

Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Técnicas
Departamento de Química



Diseño preliminar de una mini-industria para la elaboración de mermelada de mango en el municipio Cárdenas.

Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniera Química

Autora: Eilyn Herrera Díaz.

Tutoras: MSc. Heydi Liliet Rivero Gutiérrez.

Ing. Loretta Brito Pérez.

Consultante: DrC. Jesús D. Luis Orozco.

Matanzas, 2021

Nota de aceptación

Declaración de autoridad

Yo, Eilyn Herrera Díaz, 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 mango en el municipio Cárdenas, que pertenece íntegramente a la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Matanzas como requisito parcial para optar por el título de Ingeniera Química. Autorizo a hacer uso del mismo como material de consulta por la mencionada institución académica.

Dedicatoria

A mi abuela María Antonia

A mis padres Tania y Ernesto

A mi hermana Roselin

Agradecimientos

A mis padres por ser los pilares que me sostienen, por estar siempre ahí, por su apoyo incondicional, por su amor, por todo.

A mi abuelita por todo el cariño que me da, por existir, por hacerme feliz.

A mi hermana Roselin por ser como ella sola, y por estar a mi lado a pesar de todo.

A Alejandro por ser especial, por compartir su vida conmigo, por los momentos tan increíbles que me ha regalado y por los que faltan por venir.

A mi suegra Aracelys por su gran apoyo tanto en la carrera como en la vida, por su cariño, por sus consejos.

A Alexandra por hacerme sentir niña otra vez.

A mi tutora Loretta por sus valiosos consejos.

A Heydi por ser más que mi tutora, mi amiga, por su ayuda a pesar de los obstáculos, por ser tan especial.

A Delvis por convertirse en mi hermano, por hacer de la universidad un lugar mejor, por los momentos que nunca olvidaré, por ser el mismo siempre.

A Gabriel por ser mi amigo, por ser un conversador caballeroso, por los memes que alegran el día, por los debates de cualquier cosa.

A Patricia por estar tan loca y ser tan genial.

A mi gente de la beca por hacer la universidad más divertida.

A mis profesores por sus aportes a mi formación.

A todas las personas que de una forma u otra colaboraron conmigo, a todos, muchas gracias.

Resumen

En la presente investigación se desarrolla el diseño preliminar del caso base de una PyME para la producción de mermelada de mango en el municipio Cárdenas. Para la realización de este trabajo es necesaria una búsqueda bibliográfica para poder identificar la definición y características de las PyMEs en Cuba y en el mundo. El proyecto se basa en una metodología a partir de las etapas establecidas por Ulrich para el diseño de plantas químicas, y adaptada por Saravacos y Kostaropoulos para la industria de elaboración de alimentos. Para ello se asume una capacidad de procesamiento de la planta de 450 kg diarios. Se determina que el proceso será discontinuo, se construye un diagrama de bloques a partir de las etapas y operaciones involucradas, y se realiza la descripción del mismo, especificando los parámetros de calidad de las materias primas y del producto final. Se realizan los balances de masa en las distintas etapas con el objetivo de determinar las corrientes del proceso y definir las capacidades de los equipos, para poder efectuar la selección. Se determina que el costo de inversión de la planta es de 806 614,03 CUP, mientras que los operacionales arrojaron un valor de 778 120,10 CUP/a y reportando 405 379,19 CUP en ganancias anuales, por lo que el proceso resulta rentable e indica que se recuperará la inversión en aproximadamente 2 años, a un ritmo de 50,26 % anual.

Abstract

In this research, the preliminary design of the base case of a small and medium-sized company (SME) for the production of mango jam in the Cárdenas municipality is developed. To carry out this work, a bibliographic search was necessary to be able to identify the definition and characteristics of SMEs in Cuba and in the world. The project is based on a methodology based on the stages established by Ulrich for the design of chemical plants, and adapted by Saravacos and Kostaropoulos for the food processing industry. For this, a processing capacity of the plant of 450 kg per day was assumed. It was determined that the process will be discontinuous, a block diagram was built from the stages and operations involved, and a description was made, specifying the quality parameters of the raw materials and the final product. The mass balances were carried out in the different stages in order to determine the process currents and define the capacities of the equipment, in order to make the selection. It was determined that the investment cost of the plant is 806 614.03 CUP, while the operational ones yielded a value of 778 120.10 CUP / a and reported 405379.19 CUP in annual profits, so the process is profitable and indicates that the investment will be recovered in approximately 2 years, at a rate of 50.26 % per year.

