedores y facilidades recreativas, costo de servicios de protección de la planta, costo de almacenes, mantenimiento general (edificios), costo de la electricidad en edificios, costo de las comunicaciones internas de la planta y de la transportación del personal dentro de la planta, entre otros gastos.

Los costos generales se correlacionan normalmente con el gasto total de la fuerza de trabajo directo y el mantenimiento, oscilando entre un 50 y un 70 % de la suma de ambos.

k) Costos de administración o dirección ( $C_{Adm}$ )

Los costos administrativos están constituidos por gastos económicos relacionados con las actividades de carácter administrativo y de dirección de la fábrica, entre los que se encuentran los salarios del personal ejecutivo, secretarías, contadores y personal administrativo, costos de materiales de oficina y de comunicaciones externas.

Estos costos dependen fundamentalmente del tamaño de la planta y de sus características, por lo que en ausencia de otros criterios es posible hacer un estimado de su magnitud considerando que oscila entre un 40 y un 60 % del costo de la fuerza de trabajo directa (Brizuela, 1987).

El costo de producción total de una planta (CP) puede considerarse como la suma del costo variable total (CV) y del costo fijo total (CF), los cuales constituyen a su vez la sumatoria de todos los costos variables y fijos de la planta, respectivamente, tal como se muestra en las siguientes expresiones, cuya nomenclatura ha sido declarada anteriormente.

$$CV = CMP + CMProd + CFTrab + CFAux + CLab + CEmb \quad 2.31$$

$$CF = CMant + Dep + CSum + CGen + CAdm \quad 2.32$$

$$CP = CV + CF \quad 2.33$$

#### 2.4.3- Indicadores económicos de la producción

Como afirman Brizuela (1987) y Tovar (2009), existe un grupo de parámetros que indican el comportamiento de la producción y permiten evaluar su eficiencia económica, los cuales se muestran a continuación.

a) Valor de la producción (VP)

El valor de la producción es el valor económico de lo producido, conocido también como ingresos, los cuales dependen del volumen de producción y del valor unitario del producto.

$$VP = pup \cdot N \quad 2.34$$

Donde:

$VP$ : Valor de la producción (CUP/a)

$pup$ : Precio unitario del producto (CUP/t)

$N$ : Volumen de producción (t/a)

b) Ganancia de la producción ( $G$ )

La ganancia o utilidad económica, se determina como la diferencia existente entre el valor de la producción y el costo de producción total.

$$G = VP - CP \quad 2.35$$

Donde:

$G$ : Ganancia de la producción (CUP/a)

c) Costo unitario del producto ( $cup$ )

El costo unitario es el costo que genera cada unidad de producción. Su valor es siempre fijo para el mismo nivel de eficiencia.

$$cup = \frac{CP}{N} \quad 2.36$$

Donde:

$cup$ : Costo unitario del producto (CUP/t)

d) Punto de equilibrio

El punto de equilibrio o ganancia nula es el volumen de producción para el cual no hay utilidad ni pérdida. Se usa comúnmente en las plantas industriales para determinar la posible rentabilidad de vender determinado producto.

$$N_0 = \frac{CF}{pup - cuv} \quad 2.37$$

$$cuv = \frac{CV}{N} \quad 2.38$$

Donde:

$N_0$ : Punto de equilibrio (t/a)

*cuv*: Costo unitario variable (CUP/t)

e) Rentabilidad

La rentabilidad mide la relación entre los resultados monetarios de una actividad y los medios empleados para obtenerlos. Este constituye el objetivo económico - financiero de una empresa.

$$Rent = \frac{G}{CP} * 100 \quad 2.39$$

Donde:

*Rent*: Rentabilidad (%)

f) Costo por peso de producción

Es uno de los indicadores más empleados para definir la eficiencia económica de una gestión productiva. Constituye la relación existente entre el costo de producción y el valor de la producción, lo que resulta ser el costo de cada peso producido (C/P).

$$C/P = \frac{CP}{VP} \quad 2.40$$

g) Estructura de costos

La estructura de costos consiste en expresar cada elemento del costo de producción como porcentaje del total, y representarlos después en un gráfico de barras donde se observe de forma comparativa la relación entre estos.

$$\% C_i = \frac{C_i}{CP} * 100 \quad 2.41$$

Donde:

*% Ci*: Porcentaje que representa cada costo respecto al costo de producción (%).

*Ci*: Elementos del costo de producción (CUP/a).

#### 2.4.4- Indicadores de la eficiencia económica de la inversión

Antes de realizar una inversión, es posible predecir su eficiencia económica a través de un grupo de factores indicativos, tal como expresan Peters & Timmerhaus (1991), Tovar (2009), García (2017) y Turton (2018).

a) Retorno de la inversión

Este indicador permite evaluar el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada, y se expresa en proporción o porcentaje.

$$Rn = \frac{G}{I} * 100 \quad 2.42$$

Donde:

*Rn*: Retorno de la inversión (%/a)

b) Plazo de recuperación de la inversión

El plazo de recuperación de la inversión es el tiempo que la planta se tarda en recuperar el desembolso inicial realizado en la inversión. Es considerado un indicador que refleja el riesgo relativo y constituye un instrumento financiero.

$$PRI = \frac{I}{G} \quad 2.43$$

Donde:

*PRI*: Plazo de recuperación de la inversión (a)

c) Valor actual neto

El valor actual neto (VAN) permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La expresión a utilizar para el cálculo es la siguiente:

$$VAN = S_0 + \frac{S_1}{(1+i_1)^1} + \frac{S_2}{(1+i_1)^2} + \dots + \frac{S_n}{(1+i_1)^n} \quad 2.44$$

Donde:

VAN: Valor actual neto (CUP)

S: Movimiento de fondos (CUP)

$i_1$ : Tasa de interés vigente (%)

Según Ulrich (1987), la tasa de interés se toma generalmente como el 10 % en el cálculo del valor actual neto.

#### d) Tasa interna de rentabilidad

La tasa interna de rentabilidad o de retorno (TIR) de una inversión es la tasa de interés con la cual el valor actual neto es igual a cero. La ecuación que permite calcular el TIR se muestran a continuación:

$$TIR = i_1 - \frac{VAN(+)*(i_1 - i_2)}{VAN(+)-VAN(-)} \quad 2.45$$

Donde:

$i_2$ : Interés para el cual el VAN cambia de signo (%)

### 2.5- Valoración del impacto ambiental de la mini-industria

La valoración del impacto ambiental de la mini-industria ubicada en el municipio Limonar se llevó a cabo según el estudio de la metodología propuesta por Conesa (2010), en la cual se propone la identificación de las acciones y de los factores del medio, la valoración cualitativa a partir de la matriz de importancia y propuestas de solución para la misma.

#### 2.5.1- Elaboración de la matriz de importancia

Para identificar la acción que se valorará en el estudio se parte de aplicar el método empírico de la observación y la consulta a expertos. Se define en esta etapa el problema detectado como la acción de la valoración del impacto ambiental.

La identificación de los factores ambientales y de los efectos que la acción provoca sobre ellos se sustenta en los métodos teóricos histórico-lógico y análisis-síntesis. Para ello se parte del análisis bibliográfico realizado y de consultas hecha a los expertos.

En la elaboración de la matriz de importancia se desarrolla una valoración cualitativa a partir de determinar el valor de la importancia del impacto según la metodología propuesta por Conesa (2010).

La importancia del impacto viene representada por la siguiente expresión:

$$I = \pm [3In + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad 2.46$$



Donde:

I: Importancia

±: Signo del impacto

In: Intensidad (grado de destrucción)

EX: Extensión (área de influencia)

MO: Momento (plazo de manifestación)

PE: Persistencia (permanencia del efecto)

RV: Reversibilidad.

SI: Sinergia (potenciación de la manifestación)

AC: Acumulación (incremento progresivo)

EF: Efecto (relación causa efecto)

PR: Periodicidad (regularidad de la manifestación)

MC: Recuperabilidad (reconstrucción por medios humanos)

No todos los impactos tienen la misma importancia o la misma magnitud. Así el impacto puede ser irrelevante, moderado, severo o crítico. Según Conesa (2010), cuando la importancia del impacto, calculado según la ecuación anterior, toma valores inferiores a 25, el impacto se considera compatible con el sistema o irrelevante (I), entre 25 y 50 se considera moderado (M), entre 50 y 75, es severo (S) y cuando ya es mayor de 75, el impacto es sumamente crítico (C).

La descripción de cada una de las variables aparece en el Anexo 8, y los valores y clasificaciones a dar a cada una de estas en el Anexo 9.

## 2.6- Conclusiones parciales

1. Se propuso una metodología para el diseño preliminar de la planta para la obtención de mermelada de guayaba a partir de las etapas propuestas por Ulrich (1985) y adaptadas por Saravacos y Kostaropoulos (2016) al procesamiento de alimentos.
2. Se seleccionó la metodología de Conesa (2010) para evaluar el impacto ambiental generado por la planta.

## Capítulo 3: Análisis de resultados

En el presente capítulo se analizan los resultados obtenidos al desarrollar la propuesta preliminar del diseño de la mini-industria para la elaboración de mermelada de guayaba en el municipio Limonar. Para ello se asume una capacidad de la planta, a partir de la cual se efectúan los balances de materiales que permiten conocer los flujos de entrada y salida de la misma y, se define el tipo de proceso. Se describe detalladamente el proceso, se caracteriza la instalación. Además, se seleccionan los diferentes equipos, teniendo en cuenta sus rasgos fundamentales y los materiales de construcción más apropiados. Se realiza un análisis económico, teniendo en cuenta los principales indicadores de eficiencia económica de la inversión y del proceso productivo; y se evalúa el impacto ambiental que genera la construcción y puesta en marcha de la planta.

### 3.1- Definición de la propuesta

Para llevar a cabo el diseño preliminar de la mini-planta procesadora de frutas para producir mermelada de guayaba, se debe partir de la propuesta de ubicación de la misma y de los datos disponibles para predecir su funcionamiento.

#### 3.1.1- Macrolocalización de la planta

En la presente investigación solo se realizará la macrolocalización de la planta debido a que esta constituye un diseño preliminar de la misma.

Se propone ubicar la mini-industria en las inmediaciones del municipio Limonar, en la provincia de Matanzas. Se hace necesario definir algunos factores que dependen de cada empresa en particular, sus estrategias y objetivos, que influyen en la determinación de la localización.

La localidad cuenta con perfectas condiciones para su desarrollo, debido a que es prácticamente agrícola, a tal punto que constituye una de las regiones con mayores potencialidades en el sector. Además, la mano de obra posee vasta experiencia en el cultivo de la guayaba. Por otra parte, el municipio Limonar limita con Unión de Reyes, Jovellanos y Pedro Betancourt, los cuales constituyen grandes productores de esta fruta en la provincia.

El gobierno municipal manifiesta un gran interés por desarrollar este tipo de industria en su territorio, y asegura la existencia de personal calificado para trabajar en una planta como la que se propone instalar.

Los estudios realizados para determinar las potencialidades, demostraron que el municipio presenta elevadas producciones de esta fruta (guayaba), por lo que las fuentes de materias primas son elevadas. Por ser una zona donde predomina la agricultura, se cuenta con los medios de transporte y comunicación necesarios para el movimiento de la materia prima hacia la zona de procesamiento, unido a la disponibilidad de agua abundante en el territorio y a la existencia de un mercado muy amplio para la venta de los productos, como asegura la Delegación Municipal de la Agricultura.

### 3.1.2- Definición del tipo de proceso

La planta propuesta tendrá un proceso *batch*, pues, aunque algunas operaciones específicas pudieran ser continuas, el conjunto de todas las etapas conforma en general un proceso discontinuo.

Según García (2017), un sistema discontinuo debe tener flujos menores que 5 000 t/a, y en el caso de estudio se manejan flujos de hasta 132 kg/a, lo que quiere decir que cumple con este criterio.

Además, Turton (2018) plantea que los procesos discontinuos son dominantes en las industrias de alimentos, aunque están más lejos de trabajar de forma óptima cuando están diseñados discontinuamente.

### 3.2- Caracterización del proceso tecnológico

La elaboración de mermeladas de frutas está sustentada sobre un proceso bastante simple, pero consta de un grupo de etapas y operaciones que deben cumplirse adecuadamente para garantizar la calidad e inocuidad del producto deseado.