Tabla de contenido

Introducción.....	1
Capítulo I: Análisis Bibliográfico.....	4
1.1- Definición.....	4
1.1.1- Definiciones en el mundo.....	4
1.1.2- Definiciones en Cuba.....	7
1.2- Características que identifican a las PyMEs.....	8
1.3- Importancia y limitaciones de las PyMEs.....	9
1.4- Conservación de frutas.....	13
1.5- Parámetros que determinan la calidad interna de las frutas.....	14
1.6- Propiedades nutricionales y funcionales del mango.....	15
1.7- Mermeladas.....	15
1.7.1- Criterios de calidad del producto final.....	16
1.8- Conclusiones parciales.....	17
CAPÍTULO II: Materiales y Métodos.....	18
2.1- Etapa 1: Concepción y definición.....	18
2.1.1- Problema primitivo.....	18
2.1.2- Macrolocalización.....	19
2.1.3- Caracterización de las materias primas e insumos.....	19
2.1.4- Caracterización del producto final.....	21
2.1.5- Definición del tipo de proceso.....	21
2.2- Etapa 2: Desarrollo del diagrama de flujo.....	22
2.2.1- Etapas y operaciones del proceso.....	22
2.2.2- Confección del diagrama de flujo.....	22
2.2.3- Descripción general del proceso.....	23
2.2.4- Capacidad de la planta.....	23
2.2.5- Balances de materia y energía.....	23
2.2.6- Indicadores productivos.....	23
2.2.7- Control de calidad y presentación.....	24
2.2.8- Características generales de la planta.....	25
2.3- Etapa 3: Selección de los equipos.....	27
2.3.1- Características de los equipos del proceso.....	27
2.3.2- Materiales de construcción.....	27
2.3.3- Variables controladas.....	28

2.3.4- Selección de los principales equipos.....	28
2.3.5- Lavado de envases.....	30
2.4- Etapa 4: Análisis económico.....	30
2.4.1- Costos de inversión.....	30
2.4.2- Costos de producción.....	33
2.4.3- Indicadores económicos del proceso productivo.....	37
2.4.4- Indicadores de la eficiencia económica de la inversión.....	39
2.5- Conclusiones parciales.....	41
Capítulo III: Análisis de los Resultados.....	42
3.1- Definición de la propuesta.....	42
3.1.1- Macrolocalización de la planta.....	42
3.1.2- Definición del tipo de proceso.....	43
3.2- Caracterización del proceso tecnológico.....	43
3.2.1- Capacidad de la planta.....	43
3.2.2- Descripción general del proceso.....	43
3.2.3- Definición de la jornada laboral.....	48
3.2.4- Cantidad de operarios.....	49
3.2.5- Balances de materia y energía.....	49
3.2.6- Indicadores productivos.....	50
3.2.7- Presentación del producto.....	51
3.3- Selección de los principales equipos.....	51
3.3.1- Selección de los materiales de construcción.....	51
3.3.2- Selección de los equipos del proceso.....	52
3.4- Análisis económico.....	53
3.4.1- Estimación de la inversión.....	53
3.4.2- Costos de producción.....	54
3.4.3- Indicadores económicos del proceso productivo.....	56
3.4.4- Indicadores de la eficiencia económica de la inversión.....	57
3.5- Conclusiones parciales.....	58
Conclusiones.....	60
Bibliografía.....	61
Anexos.....	69

Introducción

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 y Hakimian, 2012).

Las pequeñas y medianas empresas, a nivel mundial, se han convertido en un tema relevante en la actualidad económica para muchos países, los cuales generan interés en la creación y fortalecimiento de empresas cada vez más competitivas como motor de desarrollo de sus gobiernos. Dicho interés se refleja en el incremento porcentual que de manera considerable ha tenido el empleo, la producción y el comercio gracias al desarrollo de las PyMEs (Pereira, 2019).

Estas han sido valoradas en diferentes modelos socioeconómicos como la fórmula ideal para la descentralización y la oxigenación de la economía.

Las Pymes tienen particular relevancia para las economías nacionales, no solo por sus aportes a la producción y distribución de bienes y servicios, sino también por la flexibilidad de adaptarse a los cambios tecnológicos y gran potencial de generación de empleos. Estas representan un excelente medio para impulsar el desarrollo económico y una mejor distribución de la riqueza.

Hoy en día los gobiernos de países en desarrollo reconocen la importancia de las PyMEs por su contribución al crecimiento económico y al desarrollo nacional y local.

Cuba se encuentra actualmente en una situación compleja ya que, además de la pandemia de Covid-19 que ha generado una crisis económica mundial, se ha recrudecido el injusto bloqueo económico y financiero impuesto por los Estados Unidos, lo cual deteriora aún más la economía del país. Por estas razones deben buscarse vías para reducir importaciones y satisfacer al mismo tiempo la demanda de la población.

En los últimos tiempos se ha convertido en máxima prioridad lograr la soberanía alimentaria del país, razón por la cual se ha incentivado a incrementar la producción de alimentos que respalden las necesidades de la

población, pero si las frutas, vegetales y viandas llegasen a expresar su potencial productivo a plenitud, estos grandes volúmenes, sin un respaldo de la industria, pueden tirar literalmente a la basura los cultivos y los recursos invertidos.

En la actualidad el país no cuenta con suficientes industrias capaces de asumir estos volúmenes de producción para así evitar las costosas pérdidas, y que a la vez se obtengan productos de calidad y mayor duración en el tiempo.

Por esto 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.

Para llevar a cabo la presente investigación se selecciona el municipio Cárdenas, perteneciente a la provincia de Matanzas, pues cuenta con una elevada y creciente demanda de la mermelada de mango por su exquisito sabor y su gran aporte de nutrientes. Los municipios aledaños cuentan con producciones de frutales, entre ellas el mango, cuya comercialización se dificulta en los momentos en que existen picos productivos. Estos volúmenes de fruta pueden ser procesados y transformados en mermelada de calidad, para así contribuir a la soberanía alimentaria de nuestro pueblo al mismo tiempo que se garantiza un aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles.

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

¿Cómo enfrentar las pérdidas de mango en el municipio de Cárdenas y los territorios aledaños?

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

Si se efectúa el diseño preliminar de una PyME de producción de mermelada de mango que asimile el volumen de producción de dicha fruta en el territorio hará posible reducir las pérdidas de frutales y a la vez obtener un producto de calidad que satisfaga 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 mango que asimile el volumen de producción de dicha fruta en el territorio, lo cual incrementará la oferta de este producto a la población.

Para dar cumplimiento al objetivo general, este se organiza en los siguientes **objetivos específicos**:

1. Profundizar, a partir de la bibliografía especializada, en las definiciones, características y clasificaciones de las PyMEs.
2. Describir el proceso de producción de mermelada de mango
3. Realizar la selección de los principales equipos involucrados en el proceso productivo.
4. Valorar económicamente el proceso propuesto.

Capítulo I: Análisis Bibliográfico

En el presente capítulo se realiza un análisis de las PyMEs, se exponen los fundamentos teóricos relacionados con el tema de investigación, se abordan temáticas fundamentales como: sus definiciones, características, importancia, ventajas y desventajas. Además, se hace referencia a las mini-industrias agrícolas, y se enfatiza en el procesamiento de frutales, específicamente en la elaboración de mermeladas.

1.1- Definición.

Las pequeñas y medianas empresas conocidas por el acrónimo PyMEs, lexicalizado como pyme son empresas con características distintivas, y tienen dimensiones con ciertos límites ocupacionales y financieros prefijados por los Estados o regiones. Definir con claridad y precisión a las micro, pequeñas y medianas empresas constituye actualmente una prioridad. Esto se debe a que las ventajas del acceso a los programas y mecanismos nacionales e internacionales en favor de estas, solamente benefician a las empresas que sean auténticas PyMEs, sin el poder económico de los grandes grupos. Para ello, en los países donde existen empresas de este tipo se caracterizan y delimitan según aspectos como el número de empleados, el volumen de producción, las ventas anuales, la inversión en planta y maquinaria, etc.; todo ello en función de las características propias de cada región (Unión Europea, 2005).

1.1.1- Definiciones en el mundo.

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).

No existe una definición única, uniformemente aceptable, de una empresa pequeña.

Estudios como el de Knight (2000), que revisan el sector PyME a nivel internacional utilizando como definición el umbral de los 500 empleados, si bien son metodológicamente de muy buena calidad, pierden rigurosidad científica inmediatamente que uno revisa la definición empleada; debido a que esta medida –500 empleados– está muy por encima la utilizada por cualesquiera de los países del istmo centroamericano, donde por sobre 100 ó 150 empleados se considera como gran empresa (Álvarez y Durán, 2009).

Las empresas difieren en sus niveles de capitalización, ventas y empleo. Por lo tanto, las definiciones que emplean medidas de tamaño (número de empleados, volumen de negocios, rentabilidad, valor neto, etc.) cuando se aplican a un sector podrían dar lugar a que todas las empresas se clasifiquen como pequeñas, mientras que la misma definición de tamaño cuando se aplica a un sector diferente podría conducir a un resultado distinto (D’Imperio, 2012).

Las PyMEs, son entidades independientes, con una alta relevancia en el mercado de comercio y los servicios dada su gran adaptabilidad a cambios en los suministros y en patrones de consumo, quedan prácticamente excluidas del mercado industrial. Se pueden articular al engranaje económico de empresas grandes o estatales para maximizar ganancias y minimizar costos, y su dinamismo les imprime altos niveles de eficiencia y competitividad. Por sus propias características requieren de poca inversión y dependen de las capacidades productivas de los trabajadores (Álvarez y Durán, 2009).

Estas han sido valoradas en diferentes modelos socioeconómicos como la fórmula ideal para la descentralización y la oxigenación de la economía (Ramos, 2013).

La definición de PyMEs varía por países, aunque normalmente se apoya en la utilización, individual o conjunta, de dos criterios: número de trabajadores y facturación. Dado que la información referida al empleo es más fácil de obtener, en la práctica este es el criterio más utilizado. En los países de la Unión Europea y gran parte de los de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el límite máximo para la consideración de una empresa como PyME se sitúa en los 200 ó 250 empleados. Las excepciones

más significativas son Japón, que fija el límite máximo en 300 trabajadores, y Estados Unidos que lo hace en 500 trabajadores (ILO, 2015).

García (2012) plantea que es posible diferenciar cada tipo según la cantidad de trabajadores y su volumen de negocio.

Las microempresas disponen de menos de 10 trabajadores, con un límite de 2 millones de euros para el volumen de negocios y el balance general.

Para todos los efectos, se entiende por microempresas, incluidas las famiepresas (empresas familiares) pequeña y mediana, toda unidad de explotación económica, realizada por persona natural o jurídica, en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicio, rural o urbano, que responda a los parámetros mencionados.

Las pequeñas empresas tienen entre 10 y 49 trabajadores y un volumen de negocios inferior a los 10 millones de euros.