#### 3.2.1- Capacidad de la planta

El diseño preliminar de la planta se realizará considerando una capacidad de procesamiento de 500 kg diarios de guayaba, y en base dicho valor se efectuaran los balances de masa correspondientes así como el análisis de factibilidad económica de la propuesta.

#### 3.2.2- Descripción general del proceso

A continuación, se describen las etapas que conforman el proceso, a partir de lo explicado por CANAINCA (2013), Villanueva (2016) y Díaz (2017).

**Recepción:** Al ser recibida la materia prima en la planta, se muestrea para inspeccionar visualmente su calidad en base a los estándares previamente establecidos, pues esta influye

directamente en el rendimiento y calidad del producto. Se registran sus características principales, tales como proveedor, procedencia, costo y peso. El diseño de la planta deberá tomar en cuenta la logística en la recepción de la materia prima para determinar el espacio requerido de almacén temporal y, de ser necesario, bajo condiciones de temperatura y humedad controlada, si es que no se pudiera procesar inmediatamente la materia prima recibida.

**Pesaje:** La materia prima se traslada manualmente del área de recepción o almacén hacia la pesa, para así determinar el rendimiento y calcular la cantidad de los otros ingredientes que se añadirán en etapas posteriores.

**Preselección y rechazo de la materia prima:** Después de ser pesada la materia prima en la planta, se transporta manualmente hacia la mesa de preselección, donde se seleccionan las frutas de forma visual o por tacto. Se debe elegir la fruta muy fresca y madura, pero firme. Se elimina la fruta sobremadura y aquella que no tiene apariencia agradable.

**Lavado:** La materia prima preseleccionada es transportada hacia la tina de lavado manualmente, para separar la tierra y materiales extraños, residuos de pesticidas, y reducir la carga bacteriana presente en los frutos. El lavado es manual y por inmersión de la materia prima en agua.

**Enjuague:** El fruto lavado es trasladado manualmente hacia la tina de enjuague para eliminar el cloro presente en la fruta. El desagüe de las tinajas de lavado y enjuague se descarga por gravedad hacia una cisterna de agua residual.

**Mesa de selección, pelado y troceado:** La fruta enjuagada se traslada en cajas hacia la mesa, donde es seleccionada nuevamente. Los operadores están situados a cada lado de la misma, donde eligen y retiran de esta las que se encuentran en mal estado o cortan las partes dañadas de las mismas, como cáscara, semilla, hoyos y algunos defectos de apariencia. Para varios de los productos a elaborar se requiere de una presentación en trozos, lo que facilita la trituración de la fruta.

**Trituración:** La fruta troceada es conducida al molino triturador para luego ser transportada manualmente mediante cubetas.

**Precocción:** La pulpa es enviada a la etapa de precocción, donde se cuece suavemente hasta antes de añadir el azúcar. Este proceso es importante para romper las membranas celulares de la fruta y extraer toda la pectina. Además, permite detener el proceso enzimático de emparedamiento, retener los aromas de la fruta, reducir la carga microbiana, e incrementar el rendimiento del jugo. Si fuera necesario, se añade agua para evitar que se queme el producto. La cantidad de agua a añadir dependerá de lo jugosa que sea la fruta, de la cantidad colocada en la olla y de la fuente de calor. La fruta se calentará hasta una temperatura de 75 a 80 °C durante unos minutos. En esta etapa se tomarán muestras de pulpa y se verificará el pH para determinar qué cantidad de los otros insumos se adicionarán en la etapa de cocción.

**Repasadora refinadora:** Después de la precocción, la masa se transporta manualmente hacia la repasadora refinadora de pulpa. La pulpa se descarga en cubetas plásticas cuya capacidad dependerá de las características del molino rectificador.

**Cocción:** La pulpa se transporta manualmente desde las cubetas plásticas hacia el área de cocción. Esta es la operación de mayor importancia sobre la calidad de la mermelada, por lo que requiere de mucha destreza y práctica por parte del operador. La temperatura de cocción debe ser de 100 a 105 °C, y el tiempo de cocción depende de la variedad y textura de la materia prima, pero se considera de 20 a 25 minutos después de que alcanza la temperatura de ebullición. Durante la cocción se disminuye la humedad de los productos mediante la evaporación parcial del agua contenida en la mezcla.

**Preparación y adición del jarabe:** En un tanque se calienta el agua para preparar, por separado, el jarabe de alta concentración en azúcar. Para ello se mide una determinada cantidad de agua, que se calienta y se somete a agitación suave. Lentamente se vierte el azúcar, la cual irá disolviéndose. Una vez disuelto, se pesan las cantidades necesarias de jarabe para introducirlo en la etapa de cocción. Cuando el volumen se haya reducido en un tercio, se procede a añadir la mitad del azúcar en forma directa. La mermelada debe removerse hasta que se haya disuelto todo el azúcar, y entonces se revolverá lo menos posible y después se llevará rápidamente hasta el punto de ebullición.

A la salida del depósito de preparación del jarabe, es conveniente que este se filtre para eliminar las impurezas del azúcar. Esto puede realizarse con un filtro de manga de tela apropiada, previamente lavada y hervida, que pueda ser cambiado y lavado con facilidad.

**Preparación y adición de la pectina:** En un depósito separado se prepara la solución de pectina, operación que se realiza lentamente. Finalmente, la adición de la pectina se realiza al mezclarla con el azúcar que falta añadir, evitando de esta manera la formación de grumos. Durante esta etapa, la masa debe ser revuelta lo menos posible. La cocción debe finalizar cuando se haya obtenido el porcentaje de sólidos solubles deseados, comprendido entre 64 y 68 %. Para la determinación del punto final de cocción se deben tomar muestras periódicas hasta alcanzar la concentración correcta de azúcar, y de esta manera obtener una buena gelificación.

**Adición del ácido cítrico y conservante:** Una vez que el producto está en proceso de cocción y el volumen se haya reducido en un tercio, se procede a añadir el ácido cítrico. Este debe diluirse con una mínima cantidad de agua. Una vez que esté totalmente disuelto, se agrega directamente a la olla.

**Trasvase:** Se retira la mermelada de la fuente de calor. Inmediatamente después, la misma debe ser trasvasada a otro recipiente con la finalidad de evitar la sobrecocción, que puede originar oscurecimiento y cristalización del producto.

**Almacenamiento temporal de la mermelada:** Después del trasvase, se deposita en un tanque cilíndrico provisto de un agitador, donde el objetivo de esta etapa es mantener el producto que sale de la etapa de cocción a 85 a 90 °C, la cual favorecerá la etapa siguiente de envasado. En esta etapa también se toman muestras del producto y se les hace una verificación final a sus parámetros de calidad.

**Envasado y tapado:** Después de verificarse los parámetros de calidad de la mermelada, se realiza el envasado de la misma, que se realizará en el mismo equipo donde se almacena temporalmente. La mermelada se envasa en caliente a una temperatura no menor de 85-90°C, la cual mejora la fluidez del producto durante el llenado y, a la vez, permite la formación de un vacío adecuado dentro del envase. En el momento del envasado se deben verificar que los recipientes no estén rajados ni deformes, sino limpios y desinfectados. El llenado se realiza hasta el ras del envase y se coloca inmediatamente la tapa.

El producto caliente se vierte en el depósito de la llenadora, que puede ser manual, y mediante una llave se deja caer por gravedad el producto en el interior del envase. Los envases llenos

y cerrados se dejan en reposo para su enfriamiento y la solidificación de la mermelada. Una vez fríos, serán lavados por su parte exterior, etiquetados y guardados en cajas para su expedición y venta. Es conveniente analizarlos, sobre todo organolépticamente, para comprobar que se fabrica un producto de calidad.

**Tinas de enfriamiento:** En el caso de productos envasados en frasco de vidrio, la fragilidad de este material al choque térmico no permite llevar a cabo el enfriamiento de manera abrupta, por lo que se debe hacer de manera paulatina mediante el rocío de agua tibia, y bajar la temperatura del agua conforme se enfría el frasco. Para los envases de vidrio se utiliza una tina de agua con una ducha unida a una válvula para regular la entrada de agua caliente a fría.

**Etiquetado:** El etiquetado del producto constituye la etapa final del proceso de elaboración de mermeladas. La etiqueta se pega con silicato al envase de vidrio por medio de una máquina o manualmente. En la etiqueta se debe incluir toda la información sobre el producto como: fábrica elaboradora, dirección, fecha de elaboración o caducidad, lote de producción, ingredientes y contenido.

**Almacenamiento del producto envasado y empacado:** El diseño de la planta debe considerar un espacio para el almacenamiento del producto terminado para su posterior distribución. Se considera como una etapa del proceso, pues implica costos que se incluyen en el costo de producción.

### 3.2.3- Definición de la jornada laboral

Como la fruta escogida (guayaba) se cultiva durante todo el año, se decide que la fábrica trabaje 11 meses anuales, destinando un mes para el mantenimiento de los equipos, limpieza de los mismos y de la instalación en general. Esta operará 24 días al mes, con una jornada laboral de 10 horas al día, por las características que definen a este tipo de industria. Estos criterios se basan en las experiencias de mini-industrias similares.

En el caso de la elaboración de mermeladas, Rivero (2019) plantea que es importante el cronograma de producción o diagrama temporal, el cual permite realizar una mejor planificación del proceso, por lo que considera que para hacer un lote de producto se deben tener en cuenta las siguientes etapas con su respectiva duración. Estos intervalos de tiempo



no son exactos, pues dependen del volumen a procesar, de la humedad y demás características propias de la materia prima.

- Recepción, pesaje, preselección, lavado, enjuague y selección: 3 h.
- Pelado y troceado: 2 h.
- Trituración, precocción y refinación: 1 h.
- Cocción: 1 h aproximadamente, en dependencia del volumen a procesar.
- Envasado: 1 h.
- Almacenamiento del producto terminado: 1 h.
- Limpieza del local: 1 h.

#### 3.2.4- Cantidad de operarios

Diversos autores coinciden que, para mini-industrias de este tipo, la cantidad de operadores debe ser el mínimo posible, oscilando alrededor de 10 personas.

Villanueva (2016) considera que, para el caso de la producción de mermeladas, la planta debe contar con siete empleados, caso que coincide con los datos aportados por la mini-industria Frutisel, ubicada en el municipio Matanzas.

Benites *et al.* (2016) afirma que para que la línea de producción funcione correctamente se requerirá personal que desempeñe distintos roles de acuerdo a las áreas que se les asignarán, y especifica que se necesita un gerente o jefe de planta, un supervisor, un responsable de servicios y mantenimiento, y cinco operarios. Coronado e Hilario (2001) y Torres (2007) coinciden con esto, pero este último alega que también debe existir un custodio o vigilante.

Atendiendo al criterio de los diferentes autores y a las experiencias de mini-industrias similares, en este caso, la planta contará con 5 trabajadores directamente en la producción, además de otros empleados como un económico, un técnico de laboratorio, un responsable de mantenimiento, un custodio y un jefe de planta, para un total de diez trabajadores.

#### 3.2.5- Balances de materia y energía

A partir del diagrama de bloques construido (Anexo 2) y de los flujos de materias primas a procesar y las relaciones entre estos y las cantidades de insumos, se realizan los balances de materiales y energía.

#### 3.2.5.1- Resultado de los balances de masa

Teniendo en cuenta los datos de los insumos empleados en el proceso, mostrados en el Anexo 10 y haciendo uso de las ecuaciones planteadas en el epígrafe 2.2.3.1, se obtuvieron los resultados que se muestran en el Anexo 11.

Para ello se consideró que no existen pérdidas de masa en los equipos ni en los recipientes por los que transitan los materiales intermedios. Por otro lado, la pectina en polvo debe disolverse en agua y añadirse a la mezcla contenida en la marmita al inicio de la cocción, para que pueda producirse la gelificación y no se degrade al alcanzar las altas temperaturas. En este caso, se decidió que este aditivo se disolviera en la misma agua de preparación del jarabe, para incorporar la menor cantidad posible de líquido a la mezcla.

Se calcularon los flujos de insumos, agua de lavado y enjuague, y producto final, los cuales serán utilizados para calcular el costo de producción, en la realización del análisis económico del proceso productivo, y en los restantes balances de materia y energía.