Las medianas empresas poseen entre 50 y 249 trabajadores. El límite del volumen de negocios asciende hasta 50 millones de euros, y el del balance general, hasta 43 millones de euros.

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 a variación 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).

A pesar de los problemas de medición y comparación, es innegable la relevancia de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs). Ellas representan la casi totalidad de las empresas y concentran la mayoría de los empleos generados por el sector privado, por ese motivo afectan fuertemente los ingresos y las condiciones laborales de gran parte de la población, que depende del desempeño de estas empresas.

1.1.2- Definiciones en Cuba.

Lo primero que se debe señalar es que en Cuba no es común la denominación del término PyMEs, como se le conoce en el resto de América Latina. Sin embargo, desde el punto de vista del número de trabajadores y el volumen de ventas que puede generar una entidad, la clasificación de Pequeñas Empresas, resultaría aplicable a determinadas organizaciones empresariales cubanas, como bien pudieran ser: las Industrias Locales, los pequeños negocios de elaboración y ventas de alimentos conocidos como “Paladares”, Asociaciones de Artistas y Artesanos, y formas de producción cooperativas que tienen lugar, básicamente, en la agricultura (Pozo, 2007).

El Gobierno cubano aprobó en agosto del presente año 8 decretos-leyes con los que reconoce y amplía la gestión de las MiPyMEs, las cooperativas no agropecuarias y el trabajo por cuenta propia (autónomo) como actores económicos. Los cálculos oficiales prevén que estos actores económicos generen aproximadamente 4.468 nuevos empleos.

Las MiPyMEs cubanas pueden tener propiedad estatal, privada o mixta; según las normativas que rigen su creación y funcionamiento son reconocidas como unidades económicas con personalidad jurídica y características propias que

tienen como objeto desarrollar la producción de bienes y la prestación de servicios.

Pueden estar integradas por uno o más socios, se constituyen como sociedades mercantiles y se clasifican según el número de personas ocupadas como:

- Micro empresa: con rango de una a 10 personas.
- Pequeña empresa: con rango de 11 a 35 personas.
- Mediana empresa: con rango de 36 a 100 personas.

Forman parte de los actores económicos reconocidos en el país junto con la empresa estatal socialista (el principal), las cooperativas no agropecuarias y el trabajo por cuenta propia (Cubadebate, 2021).

1.2- Características que identifican a las PyMEs.

Según Gómez (2008) las principales características de las PyMEs son: el capital es proporcionado por una o dos personas que establecen una sociedad, los dueños dirigen la empresa, la administración es empírica, dominan y establecen un mercado más amplio, se encuentran en proceso de crecimiento, obtienen algunas ventajas fiscales, poseen un componente familiar (casi en su totalidad son empresas familiares, la toma de decisiones depende de ellos y puede producirse desacuerdo en la aplicación de las mismas) y la falta de solvencia (referida a los recursos).

Castañeda (2009) cita algunos rasgos distintivos que han surgido en las PyMEs, como es el caso de: la creación nuevos productos y servicios, los avances tecnológicos mejoran constantemente la capacidad para utilizar maquinaria y mejorar la calidad del producto, aumenta la especialización y tienen tendencia hacia la fusión.

A modo de síntesis, según Pozo 2007 comúnmente las PyMEs poseen las siguientes características:

a) Tecnología/producción

- ❖ Mano de obra poco calificada.

- ❖ Uso de maquinaria anticuada.
- ❖ Producción en pequeña escala.
- ❖ Baja productividad.
- ❖ Los bajos niveles de actividad no permiten aprovechar las ventajas de las economías de escala.

b) Organización/gestión

- ❖ Habitualmente se trata de sociedades familiares.
- ❖ Operan con frecuencia al margen de requisitos legales y formales.
- ❖ No llevan registros contables.
- ❖ No realizan proyecciones financieras.
- ❖ La dirección personal hace que se renuncie generalmente a la delegación de funciones.
- ❖ Muestran limitaciones para implantar y certificar sistemas de gestión de la calidad.

c) Mercado

- ❖ Acceden a mercados locales detallistas que atienden a grupos de menores ingresos.
- ❖ Están muy orientadas a la producción y por lo tanto sin enfoques a la comercialización.
- ❖ Muestran una posición de debilidad en la negociación con proveedores y clientes.
- ❖ Poca capacidad de gestión para desarrollar actividades de exportación.
- ❖ No realizan campañas de publicidad.

1.3- Importancia y limitaciones de las PyMEs.

Según Álvarez y Durán (2009), las pequeñas y medianas empresas cumplen un importante papel en la economía de todos los países y llegan a constituir la base económica de muchas naciones, generando innovación, empleo, competitividad y crecimiento económico global. Los integrantes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), organismo conocido como “el club de los países ricos”, suelen tener entre el 70

y el 90% de los empleados en este grupo de empresas. Algunos de los elementos que justifican su importancia son:

- ❖ Pueden realizar productos individualizados en contraposición con las grandes empresas que se enfocan más a productos más estandarizados.
- ❖ Sirven de tejido auxiliar a las grandes empresas. La mayor parte de las grandes empresas se valen de empresas subcontratadas menores para realizar servicios u operaciones que de estar incluidas en el tejido de la gran corporación redundaría en un aumento de costos.
- ❖ Existen actividades productivas donde es más apropiado trabajar con empresas pequeñas, como por ejemplo el caso de las cooperativas agrícolas.

Para Luna (2012), la pequeña y mediana empresa proporciona una de las mejores alternativas para la independencia económica, por lo que se puede decir que este tipo de empresas han sido una gran oportunidad, a través de la cual los grupos en desventaja económica han podido iniciarse y consolidarse por méritos propios. La importancia de las PyMEs radica, entre otros factores, en su capacidad para generar empleos, en su flexibilidad para aumentar la oferta de satisfactores y en su habilidad para adaptarse a regiones que es necesario promover dentro de un programa que tome en cuenta el desarrollo geográfico equilibrado. El sector de la industria pequeña y mediana representa una parte importante en el desarrollo y crecimiento de los países.

Las PyMEs parecen ser las unidades apropiadas como nodos de red debido a sus estructuras ligeras, su adaptabilidad a la evolución del mercado, el desenvolvimiento activo de los recursos humanos versátiles, la habilidad de establecer relaciones subcontractuales y el buen nivel tecnológico de sus productos (Mezgar et al. 2000).

Además, abren nuevos mercados basados en la capacidad de utilizar de manera flexible nuevas ideas y tecnologías. Por ser más pequeñas permiten que su tamaño se mueva en un contacto más cercano con el mercado y se adapten mejor a los requisitos de los clientes. También las PyMEs

desempeñan un papel importante en la innovación tecnológica, especialmente en las primeras etapas del ciclo de vida de la tecnología.

La Organización de Naciones Unidas (ONU) considera que las PyMEs son la espina dorsal de la economía y las mayores empleadoras del mundo. Según datos del Consejo Internacional para la pequeña empresa, este tipo de negocios representan más del 90 % del total de empresas, generan en promedio el 70 % del empleo y son responsables del 50 % del PIB a nivel mundial (INTEDYA, 2021).

Las PyMEs son responsables de una generación de empleos e ingresos importantes en todo el mundo y son un factor clave en la reducción de la pobreza y el fomento del desarrollo, además son las encargadas de emplear una gran proporción de trabajadores pertenecientes a los sectores más vulnerables de la sociedad como mujeres, jóvenes y personas de hogares desfavorecidos. Las posibilidades que generan, económicas y de otros tipos, pueden ser la respuesta a las necesidades sociales de muchas personas y servir de base a la inclusión.

Las pequeñas y medianas empresas de Cuba 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).

La mayor de las ventajas consiste en la capacidad de cambiar rápidamente su estructura productiva en el caso de variar las necesidades de mercado, lo cual es mucho más difícil en una gran empresa, con un importante número de empleados y grandes sumas de capital invertido. (Álvarez y Durán, 2009).

Otras ventajas de este tipo de empresas, según Longenecker (2001) son las siguientes:

- ❖ Mantienen una gran flexibilidad y una buena organización, por lo que se adaptan con facilidad al tamaño del mercado, aumentan o reducen su oferta cuando se hace necesario.
- ❖ Producen y venden artículos a precios competitivos, ya que sus gastos no son muy grandes y sus ganancias no son excesivas.
- ❖ Tienen una gran movilidad, que permite ampliar o disminuir el tamaño de la planta, así como cambiar los procesos técnicos necesarios.

Sin embargo, según afirman Álvarez y Durán (2009) las empresas pequeñas tienen más dificultad en encontrar financiación a un coste y plazo adecuados debido a su mayor riesgo. Son empresas con mucha rigidez laboral y les es más difícil hallar mano de obra especializada. La formación previa del empleado es fundamental para estas. Debido al pequeño volumen de beneficios que presentan, no pueden dedicar fondos a la investigación, por lo que tienen que asociarse con universidades o con otras empresas. El menor tamaño complica su entrada en otros mercados, por lo que desde las instituciones públicas se hacen esfuerzos para formar a las empresas en las culturas de otros países.

Además, Luna (2012) agrega que les afectan con mayor facilidad los problemas que se suscitan en el entorno económico, como la inflación y la devaluación, viven al día y no pueden soportar períodos largos de crisis en los cuales disminuyen las ventas. La falta de recursos financieros los limita, ya que no tienen fácil acceso a las fuentes de financiamiento, tienen pocas o nulas posibilidades de fusionarse o absorber a otras empresas, su administración no es especializada, sino empírica, y por lo general la llevan a cabo los propios dueños lo cual se debe a que no contratan personal especializado y capacitado por no poder pagar altos salarios. Sus ganancias no son muy elevadas, por lo cual muchas veces se mantienen en el margen de operación y con muchas posibilidades de abandonar el mercado, la calidad de la producción no siempre es la mejor, muchas veces es deficiente, porque los controles de calidad son mínimos o no existen.

1.4- 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. Decimos que un alimento se descompone cuando pierde sus características normales. Puede haber cambios en sus características organolépticas (olor, sabor, color). También puede haber cambios más profundos, llegando a la pérdida de su textura o ya directamente entrar en un proceso de putrefacción, haciendo que el producto en estado natural sea perjudicial a la salud del hombre o no apto para el consumo (Ibáñez, 2010).