#### 3.2.5.2- Resultado de los balances de energía

A partir de las expresiones planteadas en el epígrafe 2.2.3.2, se efectuaron los balances de energía para las marmitas de precocción y cocción. Los resultados obtenidos se muestran en el Anexo 12.

Las temperaturas utilizadas son las mencionadas en la descripción del proceso. Además, para establecer la temperatura de entrada de la fruta triturada a la marmita de precocción se tuvo en cuenta que previamente había sido lavada y enjuagada, por lo que se estimó que dicha temperatura fuese de 25 °C, puesto que, aunque la media atmosférica en ocasiones se encuentra por encima, se deberían considerar diversos factores que inciden en su variabilidad, como su posible procedencia del manto freático, la estación del año que transcurra en el momento de su utilización e incluso el instante del día en que se haga fluir dicha sustancia, entre otros (Rivero,2019).

Se toma un valor de 72 °C para el caso de la temperatura de la pulpa, partiendo de la consideración de que se disipan 8 °C en el molino refinador, tal como afirma Villanueva (2016).

Se asume un 10 % de pérdidas para las marmitas de precocción y cocción, al igual que en la mayoría de los equipos de transferencia de calor. Sin embargo, para el diseño de las mismas

se considera un proceso adiabático para determinar la mínima cantidad de energía necesaria para garantizar el alcance de las temperaturas deseadas.

### 3.2.6- Presentación del producto

La presentación del producto será en botellas de vidrio de 330 mL, debido a su disponibilidad, además de que son reciclables y por su poco volumen resulta práctico su traslado. Según la NC 452: 2014 “Envases, embalajes y medios auxiliares destinados al contacto con alimentos”, estos envases pueden ser reutilizados en el propio proceso productivo, pues se permitirá el empleo de envases retornables de vidrio siempre que sea posible efectuar su correcta higienización antes de usarlos nuevamente y cuando no se le haya dado otro uso que el de envasar alimentos. Por supuesto, estos se mantendrán en buen estado físico e higiénico.

### 3.2.7- Disposición de residuales

Durante el proceso de elaboración de mermelada, se generan residuales tanto líquidos como sólidos, los cuales deben ser reutilizados o, en última instancia, eliminados. El destino de los mismos dependerá de su naturaleza y del impacto ambiental que genere.

#### a) Residuos sólidos

Los residuos sólidos (o basura) contienen desechos de alimentos crudos, cocidos y deteriorados, por lo que constituye una fuente de contaminación y deben tener un tratamiento adecuado. Por ello, no se permitirá la acumulación de desechos en las áreas de manipulación y almacenamiento de los alimentos o en otras áreas de trabajo ni en zonas circundantes.

Se aprovecharán los desechos sólidos que sean adecuados, provenientes de la fruta, en la alimentación animal, producción de abonos, etc., con la coordinación previa con las entidades especializadas.

Las mermas que se generan en el proceso son las semillas en la etapa de trituración, las cuales representan una fracción considerable de la materia prima utilizada. Existen algunas alternativas para brindar un valor agregado a la gran cantidad de residuales sólidos, tal como afirman Buenrostro, de la Garza, Ibarra & Aguilar, (2010); Santos, *et al.* (2011); Benites, *et al.*, (2012), Guerrero, *et al.*, (2012), Chaparro, *et al.*, (2015); Chapoñan (2016) y Villanueva (2016). Entre las principales variantes se encuentran: la alimentación animal directa o elaboración de suplementos alimenticios a partir de la cáscara, semillas y bagazo de la fruta, el empleo de

semillas para nuevas siembras y compostaje para producción de abono a partir de la descomposición de la materia orgánica, el cual se emplea ampliamente en la agricultura y jardinería como enmienda para el suelo, aunque también se usa en paisajismo, control de la erosión, recubrimientos y recuperación de suelos.

#### b) Residuos líquidos

En el caso de los residuales líquidos de la planta, se encuentra el agua resultante del lavado y del enjuague de las frutas, la cual pudiera ser filtrada y destinada a la limpieza de las áreas de la instalación, o directamente aprovechada en la irrigación de sembrados aledaños, en caso de existir. Esto se justifica porque el efluente contiene un bajo nivel de contaminación (Guerrero, *et al.*, 2012).

### 3.3- Selección de los principales equipos

Para la selección de los equipos se tuvo como referencia las operaciones del proceso de producción y el objetivo de cada una de ellas, siempre teniendo en cuenta el volumen de materias primas a procesar, para así determinar las especificaciones de algunos equipos y la cantidad de unidades a utilizar.

#### 3.3.1- Selección de los materiales de construcción

Como el pH de las materias primas y productos involucrados no es demasiado bajo, se utilizará el acero inoxidable AISI 304 como material de construcción para tener en cuenta durante la selección de los equipos del proceso.

Por tanto, todos los equipos estarán fabricados a base de acero inoxidable AISI 304, mientras que los utensilios y recipientes a utilizar durante el proceso podrán ser de plástico, madera, vidrio o acero inoxidable, de modo que la instalación cumpla con la Instrucción M-11/12 de 25 de septiembre de 2012 del MINAL (Instrucciones Generales Higiénico- Sanitarias y Tecnológicas para la Pequeña Industria Productora de Frutas y Hortalizas en Conserva).

#### 3.3.2- Selección de los equipos del proceso

Como afirma CANAINCA (2013), la selección del equipamiento requerido es uno de los factores más importantes para el inicio de operaciones de cualquier empresa, sobre todo si se trata de un micro o pequeño negocio, en virtud de los elevados egresos que puede representar y de las limitadas opciones de financiamiento, aspectos que influyen de manera importante en el éxito o fracaso del negocio.

La tecnología a usar en la fabricación de mermeladas de frutas es semi-industrial, y los equipos más importantes son: el molino triturador, el molino refinador y las marmita, que constituyen las maquinarias más útiles y serán, además, las más costosas.

a) Equipos para la molienda

El molino seleccionado para la planta es el de martillo, debido a que su costo no es tan elevado y por ser uno de los más usados en la industria de alimentos. Según el criterio de Saravacos & Kostaropoulos (2016), la mayoría de los alimentos que se someten a trituración y molienda, alcanzan un tamaño de aproximadamente 0,5 mm. Además, en el procesamiento de alimentos, la calidad del producto final es más importante que la exactitud de su tamaño.

En este caso se necesitarán dos molinos: uno para triturar la materia prima y otro para refinar la pulpa obtenida después de la precocción. En aras de economizar la inversión, podrá prescindirse del molino refinador y utilizar la variante de emplear el mismo molino triturador, pero sustituyéndole el tamiz por otro cuyo tamaño de orificios se ajuste a los requerimientos de la refinación.

Las características técnicas del molino seleccionado se pueden observar en el Anexo 13. Como se puede observar, este tiene una capacidad de 1 000 kg diarios, lo cual satisface la previamente asumida para la planta (500 kg/d).

b) Equipos de cocción

El equipo más utilizado para la elaboración industrial y semi-industrial de mermeladas según la bibliografía es la marmita (Villanueva, 2016; VARONA, 2017; Otero, 2018).

Esto se debe, entre otras razones, a que resulta fácil de controlar y posee una superficie lisa continua de fácil limpieza y factible para adaptar un agitador con paletas de teflón que se ajustan al fondo para mover continuamente el producto y evitar el sobrecalentamiento en la superficie (Villanueva, 2016).

Para el caso de la mini-industria se necesitan dos marmitas: una para llevar a cabo el proceso de precocción y la otra para el proceso de cocción. Aunque el funcionamiento de estos equipos puede ser a base de vapor, electricidad o gas, se seleccionan para el diseño preliminar las marmitas eléctricas. Luego de consultar diversas propuestas y catálogos de fabricantes,

finalmente se seleccionó una marmita eléctrica con agitador, cuya ficha técnica se muestra en el Anexo 14.

c) Mesa de trabajo

En el caso de estudio se necesitan cuatro mesas de este tipo: una para la preselección, otra para la selección y otras dos para el envasado y el etiquetado, respectivamente. Las mesas estarán construidas a base de acero inoxidable AISI 304, con dimensiones de 1500 x 900 x 900 mm, con altura suficiente y bordes para la contención del producto. Además, cuentan con dos pasillos laterales integrados a estas (Anexo 15).

d) Complementos de la instalación

Estos complementos son los siguientes: cestas plásticas para el transporte de la fruta dentro de la fábrica, cubos de plástico de aproximadamente unos 20 L, para transportar la pulpa por las diferentes etapas, cuchillos de acero inoxidable, báscula para materia prima, tinas de lavado y enjuague, filtro de manga, tanque de lavado de envases (botellas), balanza técnica (para los insumos), tanque de preparación del jarabe (y pectina), termómetro, refractómetro, tanque de almacenamiento temporal de la mermelada y enchapadora mecánica.

El envasado se realiza de forma manual mediante un equipo de personas, las cuales, suministradas de embudos de cuello ancho y de vasos de vidrio, llenarán las botellas colocadas sobre una mesa de acero inoxidable y procederán seguidamente a su perfecto tapado.

### 3.4- Análisis económico

En este caso, se selecciona el método de *estudio* para llevar a cabo la estimación, ya que no se dispone de suficientes elementos para realizar un análisis más detallado y preciso como proponen los tipos de estimación más avanzados, pero tampoco se carece de casi todos los datos como plantea el método de *orden de magnitud*. Tal como encierra el objeto de este tipo de estimado, en la presente investigación se efectuará un diseño preliminar, para lo que se cuenta con el diagrama de flujo del proceso y con los equipos involucrados en el mismo, información que coincide con los requerimientos de la clase de estimación elegida.

### 3.4.1- Estimación de la inversión

Se selecciona la metodología de Lang para estimar la inversión de la planta en cuestión, pues a criterio de los autores Ulrich (1985), Brizuela (1987) y Turton (2018), es el método más comúnmente utilizado en los proyectos que abordan estimaciones del tipo *estudio*, debido a su grado relativamente bajo de complejidad, la rapidez de sus resultados, y a que aunque el propio tipo de estimado no exige una elevada precisión, esta técnica es capaz de alcanzar una mayor exactitud que los métodos generales.

Para estimar el capital invertido en la planta a partir de la metodología de Lang, se determinó primeramente el costo base de los principales equipos del proceso. Dichos costos se muestran en el Anexo 16, junto con las características fundamentales de los mismos. Los valores fueron extraídos de catálogos de fabricantes y de industrias similares, todos ellos reportados para los años 2018 y 2019. El único que debió ser actualizado fue el costo de las mesas de trabajo, ya que el precio hallado era del 2017, para lo que se empleó el índice de costo CEPCI del año 2019 (Jenkins, 2019).

El resto de los equipos y útiles de la instalación se incluyen entre los costos del proceso (instrumentos de laboratorio, piezas de repuesto, etc.). Como se puede apreciar, los costos más significativos son los de las marmitas y el molino, seguidos de la habilitación de la cisterna. En el caso de las tinas y la cisterna, los costos fueron estimados a partir de consultas con especialistas de la construcción, y empleando los costos reales de los materiales de fabricación.

Posteriormente se calculó el costo total del equipamiento tecnológico de la planta a partir de la expresión 2.24, obteniéndose un resultado de 282 353,44 CUP. Por último, se estimó el costo total de inversión de la planta, haciendo uso del factor de Lang, que en este caso tiene un valor de 2,8 según se aprecia en el Anexo 7, pues la mini-planta manejará sólidos y fluidos, y el material de construcción principal será el acero inoxidable (AISI 304). Esto arroja un resultado de aproximadamente 790 590 CUP como capital invertido.

Como se puede apreciar, la inversión de la planta presenta un valor en el orden de los cientos de miles de pesos, por lo que se podría decir que presenta un valor relativamente bajo, pero que es adecuado para este tipo de mini-industrias. En cuanto al costo de adquisición de los equipos, se puede apreciar en el Anexo 17 que el equipo de mayor costo es la marmita que

representa el 75 % del costo de la inversión, debido a que se requiere la instalación de dos dispositivos de este tipo, seguido del molino triturador que representa el 12 %.

#### 3.4.2- Costos de producción

En la mayoría de los casos, para efectuar el diseño de la planta, los costos de producción se expresan como porcentaje estimado de otros costos, según refiere la bibliografía especializada. Sin embargo, existen otros que deben ser determinados en función de las características reales del proceso, como es el caso de las materias primas, los materiales de producción, la fuerza de trabajo, las facilidades auxiliares y el embalaje.