En términos amplios, conservar un alimento significa preservarlo de la acción de los agentes físicos, biológicos y químicos, mediante diversos métodos y en un grado tal, que mantenga al máximo sus propiedades nutritivas y cualidades organolépticas típicas.

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).

Según (Ibáñez, 2010) los métodos de conservación de alimentos que el hombre dispone, y en mayor o menor grado lo aplica a la industria, pueden agruparse en:

1. Métodos físicos. (Anexo 1)

2. Medios químicos.

- ❖ Sustancias antisépticas, antifermentativas o inhibidoras del desarrollo microbiano: ácido bórico, ácido salicílico, ácido sórbico y sorbato de potasio, ácido benzoico y benzoato de sodio, anhídrido sulfuroso, anhídrido carbónico, ácido acético o vinagre, alcohol etílico y otros.
- ❖ Conservadores o preservadores naturales, que son también alimentos. Actúan sólo a concentraciones elevadas: Azúcar, cloruro de sodio (sal), grasas y aceites.

3. Métodos físico-químicos.

- ❖ Ahumado.
- ❖ Acción oligodinámica de metales nobles.

4. Microorganismos.

- ❖ Fermentación láctea y alcohólica.
- ❖ 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.

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.

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).

1.5- Parámetros que determinan la calidad interna de 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 et al, 2011).

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.

1.6- Propiedades nutricionales y funcionales del mango.

Desde el punto de vista del valor nutritivo, el mango es una fuente importante de fibra y vitaminas (Anexo 2). Dichas propiedades varían en dependencia de la variedad de mango que se analice, por lo cual se usaron datos generales.

La pulpa del mango presenta una concentración significativa de compuestos bioactivos tales como vitamina A (esencial para el mantenimiento de los tejidos epiteliales piel y mucosas), así como de compuestos con una gran actividad antioxidante entre ellos la vitamina C, vitamina E, polifenoles, carotenos, entre otros. Además de presentar una importante concentración de minerales como potasio y magnesio (los cuales intervienen en la transmisión nerviosa y muscular), también aporta pequeñas cantidades de hierro, fósforo y calcio. Asimismo, la pulpa del mango contiene fibra soluble (pectinas), ácidos orgánicos (cítrico y málico) y taninos. En su composición destaca igualmente la presencia de una sustancia denominada manguiferina, que en animales de experimentación parece ejercer una acción antioxidante, inmunomoduladora, antiviral y antitumoral (Sánchez et al., 2000).

1.7- Mermeladas.

Con la fruta mencionada anteriormente, se pueden elaborar distintos tipos de preparaciones tales como pulpas, néctares, compotas, jugos, mermeladas, concentrados y dulces. En este caso, se selecciona como producto de interés la mermelada, puesto que la preparación de la misma constituye un proceso tradicional, y autores como Coronado e Hilario (2001), Díaz (2009), CPMLN (2012) y CANAINCA (2013) coinciden en afirmar que sigue siendo uno de los métodos más populares para la conservación de frutas.

La mermelada es un producto de consistencia semisólida o gelatinosa, obtenido por cocción o concentración de una o más frutas, concentrados, pulpas, jugos o sus mezclas, al que se ha adicionado azúcar u otros edulcorantes naturales. La fruta puede ir entera, en trozos, tiras o partículas finas, y deben estar dispersas uniformemente en todo el producto.

En general, se entiende por mermelada el producto alimenticio obtenido por la cocción y concentración del jugo y de pulpa de frutas sanas, limpias y con el

grado de madurez adecuado, ya sean frescas o conservadas, libres de partículas de la cáscara, adicionada de edulcorantes nutritivos, agua y con o sin ingredientes opcionales y aditivos permitidos (tales como pectina, acidulantes, conservantes, colorantes y saborizantes), envasada en recipientes herméticamente cerrados y procesados térmicamente para asegurar su conservación (Villanueva, 2016).

En los últimos años se ha manifestado un aumento de la población y la formación de grandes centros de consumo, situación que ha repercutido en el progreso de este tipo de industria. Por ello, en la actualidad se han desarrollado grandes plantas industriales, en las cuales se llevan a cabo procesos automatizados, que producen el volumen necesario para satisfacer la demanda interna de los países productores y la introducción del producto al mercado internacional (CANAINCA, 2013).

1.7.1- Criterios de calidad del producto final.

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

a) 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.
- ❖ 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.
- b) Requisitos físico-químicos.
 - ❖ Contenido de sólidos solubles por lectura refractométrica a 20°C: 73% mínimo.
 - ❖ pH: 3,20 – 3,70
- c) 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 288: 2003).

1.8- Conclusiones parciales.

1. Las PyMEs resultan complejas de definir, puesto que existen diversos criterios, los cuales, varían en dependencia del número de empleados, el volumen de ventas, el sector de la economía y el país en que se desarrolle la actividad, entre otros factores.
2. Las pequeñas y medianas empresas cumplen un importante papel en la economía de todos los países, y llegan a constituir la base económica de muchas naciones, generando innovación, empleo, competitividad y crecimiento económico global.
3. Las principales operaciones unitarias que se llevan a cabo en las PyMEs de procesamiento de frutales son: lavado, pelado, cortado, despulpado, filtrado, cocción y envasado.
4. La preparación de mermelada constituye un proceso tradicional y uno de los métodos más populares para la conservación de frutas.