En el caso de las materias primas se toman las calculadas en los balances de masa y se afectan por su costo unitario, establecido por el Ministerio de Finanzas y Precios para los productos agropecuarios. Lo mismo ocurre con los materiales de producción, que se toman las cantidades de los insumos consumidos durante un año de funcionamiento de la planta, como resultado de los balances de masa efectuados, y se multiplican por el costo de cada uno, tomados de la UEB Perla del Norte en el municipio Cárdenas. Todos estos datos se presentan en el Anexo 10.

El costo de la fuerza de trabajo en este caso se tomó como un costo fijo, y se estableció el mismo salario medio de la CPA "13 de Marzo" (350 CUP mensuales). Lo mismo ocurrió con el costo de laboratorio, debido a que representa un porcentaje de este.

En relación a las utilidades, en la mini-industria solamente se emplearán la electricidad y el agua. La primera de estas se utilizará para hacer funcionar el molino, las marmitas, la balanza técnica, las luces de la instalación, etc., mientras que la segunda se requerirá para lavar y enjuagar la fruta, así como para efectuar la limpieza del área y los equipos de producción, y para la higienización de la planta en general y los servicios sanitarios.

Los mayores consumidores de la energía eléctrica son el molino y las marmitas, y con respecto a estos se realiza el cálculo de la potencia consumida, afectando el valor por la tarifa correspondiente, con el objetivo de obtener el costo mensual por concepto de electricidad.

Tras consultar el Sistema Tarifario Eléctrico elaborado por la Unión Eléctrica (UNE) (2013) y que aún se mantiene en vigencia, se decide que la tarifa a emplear será la M1 - C, que es la más apropiada para las características de la mini-industria, pues se aplica para media tensión



(como requieren los equipos) y para actividad inferior a 12 horas diarias, como es el caso de la planta cuya jornada laboral se estableció en 10 h. La tarifa comprende un costo de 7,00 CUP mensual por cada kW de máxima demanda contratada en cualquier período del día, y, en caso de no ser por contrato, muestra una expresión para calcular el costo por cada kWh consumido (ecuación 3.1).

$$Costo_{elect} = \left( 0,0254 \frac{CPU}{Kwh} * K + 0,064 \frac{CPU}{Kwh} \right) * Consumo Kwh \quad 3.1$$

En la ecuación anterior se aprecia que el costo eléctrico se puede calcular para cualquier momento del día, y que el factor K se expresa como un coeficiente cuyo valor refleja la proporción en que varía el promedio ponderado de los precios de todos los combustibles usados en la generación. Este elemento se corresponde con la parte variable de la tarifa por combustibles, y para su actualización el precio ponderado de los combustibles es de 400,36 CUP/t, por lo que resulta el factor  $K = 4,2143$ , previsto en el plan del año 2011.

El análisis efectuado anteriormente se puede apreciar en el Anexo 18, donde al emplear la ecuación 3.1 se obtiene un estimado del consumo eléctrico mensual de la planta (89,76 kWh). Teniendo en cuenta que la misma opera durante 11 meses al año, resulta un consumo anual de 987,36 kWh.

El consumo de agua del proceso se cuantificó mediante el uso de los balances de materia realizados y la requerida para los servicios sanitarios y limpieza del local se estimó como el cuádruplo del agua de lavado, según lo planteado por VARONA (2017).

En el Anexo 19 se muestran los valores obtenidos, según la UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón”; resultando un total de 212,18 m<sup>3</sup>. Para determinar el costo por concepto de utilidades se emplea el Anexo 20.

Con respecto al embalaje, se expresa la cantidad de mermelada producida en unidades de volumen a partir de la densidad de la mermelada de guayaba, la cual tiene un valor de 1,023 g/cm<sup>3</sup> (UCLM, 2019), para luego determinar el número de botellas de vidrio de 330 mL de capacidad para envasar ese producto, el cual da un valor de 594 562 u/a. Se conoce que el costo unitario de la botella con chapa es de 1,3 CPU según la CPA “13 de Marzo”.

En el Anexo 20 se muestran los resultados del cálculo de los costos de producción para la fruta analizada, y en el Anexo 21 se muestra el gráfico que representa la estructura de costos, donde se puede apreciar que el más significativo es el costo de embalaje. Este es un resultado lógico, ya que el material de construcción y las características inherentes a su elaboración les imprimen a estos envases un valor elevado.

#### 3.4.3- Indicadores económicos del proceso productivo

Los resultados de los indicadores económicos del proceso productivo se muestran en el Anexo 22. Como se puede apreciar, los costos variables representan casi ocho veces el valor de los fijos. El valor de la producción, por su parte, se determina a partir del volumen de producción y del precio unitario del producto. El primero consiste en la cantidad total de mermelada obtenida en el año (200 718,21 kg), mientras que el segundo se fija en función de mini-industrias similares. La CPA "13 de Marzo", por ejemplo, comercializa las botellas de igual formato rellenas de mermelada a 5 CUP, para un total aproximado de 14 CUP/kg; pero como en el caso de esta planta el producto a la venta será de una marca desconocida en el mercado, se debe establecer un precio competitivo en comparación con el otro que resulta más popular, por lo que se selecciona un precio de venta de 8 CUP por cada kilogramo de mermelada obtenido. Como resultado, el valor de la producción es de 1 605 745,70 CUP/a, el cual evidentemente es superior al costo de producción, lo que arroja una ganancia positiva (595 946,06 CUP/a).

El costo unitario del producto es de 5,03 CUP/kg y como el precio unitario del producto es 8 CUP/kg, significa que es menos costoso producirlo que adquirirlo, y que por cada unidad de producto existirá una ganancia de 2,97 CUP. Otro indicador relacionado con esto es el costo por peso, el cual tiene un valor de 0,63, lo que representa que cuesta 63 centavos producir 1 CUP.

Turton (2018) plantea que la rentabilidad aceptable para la industria química en general es de un 17 %, y en este caso el valor supera al establecido, siendo un 59,02 % por lo que se puede afirmar que el proceso es rentable.

Por su parte, el punto de equilibrio muestra un valor de 32 048,32 kg/a, lo cual coincide con el punto en el cual se intersecan las líneas del valor y el costo de producción en el gráfico que se muestra en el Anexo 23. Esto significa que ese será el volumen de producción para la

ganancia nula. Mientras menor sea el punto de equilibrio en comparación con el volumen de producción, mayor será la ganancia.

#### 3.4.4- Indicadores de la eficiencia económica de la inversión

Con respecto a la valoración de la eficiencia económica de la inversión, se obtuvo un 75,38 % de retorno de la misma a través de la ganancia. El rango establecido por la Dow Chemical Co. (2017) es de 33-34 %; sin embargo, este valor es superior al normado. Además, el plazo de recuperación de la inversión es de 1,33 años, lo que significa que en un poco más de un año la inversión se recuperará completamente, lo cual concuerda con lo indicado por Altuve (2004), que plantea que las inversiones que se recuperan el período de 1 a 5 años son más prometedoras y mejores pagadas que las que requieren un tiempo superior.

Para realizar el flujo de caja se efectúa el movimiento de fondos actualizado y, empleando como tasa de interés un 10 %, se obtiene un valor actual neto de 3 051 037,87 CUP. De acuerdo con Márquez & Castro (2015) si el valor actual neto es mayor o igual que cero y está actualizado a la tasa de oportunidad del capital, indica que la inversión paga el costo de oportunidad de la inversión. En este caso el valor no solo es positivo, sino que se encuentra en el orden de la inversión, lo que significa que después de cubierta la misma y pagado el interés quedan 3051037,87 CUP en utilidades.

Según Karellas, Boukis & Kontopoulos ,(2010), la tasa interna de retorno constituye un indicador de la rentabilidad de un proyecto y mientras mayor sea, más rentable será. Además, Márquez & Castro (2015) plantean que el valor de la tasa interna obtenido tiene que ser igual o mayor que el costo de oportunidad del capital (expresado como tasa de rendimiento) para que la inversión pague los costos y sea rentable. En este caso, la TIR es de 63,85 % aproximadamente, por lo que supera el 10 % de interés recomendado por Turton (2018), minimizando los riesgos desde el punto de vista inversionista. El flujo de caja a partir del cual se calcularon el valor actual neto y la tasa interna de rentabilidad se encuentra en el Anexo 24. Johnson & Melicher (2000) afirman que un proyecto de inversión de capital debería aceptarse si tiene un valor actual neto positivo y una tasa interna superior a la normada, por lo cual en este caso se acepta la inversión.

### 3.5- Evaluación cualitativa del impacto ambiental

A partir de la metodología descrita en el epígrafe 2.5.1 se elaboró la matriz de importancia que se muestra en el Anexo 25 y donde se reflejan los diferentes impactos provocados por la acción sobre los factores del medio. Como puede observarse, la mayoría de estos impactos son compatibles con el sistema (irrelevantes), al presentar valores inferiores a 25.

Los restantes factores son considerados moderados, los cuales presentan un rango de importancia que oscila entre los 25 y 50. Estos son: la economía, la atmósfera, la superficie, la reproducción y la supervivencia.

En el Anexo 26 se muestra un gráfico de barras, donde se puede observar la influencia de la puesta en marcha de la mini-industria sobre los distintos subsistemas (abiótico, biótico y socioeconómico). En este se aprecia que el componente donde mayor impacto positivo tiene es en la economía, y el aspecto sobre el que mayor incidencia negativa muestra es el paisaje.

### 3.6- Conclusiones parciales

1- Se aplicó la metodología de diseño de plantas seleccionada al proceso de elaboración de mermelada de guayaba, con un grado de exactitud correspondiente a la estimación de tipo *estudio*.

2- Se estableció una capacidad de procesamiento para la planta de 500 kg diarios de guayaba.

3- Se efectuó la selección de los principales equipos que requiere el proceso productivo, donde se destaca el molino triturador y las marmitas de precocción y cocción.

4- La inversión necesaria para poner en funcionamiento esta planta se estimó en 790 590 CUP según la metodología de Lang, la cual se recuperará en 1,33 años a través de la ganancia, que alcanza un valor anual de 595 946,06 CUP. Esto hace posible que el VAN resultante sea de 353 051 037,87 CUP y la TIR de 63,85 %.

5- Se realizó la matriz de impacto ambiental para la puesta en marcha de la mini-industria para la elaboración de mermelada de guayaba, la cual arribó a resultados favorables siendo la acción propuesta beneficiosa fundamentalmente en el aspecto económico, y la mayor incidencia negativa (moderada) es sobre el paisaje.

## Conclusiones

1. El diseño preliminar de una PyME de producción de mermelada de guayaba permite contar con una planta que asimile las cosechas del municipio lo que hace posible reducir las pérdidas de estas y a la vez obtener productos de calidad que satisfagan las necesidades de la población, lo cual corrobora la hipótesis planteada.
2. Se describió el proceso de elaboración de mermeladas de frutas, a partir de las etapas, operaciones y variables fundamentales.
3. Se determinaron los flujos involucrados en el proceso a través de los balances de materiales.
4. Se seleccionaron los principales equipos, según la capacidad de la planta (500 kg/d) y las reglamentaciones establecidas para este sector de la industria alimentaria.
5. La valoración del proyecto arrojó resultados económicos satisfactorios, por lo cual se acepta la inversión.
6. El estudio del impacto ambiental que genera la propuesta solamente arroja resultados irrelevantes y moderados.

## Recomendaciones

Basadas en las conclusiones obtenidas y para la extensión futura del presente trabajo, se realizan las siguientes recomendaciones:

- Analizar los riesgos a los que puede estar expuesta la planta.
- Continuar con la investigación a un nivel más profundo, para poder materializar la instalación de la planta y dar solución al problema existente.

## Bibliografía

13 de Marzo, 2019. Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) “13 de Marzo”. Unión de Reyes, Matanzas.

AALINAT, 2019. *Ficha técnica de la pulpeadora P5H - 010 / P1.0H – 010, marca INOXTRON*. Lima, Perú. Recuperado de: [www.aalinat.com.pe](http://www.aalinat.com.pe).

Abarca, C. 2012. Guía práctica para realizar el Estudio de Impacto Ambiental en una obra civil ejemplarizado en una obra Hidráulica. Universidad San Francisco de Quito.

Acea, E. (2017). *Tecnología de las conservas de frutas y vegetales*. La Habana. 2da edición. Editorial Pueblo y Educación.

Asthor; Barrett (2010). *Diseño organizacional bajo un enfoque sistémico para unidades empresariales agroindustriales*. (Maestría en Ingeniería Administrativa).

Benites, F. et al. (2016). *Diseño de una línea de producción de mermelada de mango ciruelo para una comunidad agrícola*. Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura. Piura, Perú.

Bravo, I. (2018). *Propuesta preliminar de una mini-industria para el proceso de concentrado de tomate en el municipio de Unión de Reyes*. (Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniera Química). Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Matanzas.

Brizuela, E., 1987. *Aspectos fundamentales del diseño de plantas industriales*. Ciudad de La Habana: Ed. ISPJAE. Tomos I y II.

Canales, C. I., Talavera, M., Pérez, K. V. (2013). *Estudio de Pre factibilidad de una línea de producción de Mermelada de Tomate en Estelí, Nicaragua*. (Trabajo Monográfico para optar al Título de Ingeniero Industrial). Managua. Nicaragua.

Carranco, R. (2017). *The contribution of small and medium-sized enterprises (Pymes) in the Ecuadorian economy*. Universidad Internacional del Ecuador. Quito, Ecuador.

Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua (CPMLN) (2012). *Manual tecnológico para el proceso de “mermelada de piña”*. Fortalecimiento de las capacidades del CPML de Nicaragua, para innovar procesos productivos y tecnológicos en MIPYMES agroindustriales. Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. Nicaragua.

Chacaguasay, E. M; Picho, C. E. (2016). *Diseño y construcción de una marmita cilíndrica con agitador y fondo esférico con rango de temperatura de 70 °C a 80 °C para la producción de 50 litros de aderezos*. (Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico). Universidad Politécnica Salesiana. Quito. Ecuador.

Chapoñan, V. (2016). *Proyecto para la instalación de una planta procesadora de mermelada a partir de camu camu (Myrciaria dubia) para exportación*. (Tesis para optar el título de Ingeniera Industrial). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, Chiclayo, Perú.

Coronado, M.; Hilario, R., 2001. *Elaboración de mermeladas. Procesamiento de alimentos para pequeñas y microempresas agroindustriales*. Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (CIED). Lima, Perú.

Directorio de la Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias, (CANAINCA), 2013. *Mermeladas de frutas*. Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias. México.

Domene, M.A.; Segura, M. (2014). *Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria*. Fichas de Transferencia No. 005. Negocio Agroalimentario y Cooperativo - Fundación Cajamar.

Dupin, M., Pérez, L., Guerra, B., Goya, F.A., Ibarra, E.V., Pérez, F. 2017. *Evaluation of environmental performance of "Chichi Padrón" slaughter house*. Recuperado de: <http://centroazucar.uclv.edu.cu>.

Fernández y Montes, 1986. *Determinación del calor específico de frutas y vegetales*.

Galicia, F. (2017). *Definición de la pequeña empresa*. Recuperado de: <https://www.scribd.com/doc/41944053/DEFINICION-DE-LA-PEQUENAEMPRESA-f-f>

Gómez, L. (2015). *Apuestan por mini-industrias para procesamiento de frutas y vegetales*. Recuperado de: <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2015-01-27/apuestan-porminiindustrias-para-procesamiento-de-frutas-y-vegetales>

Guerrero, D. et al. (2012). *Diseño de la línea producción de harina, puré y deshidratado a base de banano orgánico*. Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura. Piura, Perú.



Héroes de Girón, 2019. UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón”. Jagüey Grande, Matanzas.

Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI), 2010. *Producción generada por empresas*. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/.../perspectiva-gto.pdf>

Iza, E.C. (2013). *Desarrollo de una mermelada de mango Haden con quinua (Chenopodium quinoa)*. (Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el grado académico de Licenciatura). Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.

Javier, N.R. (2014). *Elaboración y evaluación reológica de mermelada de piña (Ananas comosus)*. (Tesis para optar el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

Jiménez, A., 2003. *Diseño de procesos en Ingeniería Química*. Barcelona: Ed. Reverté. 257 p.

Julca, A. (2014). *Evaluación reológica de la mermelada de mango (Mangifera indica L.), variedad Kent y estabilidad en el almacenamiento*. (Tesis para optar el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

Lavarone, P.G. (2012). *Costo por órdenes de producción: su aplicación a la industria panificadora* (Trabajo de investigación). Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

Lovera, N.N. (2016). *Estudio del efecto de la impregnación con calcio en la preservación de papaya*. (Tesis para la obtención del grado académico de Doctor en Ingeniería). Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Argentina.

Luna, J.E. (2012). *Influencia del capital humano para la competitividad de las PyMEs en el sector manufacturero de Celaya, Guanajuato*. (Disertación doctoral para obtener el grado de Doctor en Administración). Universidad de Celaya. Guanajuato, México.

Mancheno, A. (2011). *Desarrollo de un prototipo de mermelada light de frutilla ecológica, utilizando sucralosa (splenda como edulcorante no calórico)*. Riobamba, Ecuador.

Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL) (2012). *Instrucciones generales higiénico-sanitarias y tecnológicas para la pequeña industria productora de frutas y hortalizas en conserva*. Instrucción M-11/12. La Habana.

Moghavvemi, S.; Hakimian, F., 2012. “*Competitive advantages through it innovation adoption by SMEs. Social Technologies*”, 2 (1), pp. 24–39. Mykolas Romeris University. Kuala Lumpur, Malaysia.

Momtaz, S. Zovaidul S. 2013. *Evaluating Environmental and Social Impact Assessment in Developing Countries*. Boston: Elsevier.

Mora, J. C., Molina, O. M., Sibaja, J.P. 2016. *Application of a method for the environmental impact assessment of university construction projects*. DOI: 10.18845/tm.v29i3.2893. Pág 132-145.

Moreno, G. (2014). *Caracterización y elaboración de mermelada de guayaba (Psidium guajava L), enriquecida con camu camu (Myrciaria dubia HBK McVaugh)*. (Tesis para obtener el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias). Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquito, Perú.

NC 288: 2003. Mermeladas, confituras y jaleas - Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización (ONN).

NC 475: 2010. Pasta de frutas y/u hortalizas – Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización (ONN).

NC 480: 2006. Cloruro de sodio - Especificaciones. ININ/Oficina Nacional de Normalización.

NC 735: 2006. Tomate para industria - Especificaciones. ININ/Oficina Nacional de Normalización.

NC 827: 2006. Agua Potable– Especificaciones. ININ/Oficina Nacional de Normalización

NEGAVIM DEL PERU, 2019. *Ficha técnica de la marmita con agitador MRNP 250 IX, marca NEGAVIM*. Lima, Perú. Recuperado de: [www.negavimdelperu.com.pe](http://www.negavimdelperu.com.pe).

Otero, A. (2018). *Propuesta preliminar de diseño de una PyME para el procesamiento de frutas en el municipio de Limonar*. (Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Químico). Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Matanzas.

Pérez, L.; Martínez, C.O. (2011). *Manual para la elaboración de productos derivados de frutas y hortalizas*. Colección RP. Fundación PRODUCE Sinaloa A.C. México.

Perla del Norte, 2020. UEB Fábrica de conserva Perla del Norte. Cárdenas, Matanzas.

Peters, Max S.; Timmerhaus, Klaus D., 1991. *Plant design and economics for chemical engineers*. 4th Edition. University of Colorado: Ed. McGraw - Hill.

Plaza, P.M.; Blanco, B.E., 2015. "Análisis de los problemas que enfrentan las PyMEs Agrícolas para su participación en el desarrollo económico local". Rev. Publicando, 2 (5), 256-264. ISSN 1390-9304.

Quispe, J. (2012). *Pelado Químico*. Curso de Tecnología Agroindustrial. Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú.

Rivero, H.L. (2019). *Diseño preliminar de una mini-industria para el procesamiento de frutas*. (Tesis Presentada como Requisito Parcial para la Obtención del Título de Máster en Ingeniería Asistida por Computadora). Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Matanzas.

Rodríguez, B. G. (2010). *Formulación y Evaluación de Proyecto*. México: LIMUSA.

Rojo, D.; Bayo, F.J.; Martínez-Baños, P. (2018). *Sostenibilidad ambiental en pequeñas y medianas empresas: estudio del uso de indicadores ambientales*. Presentado al Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA 2018). *Environ. Res. Eng. Manag.* 48 (2): 42-50.

Romero, L.E. (2018). *Evaluación de temperatura, pH, humedad, residuos sólidos orgánicos (frutas y verduras) y digesta de animales de camal en el proceso de compostaje*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Sánchez, M.T.; De la Haba, M.J.; Guerrero, J.E.; Garrido-Varo, A.; Pérez-Marín, D. (2011). *Testing of a local approach for the prediction of quality parameters in intact nectarines using a portable NIRS instrument*. *Postharvest Biol. Technol.*, 60: 130-135.

Saravacos, G.; Kostaropoulos, E., 2016. *Handbook of Food Processing Equipment*. 2nd Edition. Switzerland: Springer. 775 p.

Sortino, O.; Dipasquale, M.; Montoreni, E.; Tomasso, L.; Perrone, D.G.; Vindrona, D.; Negre, M.; Piccone, G. (2013). *Refuse derived soluble bio-organics enhancing tomato growth and productivity*. *Waste Management*, 32: 1792-1801.

- Tan et al. (2015). *A sustainability indicator framework for Singapore small and medium- sized manufacturing enterprises*. The 22nd CIRP conference on Life Cycle Engineering. *Procedia CIRP* 29: 132-137.
- Tifani, K.T.; Nugroho, L.P.E.; Purwanti, N. (2018). *Physicochemical and sensorial properties of durian jam prepared from fresh and frozen pulp of various durian cultivars*. *International Food Research Journal* 25 (2): 826-834. Indonesia. Recuperado de: <http://www.ifrj.upm.edu.my>
- Toro, J. Requena, I. Zamorano., 2010. *Environmental impact assesement in Colombia: Critical analysis and proposals for improvement*. *Environmental Impact Assesement Review* 30 247-261.
- Tovar, M.E., 2009. *Diseño de plantas de proceso*. Unidad 3: Estimación de costos en plantas químicas. Rescatado de artículos de la revista *Ingeniería Química* (I), (II), (III). Sept-Nov. 1991.
- Turton, R., et al., 2018. *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes*. 5th Edition. West Virginia: Ed. Prentice Hall. 1 549 p.
- Ulrich, G.D., 1985. *Diseño y economía de los procesos de Ingeniería Química*.
- Villanueva, S.J. (2016). *Introducción a la Tecnología del Mango*. CIATEJ. Tecnología Alimentaria. 1era Edición. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). Jalisco, México.
- Viloria, I.N, Cadavid, L., Awad, G. 2018. *Methodology for environmental impact assesement for infrastructure projects in Colombia*. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 28, no. 2, pp. 121-156. DOI: <https://doi.org/10.18359/rcin.2941>.