CAPÍTULO II: Materiales y Métodos

En el presente capítulo se desarrolla un procedimiento para el diseño preliminar de una mini-industria para la producción de mermelada de mango, según las etapas establecidas por Ulrich (1985) para el diseño de un proceso químico, y adaptadas por Saravacos y 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 y los pasos para obtener los principales indicadores de factibilidad económica.

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 disponibilidad de información que facilite la creación de una base de datos preliminar, la definición del tipo de proceso, entre otros. Además, se debe especificar el nivel de precisión que se espera alcanzar (Ulrich, 1985).

2.1.1- Problema primitivo.

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

Con el paso del tiempo las poblaciones demandan mayores cantidades de alimentos, por tal razón estos necesitan ser procesados para lograr una mayor durabilidad y poner al alcance del consumidor una variedad de alimentos sin importar la época del año y la disponibilidad de ciertos productos en determinadas temporadas.

El municipio Cárdenas, ubicado en la provincia de Matanzas, posee una población grande y con tendencia al crecimiento, por lo cual necesita una mayor cantidad de productos procesados para su alimentación. La mermelada de mango tiene una gran aceptación y alta demanda por parte de la población.

Los municipios aledaños tienen producciones de frutales, en especial de mango, que pueden ser aprovechados para la elaboración de productos con un mayor poder de duración, por lo que se propone la creación de un nuevo proceso de producción de mermelada de mango que aumente la oferta existente para así satisfacer la demanda de la población.

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.

2.1.3- Caracterización de las materias primas e insumos.

1. Fruta (materia prima).

Según Benites et al. (2016), lo primero a considerar es la fruta, que será tan fresca como sea posible. Con frecuencia se utiliza una mezcla de frutos maduros con otros que recién han iniciado su maduración, y los resultados son bastante satisfactorios. La fruta demasiado madura no resulta apropiada para preparar mermeladas, ya que no gelifica adecuadamente. En el caso objeto de estudio la fruta seleccionada para la elaboración de mermelada es el mango, cuyas propiedades y principales características fueron abordadas en el epígrafe 1.6.

Además de la materia prima, se necesita cuantificar los insumos (azúcar, ácido cítrico, pectina y conservante) que se deben adicionar a un volumen determinado de pulpa para mermelada, ya que estos son los que determinan los parámetros de calidad de la misma.

2. Azúcar.

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.

En las mermeladas en general, la mejor combinación para mantener la calidad y conseguir una gelificación correcta y un buen sabor suele obtenerse cuando el 60% del peso final del producto procede del azúcar añadido. La mermelada resultante contendrá un porcentaje de azúcar superior debido a los azúcares naturales presente en la fruta. Cuando la cantidad de azúcar añadida es inferior al 60% puede fermentar la mermelada y por ende se propicia el desarrollo de hongos, y si es superior al 68% existe el riesgo de que cristalice parte del azúcar durante el almacenamiento. El azúcar a utilizarse debe ser preferiblemente blanca, porque permite mantener las características propias de color y sabor de la fruta (Coronado e Hilario, 2001; CPMLN, 2012; Villanueva, 2016).

3. Ácido cítrico.

Si todas las frutas tuviesen idéntico contenido de pectina y ácido cítrico, la preparación de mermeladas sería una tarea simple, con poco riesgo de incurrir en fallas; sin embargo, el contenido de ambos varía entre las distintas clases de frutas. El ácido cítrico es importante no solamente para la gelificación de la mermelada sino también para conferir brillo al color de la misma, mejorar el sabor, evitar la cristalización del azúcar y prolongar su tiempo de vida útil. Además, según plantean Asthon y Barrett (2010), resulta esencial tanto desde el punto de vista de la calidad sensorial como microbiológica. El ácido se añadirá antes de cocer la fruta, ya que ayuda a extraer la pectina de esta. El ácido cítrico se vende en forma comercial bajo la forma granulada y tiene un aspecto parecido al azúcar blanca, aunque también se puede utilizar el jugo de limón como fuente de ácido cítrico. En este caso hay que tener en cuenta que 100 mL de zumo contienen aproximadamente 6,5 g de ácido cítrico (Coronado e Hilario, 2001; Benites et al., 2016).

4. 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. En la preparación de mermeladas la primera fase consiste en reblandecer la fruta de forma que se

rompan las membranas de las células y extraer así la pectina. La fruta verde contiene la máxima cantidad de pectina, mientras que la madura contiene algo menos. Las proporciones correctas de pectina, ácido cítrico y azúcar son esenciales para tener éxito en la preparación de mermeladas. La materia prima para la obtención de pectina proviene principalmente de la industria de frutas cítricas; es un subproducto extraído de las cáscaras y cortezas de naranjas, pomelos, limones y toronjas. El valor comercial de la pectina está dado por su poder gelificante, lo cual es aprovechado para darle consistencia y textura de gel al producto (Calabrano et al., 2014; Benites et al., 2016).