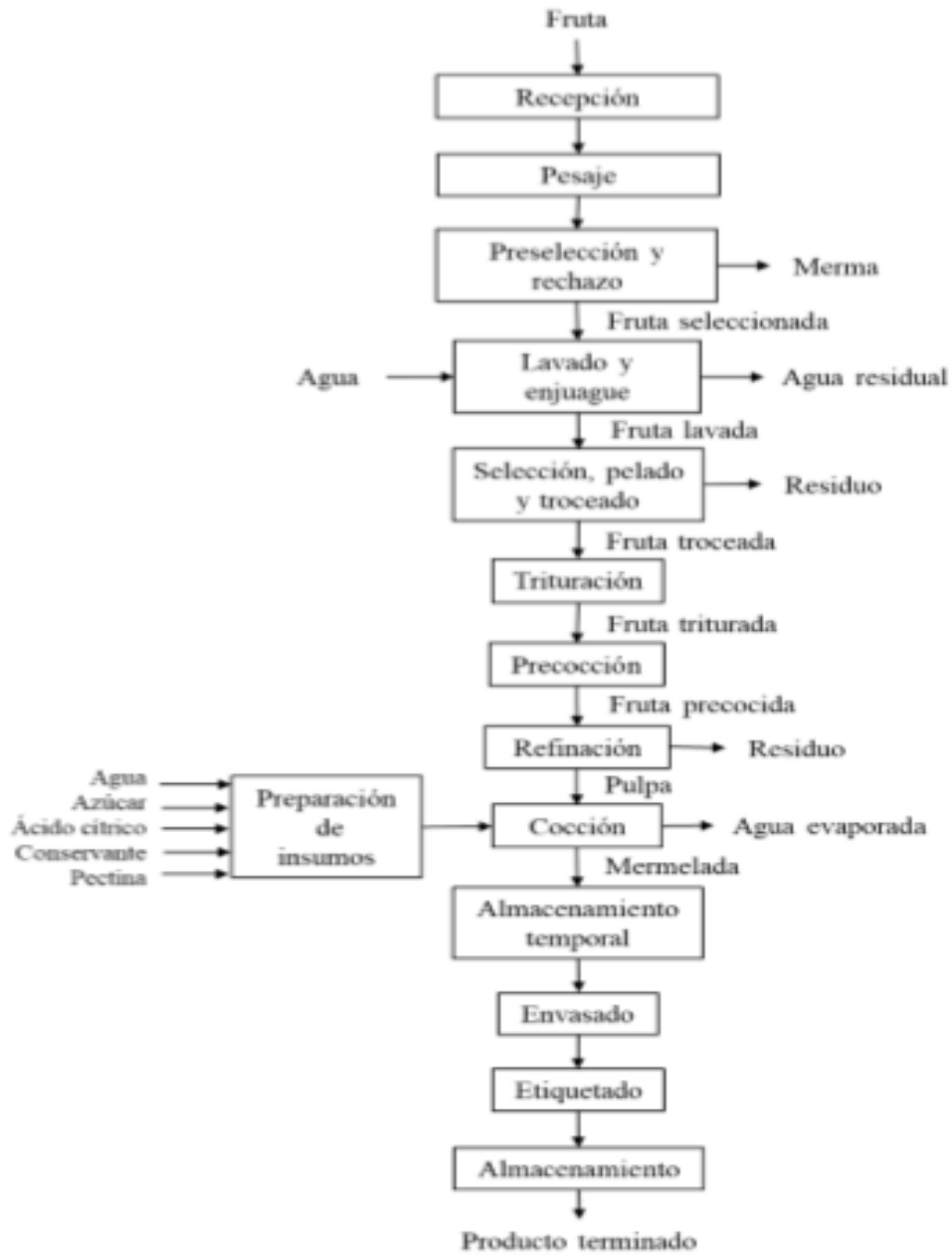
## Anexos

### Anexo 1: Etapas y operaciones involucradas en el proceso

No.	Etapas del proceso	Operaciones de cada etapa
1	Preparación de la materia prima	Recepción de la materia prima Pesado Preselección y rechazo Lavado y enjuague Selección, pelado y troceado
2	Preparación de insumos	Preparación del jarabe Preparación de la pectina Almacenamiento del ácido cítrico y conservante
3	Trituración y cocción de la materia prima	Trituración Precocción Refinación de pulpa Cocción
4	Envasado	Almacenamiento temporal de la mermelada Envasado Tapado
5	Almacenamiento del producto	Enfriamiento Etiquetado Almacenamiento del producto

*Fuente: Otero (2018)*

**Anexo 2:** Diagrama de bloques del proceso de elaboración de mermeladas de frutas.



**Anexo 3:** Cantidades de ácido cítrico a añadir en dependencia del pH de la fruta

pH de la pulpa	Cantidad de ácido cítrico a añadir [g / kg de pulpa]
3,5 a 3,6	1 a 2
3,6 a 4,0	3 a 4
4,0 a 4,5	5
Más de 4,5	Más de 5

*Fuente:* Coronado e Hilario (2001)

## **Anexo 4:** Selección de materiales de construcción

- Requisitos para la selección de los materiales

La fabricación de equipos que procesan alimentos debe cumplir con algunos requisitos especiales en relación a los materiales de construcción, el diseño y las características de las distintas unidades. Según Saravacos y Kostaropoulos (2016), los materiales usados en las máquinas y equipos de la industria alimentaria no deben interactuar con los alimentos, y deben ser no corrosivos y mecánicamente estables. El costo de los equipos aumenta en función de factores como:

- Calidad y cantidad de acero inoxidable utilizado.
- Peso total de la unidad.
- Cantidad de material relativamente caro utilizado (aislamiento).
- Fabricación (acabado de superficies, tipo de soldadura).
- Protección anticorrosiva (galvanización doble o electrolítica, pinturas especiales).
- Calidad de partes de repuesto (material eléctrico).

Además del diseño higiénico (limpieza y sanitización), los requisitos siguientes son importantes en la construcción de equipos que procesan alimentos:

- Fácil mantenimiento mecánico.
- Estandarización de partes de repuesto, importante en procesos estacionales, cuando el equipo opera continuamente durante un tiempo relativamente corto.
- Durabilidad y flexibilidad, importante cuando se cambia de un producto a otro.
- Exactitud en algunas operaciones, como el pelado, cortado, llenado, empaquetado y pesado.

La superficie del equipo que se encuentra en contacto con el alimento debe mantenerse libre de materiales no alimenticios, como los lubricantes y grasas, y deben aislarse también las partes mecánicas.



**Anexo 5:** Variables que controlan los equipos

<b>Equipo</b>	<b>Variable</b>	<b>Rango</b>	<b>Referencia</b>
Tina de lavado de frutas	Concentración de cloro en agua	0,5 - 1 ppm	Díaz (2017)
Marmita para la precocción	Temperatura	75 - 80 °C	Villanueva (2016)
Marmita para la cocción	Temperatura	100 - 105 °C	CPMLN (2012) VARONA (2017)
Tanque de almacenamiento Temporal	Temperatura	80 - 85 °C	CANAINCA (2013) Villanueva (2016)
Tina de lavado de envases	Concentración de cloro en agua	2 - 3 ppm	

## **Anexo 6:** Elementos a considerar para la selección de equipos

### a) Características constructivas

Al seleccionar el equipamiento, se deben considerar las siguientes características constructivas:

- dimensiones / peso
- facilidad de limpieza
- mantenimiento
- estandarización de repuestos
- calidad de los materiales
- resistencia / durabilidad
- automatización

En el diseño de la planta, se debe tener en cuenta el espacio ocupado por el equipo de procesamiento y su peso. Las dimensiones del equipo también son importantes para la extensión o el reemplazo de las líneas de procesamiento de alimentos existentes. Los equipos de alimentos generalmente se limpian diariamente después del procesamiento, pero si estos se usan para procesar diferentes productos (por ejemplo, un mezclador), deben limpiarse antes de cambiar a un nuevo programa de procesamiento. En este caso, es esencial desmontar y ensamblar de manera fácil y rápida, y se necesitan uniones y conexiones que requieran un trabajo mínimo. Además, las partes del equipo que requieren mantenimiento con frecuencia deben ser de fácil y rápido acceso.

La calidad adecuada de los materiales, utilizados en la construcción del equipo, es importante para evitar la interacción con los alimentos y la estabilidad del equipo. Los factores de calidad para los materiales son:

- el peso total del equipo (el equipo más pesado suele ser más robusto).
- la calidad de la mano de obra del material (suavidad de la superficie, tipo de soldadura).
- la cantidad de materiales relativamente caros utilizados (acero inoxidable, teflón, aislamiento).
- la protección antioxidante (galvanización doble o electrolítica, pinturas especiales)
- la calidad de los elementos constructivos básicos, como cojinetes y sellos.

### b) Características operacionales

Las características operacionales son rasgos que facilitan el funcionamiento de los equipos de producción de alimentos. Para su selección, se deben tener en cuenta aspectos como: la confiabilidad, la conveniencia, la seguridad, la instrumentación, la ergonomía, la eficiencia, la efectividad, la exactitud, y el impacto medioambiental (Saravacos y Kostaropoulos, 2016).

Estas especificaciones permitirán presupuestar aproximadamente cada uno de los equipos y generar la estimación del monto de inversión por concepto de equipamiento para la planta. El listado de los equipos permite también determinar la ponderación que tienen los equipos respecto a su costo y a sus características que los hagan considerarse como parte principal o crítica del proceso.

**Anexo 7:** Factores de Lang para la estimación de la inversión en plantas químicas

Tipo de proceso	Acero al carbono	Acero inoxidable	Súper aleaciones
Fluidos	4,74	3,0	3,0
Sólidos	3,10	2,5	2,0
Sólido-fluido	3,63	2,8	2,5

*Fuente:* Tovar (2009)

## **Anexo 8:** Parámetros evaluados por la metodología de Conesa (2010):

**Naturaleza (N).** Se refiere a si el orden del impacto generado es de carácter positivo o negativo.

**Extensión (EX).** Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto.

**Intensidad (I).** Representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto.

**Momento (MO).** El plazo de manifestación del impacto se refiere al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el medio considerado.

**Persistencia (PE).** Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctivas.

**Reversibilidad (RV).** Se refiere a la posibilidad de construcción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.

**Recuperabilidad (MC).** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctivas).

**Sinergia (SI).** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

**Acumulación (AC).** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

**Efecto (EF).** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

**Periodicidad (PR).** La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo)

**Importancia (I).** Ya se ha apuntado que la importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado. La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100.

**Anexo 9:** Valores y clasificaciones de las variables de la matriz de Conesa.

<p><b>Naturaleza</b></p> <p>-Impacto beneficioso                    +</p> <p>-Impacto perjudicial                    -</p>	<p><b>Intensidad (I)</b> <b>(Grado de destrucción)</b></p> <p>Baja    1</p> <p>Media     2</p> <p>Alta     4</p> <p>Muy alta                                     8</p> <p>Total     12</p>
<p><b>Extensión (EX)</b> <b>(Área de influencia)</b></p> <p>Puntual                                        1</p> <p>Parcial                                         2</p> <p>Extensa                                         4</p> <p>Total    8</p> <p>Crítica                                         (+4)</p>	<p><b>Momento (MO)</b> <b>(Plazo de manifestación)</b></p> <p>Largo plazo                                    1</p> <p>Medio plazo                                    2</p> <p>Inmediato                                      4</p> <p>Crítico                                         (+4)</p>
<p><b>Persistencia (PE)</b> <b>(Permanencia del efecto)</b></p> <p>Fugaz    1</p> <p>Temporal                                       2</p> <p>Permanente                                    4</p>	<p><b>Reversibilidad (RV)</b></p> <p>Corto plazo                                    1</p> <p>Medio plazo                                    2</p> <p>Irreversible                                    4</p>
<p><b>Sinergia (SI)</b> <b>(Potenciación de la manifestación)</b></p> <p>Sin sinergismo (simple)                    1</p> <p>Sinérgico                                      2</p> <p>Muy sinérgico                                4</p>	<p><b>Acumulación (AC)</b> <b>(Incremento progresivo)</b></p> <p>Simple    1</p> <p>Acumulativo                                    4</p>
<p><b>Efecto (EF)</b> <b>Relación causa-efecto</b></p> <p>Indirecto (secundario)                    1</p> <p>Directo                                         4</p>	<p><b>Periodicidad (PR)</b> <b>(Regularidad de la manifestación)</b></p> <p>Irregular o aperiódico                    1 y discontinuo</p> <p>Periódico                                      2</p> <p>Continuo                                        4</p>
<p><b>Recuperabilidad (MC)</b> <b>Reconstrucción por medios humanos</b></p> <p>Recuperable inmediato                    1</p> <p>Recuperable medio plazo                   2</p> <p>Mitigable y/o compensable               4</p> <p>Irrecuperable                                 8</p>	<p><b>Importancia (I)</b></p> <p><math>I = \pm (3In + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)</math></p>

Fuente: Conesa (2010)

**Anexo 10:** Datos de los insumos

<b>Insumos</b>	<b>Precio (CUP/kg)</b>	<b>Referencia</b>
Azúcar	0,2534	UEB Perla del Norte
Ácido Cítrico	1,6988	
Conservante	2,2842	
Pectina	23,568	

**Anexo 11: Resultado de los balances de masa**

<b>Equipos</b>	<b>Flujos (kg/d)</b>	<b>Valores</b>
Mesa de preselección	Fruta (F)	500
	Fruta seleccionada (FS)	465
	Merma (M)	35
Tina de lavado	Fruta lavado (FL)	465
	Agua de lavado (AL)	1 395
Tina de enjuague	Fruta enjuagada (FE)	465
	Agua de enjuague (AE)	1 395
Mesa de selección, pelado y troceado	Fruta pelada y troceada (FT)	409,20
	Residuo (R1)	55,80
Molino triturador	Fruta triturada (FTr)	347,82
	Residuo 2 (R2)	61,38
Marmita de precocción	Fruta precocida (FP)	347,82
Molino refinador	Pulpa (P)	340,86
	Residuo 3 (R3)	6,96
Marmita de cocción	Jarabe (J)	555,61
	Azúcar (Az)	340,86
	Agua (A)	214,74
	Ácido cítrico (Ac)	1,70
	Conservante (C)	0,17
	Pectina (Pec)	5,11
	Mermelada de fruta (MF)	730,30
	Agua evaporada (Aev)	143,16

**Anexo 12: Resultados de los balances de energía**

<b>Equipos</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>	<b>Unidades</b>
Marmita de precocción	Calor específico de la fruta triturada ( $C_{pfr}$ )	3,68	$\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$
	Temperatura de salida de la fruta ( $T_{FP}$ )	80	$^\circ\text{C}$
	Temperatura de entrada de la fruta ( $T_{FTr}$ )	25	$^\circ\text{C}$
	Temperatura media (T)	52,5	$^\circ\text{C}$
	Humedad de la fruta ( $X_w$ )	77	%
	Calor absorbido ( $Q_{abs}$ )	70 357,59	$\text{kJ/d}$
	Pérdidas de energía (%Perd)	10	%
	Calor cedido ( $Q_{ced}$ )	78 175,10	$\text{kJ/d}$
Marmita de cocción	Calor específico de la mezcla ( $C_{pMz}$ )	2,96	$\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$
	Calor de vaporización ( $\lambda_v$ )	2257	$\text{kJ/d}$
	Temperatura de salida de la mermelada	105	$^\circ\text{C}$
	Temperatura de entrada de la pulpa (TP)	72	$^\circ\text{C}$
	Calor absorbido ( $Q_{abs}$ )	411 239,22	$\text{kJ/d}$
	Pérdidas de energía (%Per)	10	%
	Calor cedido ( $Q_{ced}$ )	456 932,47	$\text{kJ/d}$



## Anexo 13: Ficha técnica del molino triturador seleccionado.

### FICHA TÉCNICA 9 PULPEADORA PSH - 010 / P1.0H - 010

#### I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Máquina que despulpa las frutas de sus Pepas o semillas.  
Manejo simple, menor consumo de energía, máquina en acero inoxidable, operación y mantenimiento fáciles

#### II. DATOS TÉCNICOS

Marca	INOXTRON	
Modelo	PSH - 010	P1.0H - 010
Potencia (Hp)	1	1.5
Productividad (kg/h)	50	100
Productividad qq(46kg)/h	1.0	2.0
Voltaje (voltios)	220	
Suministro(1Ø o 3Ø)	Monofásico	
Vida útil (años)	10	

#### III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Costo de electricidad S/. / hora	S/. 0.35/Hr / S/. 0.45/Hr aproximadamente con tarifa BTSB (S/. 0.40/kwh)
Repuestos que utiliza la máquina	Tamiz, Correas, rodajes, etc.
Mano de obra necesaria	1 persona; una para recepción y otra para carguio.

#### IV. RECOMENDACIONES

Solicitar siempre un manual o catálogo de funcionamiento de la máquina.  
Solicitar una capacitación previa del uso de la máquina.  
Solicitar tiempo de garantía.

#### V. DONDE SE PUEDE COMPRAR

Empresa que comercializa	AALINAT
Costo aproximado PSH - 010	US\$ 1,700.00
PSH - 010	US\$ 2,900.00
Garantía	1 año
Dirección tienda	Av. Argentina 2584, Lima 01
Teléfonos	(511) 425-3388 Fax: (511) 425-3388 RPC: 982798163
Dirección electrónica	E-mail: aalinat@peru.com informes@aalinat.com.pe www.aalinat.com.pe



Fuente: AALINAT (2019)

## Anexo 14: Ficha técnica de la marmita seleccionada

FICHA TÉCNICA 11 MARMITA CON AGITADOR MRNP 250 IX															
<p><b>I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO</b></p> <p>Máquina para preparación y formulación de alimentos tales como mermeladas, jaleas, néctares, de diversas frutas. Superficie totalmente compacta y elevada resistencia a choques y tensiones mecánicas.</p> <p>Eje central como agitador con paletas batibles que giran a través del moto reductor de 2.0 HP eléctrico trifásico. Diseño de paleta en 3 niveles: un agitador para la base, otra para la parte central y otra paleta para la parte superficial. Marmita suspendido en estructuras laterales del tipo arco en acero comercial. Base inferior interna bombeado y base exterior convexa. Sistema de transmisión de energía adecuado para quemador a gas. (Incluye quemador a gas). Acabado sanitario según normas técnicas. Incluye tablero eléctrico de control con sus respectivas pirómetros y termocuplas.</p>															
<p><b>II. DATOS TÉCNICOS</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Marca</td> <td>NEGAVIM</td> </tr> <tr> <td>Modelo</td> <td>MRNP 250 IX</td> </tr> <tr> <td>Potencia (Hp)</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>Capacidad L</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Voltaje (voltios)</td> <td>220 ó 440</td> </tr> <tr> <td>Suministro</td> <td>Motor monofásico o Trifásico</td> </tr> <tr> <td>Vida útil (años)</td> <td>10</td> </tr> </table>		Marca	NEGAVIM	Modelo	MRNP 250 IX	Potencia (Hp)	2.0	Capacidad L	400	Voltaje (voltios)	220 ó 440	Suministro	Motor monofásico o Trifásico	Vida útil (años)	10
Marca	NEGAVIM														
Modelo	MRNP 250 IX														
Potencia (Hp)	2.0														
Capacidad L	400														
Voltaje (voltios)	220 ó 440														
Suministro	Motor monofásico o Trifásico														
Vida útil (años)	10														
<p><b>III. RECOMENDACIONES AL COMPRAR</b></p> <p>Solicitar siempre un manual o catálogo de funcionamiento de la máquina. Solicitar una capacitación previa del uso de la máquina. Solicitar tiempo de garantía.</p>															
<p><b>IV. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Costo de electricidad S/.hora</td> <td>S/.0.60 por hora. Aprox. con tarifa BTSB (S/.0.40/kwh)</td> </tr> <tr> <td>Repuestos que utiliza la máquina</td> <td>Correas, cojinetes, etc.</td> </tr> <tr> <td>Insumos para la máquina</td> <td>Grasa para la máquina.</td> </tr> <tr> <td>Mano de obra</td> <td>1 persona; para cargado</td> </tr> </table>		Costo de electricidad S/.hora	S/.0.60 por hora. Aprox. con tarifa BTSB (S/.0.40/kwh)	Repuestos que utiliza la máquina	Correas, cojinetes, etc.	Insumos para la máquina	Grasa para la máquina.	Mano de obra	1 persona; para cargado						
Costo de electricidad S/.hora	S/.0.60 por hora. Aprox. con tarifa BTSB (S/.0.40/kwh)														
Repuestos que utiliza la máquina	Correas, cojinetes, etc.														
Insumos para la máquina	Grasa para la máquina.														
Mano de obra	1 persona; para cargado														
<p><b>V. DONDE SE PUEDE COMPRAR</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Empresa que comercializa</td> <td>NEGAVIM DEL PERU EIRL</td> </tr> <tr> <td>Costo aproximado de la máquina</td> <td>US \$ 5,300 + IGV</td> </tr> <tr> <td>Garantía</td> <td>1 año</td> </tr> <tr> <td>Dirección tienda</td> <td>Av. Principal Mz A Lte. 5 S.J.L - Lima Perú</td> </tr> <tr> <td>Teléfonos.</td> <td>Telefax: 511-386-1355</td> </tr> <tr> <td>Dirección electrónica</td> <td>informes@negavimdelperu.com negavimdelperu.com ventas@negavimdelperu.com servicios@negavimdelperu.com administracion@negavimdelperu.com</td> </tr> </table>		Empresa que comercializa	NEGAVIM DEL PERU EIRL	Costo aproximado de la máquina	US \$ 5,300 + IGV	Garantía	1 año	Dirección tienda	Av. Principal Mz A Lte. 5 S.J.L - Lima Perú	Teléfonos.	Telefax: 511-386-1355	Dirección electrónica	informes@negavimdelperu.com negavimdelperu.com ventas@negavimdelperu.com servicios@negavimdelperu.com administracion@negavimdelperu.com		
Empresa que comercializa	NEGAVIM DEL PERU EIRL														
Costo aproximado de la máquina	US \$ 5,300 + IGV														
Garantía	1 año														
Dirección tienda	Av. Principal Mz A Lte. 5 S.J.L - Lima Perú														
Teléfonos.	Telefax: 511-386-1355														
Dirección electrónica	informes@negavimdelperu.com negavimdelperu.com ventas@negavimdelperu.com servicios@negavimdelperu.com administracion@negavimdelperu.com														

Fuente: NEGAVIM DEL PERU (2019)

**Anexo 15:** Mesa de trabajo.

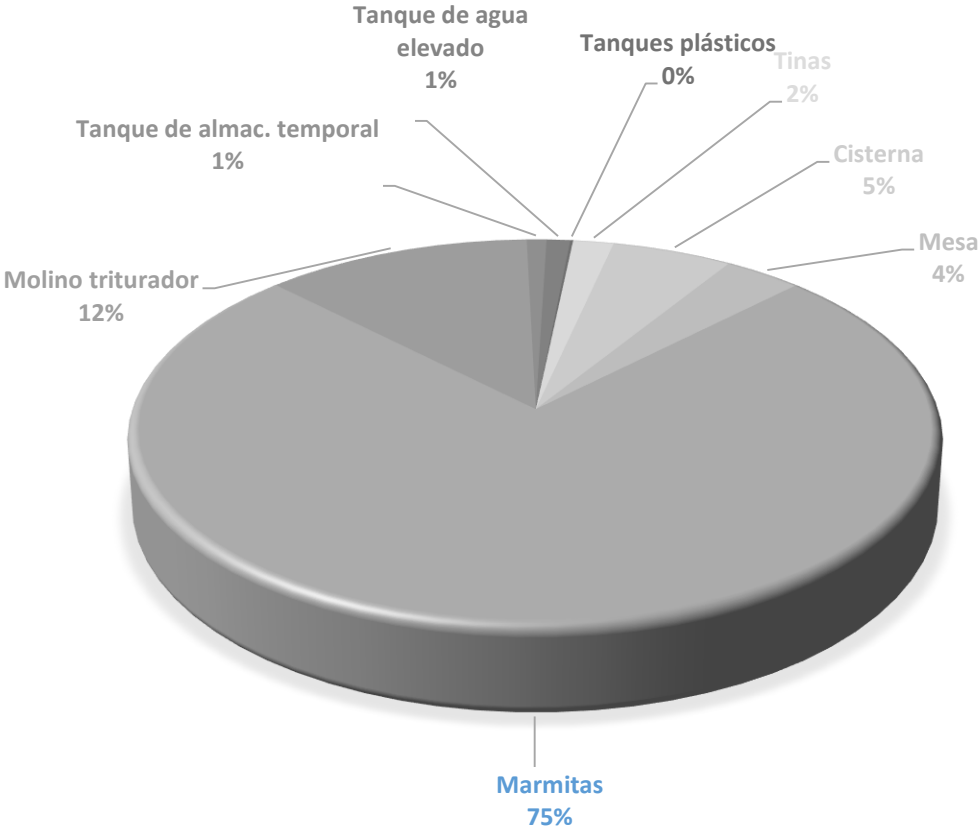


*Fuente:* Varona (2017)

**Anexo 16:** Costo base de los principales equipos del proceso

Equipo	No. de unidades	Costo unitario (CUP)	Material	Características	Detalles	Función	Referencia
Tinas	4	1 289,61	Concreto enchapado	1x1x1 m Capacidad de 1 m <sup>3</sup>	Azulejada por dentro y bordes	Para lavar, enjuagar y enfriar	Otero (2018)
Cisterna	1	15 350	Concreto	Capacidad de 8 m <sup>3</sup>	-	Almacenamiento de aguas residuales	
Mesa	4	2 500	AISI 304	Mesa con desnivel de 45° 1200x800x900 mm	División a 200 mm bordes para contención del producto	Varios trabajos	VARONA (2017)
Marmita	2	106 000	AISI 304	Capacidad: 200 L	Con eje de volteo, agitador y tapa	Cocción y precocción	NEGAVIM Del PRU (2019)
Molino triturador	1	34 000	AISI 304	Tipo: de martillo Consumo: 3 kW Capacidad: 250 Kg/h Tamiz: 0,15 cm-8 mm	Con kit de mallas de acero inoxidable	Triturar la fruta	AALINAT (2019)
Tanque de almac. Temporal	1	2 500	AISI 304	Capacidad: 1m <sup>3</sup>	-	Almacenar mermelada	Bravo (2018)
Tanque de agua elevado	1	3 000	Acero al carbono	Capacidad: 8 m <sup>3</sup>	-	Almacenamiento de agua	Otero (2018)
Tanques plásticos	3	115	Plástico	Capacidad: 65 L	-	Preparación de insumos	

**Anexo 17:** Porcentaje que representa el costo de los principales equipos con respecto al costo total.



**Anexo 18:** Datos para el cálculo del costo de utilidades.

<b>Equipos</b>	<b>Potencia</b>	<b>No. de unidades</b>	<b>Tiempo de Operación (h)</b>	<b>Consumo de energía (kW)</b>
Molino triturador	0,76	1	1	0,76
Marmita	1,49	2	1	2,98
Consumo diario (kW)				3,74
Consumo mensual (kW)				89,76
Consumo anual (kW)				987,36

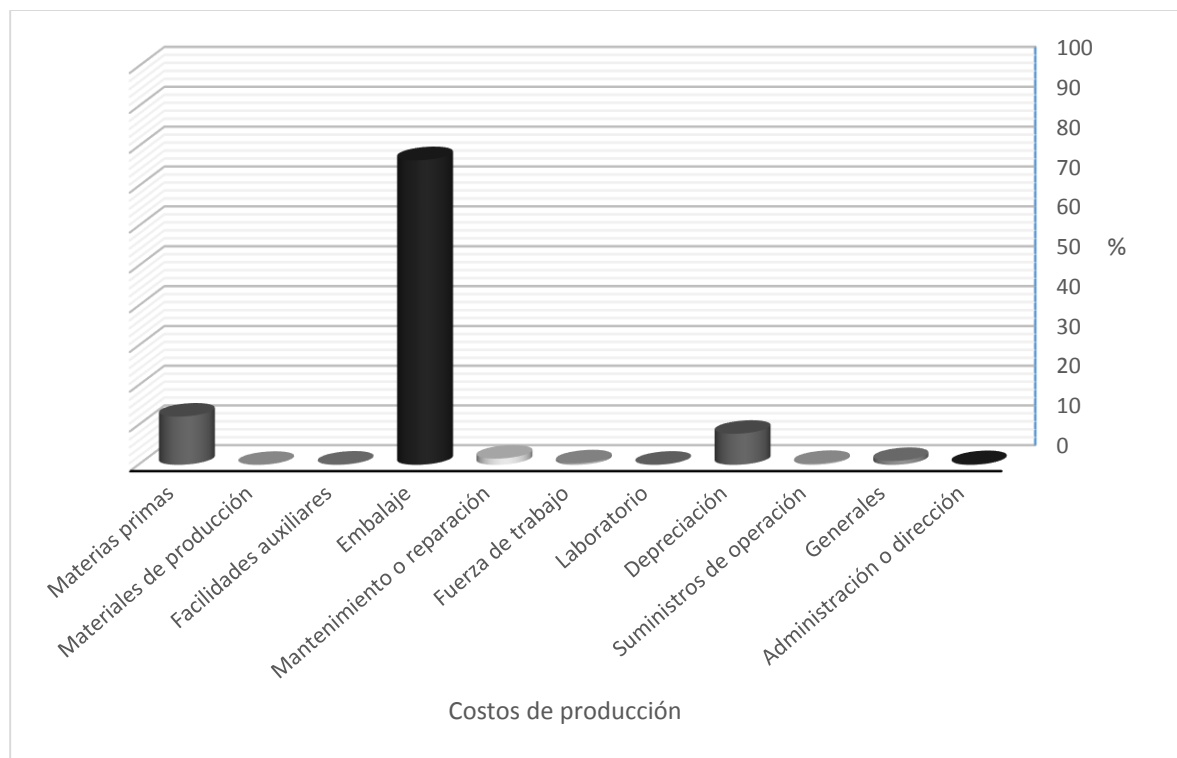
**Anexo 19:** Datos para el cálculo del costo de agua.

<b>Usos</b>	<b>Valor</b>	
Lavado	35 364,08	Consumo (kg/a)
Enjuague	35 364,08	
Limpieza e higiene	141 456,35	
	212 184,52	Consumo total (kg/a)
	212,18	Consumo total (m <sup>3</sup> /a)

**Anexo 20:** Resultados de los cálculos de los costos de producción

	<b>Costos</b>	<b>Criterios</b>	<b>Referencias</b>	<b>Valores (CUP/a)</b>
<b>Costos variables</b>	Materias primas	-	-	122 760
	Materiales de producción	-	-	210,16
	Facilidades auxiliares	-	-	665,35
	Embalaje	-	-	772 930,70
<b>Costos Fijos</b>	Mantenimiento o reparación	2-3 % anual de la inversión	Brizuela (1987)	15 811,79
	Fuerza de trabajo	Salario medio: 350 CUP/a	13 de Marzo (2019)	3 850,00
	Laboratorio	10-20 % de $C_{Ftrab}$	Brizuela (1987)	385
	Depreciación	10 % anual de la inversión	Turton (2018)	79 058,96
	Suministros de Operación	15 % de $C_{Mant}$	Brizuela (1987)	2 371,77
	Generales	50-70 % de $(C_{Ftrab} + C_{Mant})$		9 830,90
	Administración o dirección	50-60 % de $C_{Ftrab}$		1 925

### Anexo 21: Estructura de costos.

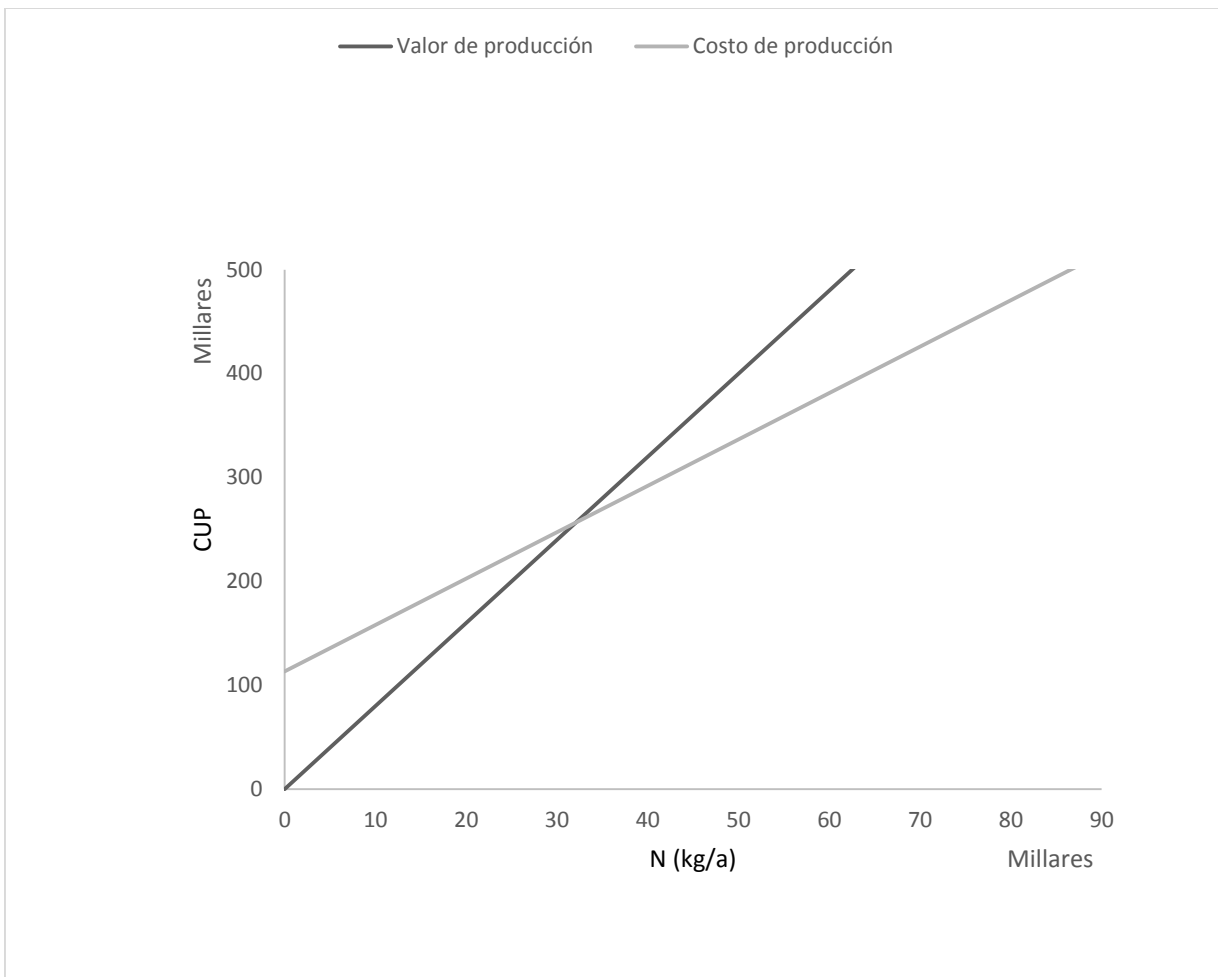


### Anexo 22: Resultados de los indicadores económicos de producción

Indicadores	Valores	Unidades
Costos variables	896 566,22	(CUP/a)
Costos fijos	113 233,42	(CUP/a)
Costo de producción	1 009 799,64	(CUP/a)
Valor de la producción	1 605 745,70	(CUP/a)
Ganancia	595 946,06	(CUP/a)
Costo unitario del producto	5,03	(CUP/a)
Punto de equilibrio	32 048,32	(kg/a)
Rentabilidad	59,02	%
Costo/peso	0,63	-



### Anexo 23: Gráfico del punto de equilibrio.



Anexo 24: Flujo de caja

Aspecto	Años del horizonte de la inversión (tiempo de vida útil)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión	790590	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos (VP)	0	1364884	1605746	1605746	1605746	1605746	1605746	1605746	1605746	1605746	1605746	1605746	1605746
Egresos (CP)	790590	1009800	1009800	1009800	1009800	1009800	1009800	1009800	1009800	1009800	1009800	1009800	1009800
Movimiento de fondos (S)	-790590	355084	595946	595946	595946	595946	595946	595946	595946	595946	595946	595946	595946
Movimiento de fondos actualizado $\frac{S_t}{(1+i_1)^t}$	-790590	322804	492517	447743	407039	370036	336396	305815	278013	252739	229763	208875	189887
Movimiento de fondos actualizado $\frac{S_t}{(1+i_2)^t}$	-790590	216515	221574	135106	82382	50233	30630	18677	11388	6944	4234	2582	1574

**Anexo 24: Matriz de impacto ambiental.**

Acción: Puesta en marcha de una planta de elaboración de mermelada de guayaba													
Componentes	Factores ambientales impactados	N	In	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I
Atmósfera	Atmósfera	-	1	2	1	2	2	1	1	1	2	4	-21
Agua	Agua subterránea	-	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	-19
	Agua superficial	-	1	2	1	2	2	1	4	1	2	2	-22
	Vegetación	-	1	1	1	2	2	1	4	1	1	2	-19
	Fauna acuática	-	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	-16
Suelo	Superficie	+	1	4	4	2	2	1	1	4	2	1	28
	Subsuelo	+	1	2	4	2	2	1	4	1	2	1	24
Animales y Plantas	Reproducción	+	1	4	4	1	1	1	4	1	2	1	26
	Supervivencia	+	1	4	4	1	1	1	1	4	2	1	26
Infraestructura	Vivienda y	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	1	-19
	Redes viales	-	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	-16
	Paisaje	-	1	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-24
Hombre	Salud	+	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	18
	Economía	+	1	8	2	2	2	1	4	4	2	1	37

**Anexo 25:** Gráfico de barras resultante de la matriz de impacto ambiental.