5. Conservante.

Los conservantes son sustancias químicas que se añaden a los alimentos para prevenir su deterioro, evitando de esta manera la proliferación de microorganismos, principalmente hongos y levaduras. Los conservantes químicos más usados son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio. El sorbato de potasio tiene mayor espectro de acción sobre microorganismos, pero su costo es aproximadamente 5 veces mayor que el del benzoato de sodio. Este último actúa sobre hongos y levaduras, y es el más utilizado en la industria alimentaria por su menor costo, pero tiene un mayor grado de toxicidad sobre las personas. Además, en ciertas concentraciones produce cambios en el sabor del producto (Benites et al., 2016).

2.1.4- Caracterización del producto final.

La mermelada de frutas es un producto de consistencia semisólida o gelatinosa que se produce por la cocción y concentración de frutas sanas combinándolas con agua y azúcar. Las características más relevantes de la mermelada son su color brillante y atractivo, y una apariencia gelificada sin demasiada rigidez (Torres, 2007). Debe tener un buen sabor característico según la fruta, y debe conservarse bien cuando se almacena en un lugar fresco, preferentemente oscuro y seco (Chapoñan, 2016).

2.1.5- 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 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 y 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). De acuerdo con 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- Etapas y operaciones del proceso.

En este paso se definen las etapas del proceso y las operaciones que se realizan en cada una de ellas, tal como se muestra en el Anexo 3.

La planta cuenta, además, con un depósito en forma de cisterna destinada al agua residual y un tanque de almacenamiento de agua limpia.

2.2.2- Confección 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. El más simple y, a su vez, el más utilizado de los diagramas de procesos, es el de bloques o rectángulos, aunque en ocasiones se suelen representar los equipos que conforman la planta para una mejor comprensión del proceso. En ellos se representan las entradas y salidas para indicar el sentido del flujo de los materiales (Saravacos y Kostaropoulos (2016); Villanueva, 2016; García, 2017).

En este caso, atendiendo al orden operacional del proceso descrito anteriormente, y basado en las normas y orientaciones para su confección según la bibliografía especializada (Ulrich, 1985; Saravacos y Kostaropoulos, 2016; Turton, 2018) se puede construir el diagrama de bloques que se muestra en el Anexo 4.

2.2.3- Descripción general del proceso.

El proceso de elaboración de mermelada de frutas consta de una serie de etapas consecutivas, las cuales son abordadas por diversos autores, como Coronado e Hilario (2001), Torres (2007), Pérez y Martínez (2011), Guerrero et al. (2012), CPMLN (2012), Iza (2013), Chapoñan (2016), Benites et al. (2016) y Villanueva (2016). Todos ellos coinciden en el orden de las operaciones a realizar y en la descripción general de las mismas, como se muestra en el Anexo 5.

2.2.4- Capacidad de la planta.

De acuerdo con 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).

2.2.5- 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.

Una vez definida la capacidad de la planta y el diagrama de flujo del proceso, se realiza el balance de materia y energía, el cual se puede realizar tomando como base el diagrama elaborado (Villanueva, 2016). En los Anexos 6 y 7 se muestra la metodología empleada para realizar dichos balances.

Para ello se utilizan las relaciones de proporción que aparecen en los Anexos 8 y 9, las cuales se encuentran registradas en la literatura especializada.

2.2.6- Indicadores productivos.

En cuanto a los indicadores de la producción, existen algunos parámetros que pueden dar una medida del funcionamiento del proceso. Tal es el caso del

aprovechamiento de la materia prima ($AprovMP$), que no es más que la cantidad de pulpa de fruta lista para elaborar la mermelada (P) respecto a la cantidad de fruta que entra al proceso (F), que se determina a través de la siguiente expresión.

$$AprovMP = \frac{P}{F} \cdot 100 \quad (2.1)$$

Por otro lado, la relación entre la cantidad de producto obtenido (Me) y la materia prima procesada (F) se denomina productividad, y se traduce matemáticamente como aparece a continuación:

$$Productividad = \frac{Me}{F} \cdot 100 \quad (2.2)$$

2.2.7- Control de calidad y presentación.

Como el propósito de la mini-industria es la elaboración de un producto alimenticio, es obligatorio que cumpla los requerimientos de los estándares de calidad de la producción industrial de alimentos. Para garantizar su control, se deben realizar inspecciones o pruebas de muestreo para verificar que las características tanto de la materia prima como del producto sean óptimas, así como las condiciones de conservación del mismo y su presentación.

2.2.7.1- Calidad de la materia prima.

El primer control de calidad se realizará en la recepción de la materia prima (fruta), de manera que se asegure el buen estado de la misma (color, olor, tamaño, etc.) (Chapoñan, 2016).

Según Rivero (2019) el estado de las frutas para su consumo y procesamiento industrial debe cumplir con ciertas características que sustentan su calidad. Entre estas se encuentran:

- ❖ Estar enteros.
- ❖ Estar sanos, no afectados de podredumbre o deterioro.
- ❖ Estar limpios y libres de cualquier materia extraña visible.
- ❖ Estar prácticamente exentos de daños causados por plagas.
- ❖ Estar exentos de humedad externa anormal.
- ❖ Estar exentos de cualquier olor y/o sabores extraños.

- ❖ Ser de consistencia firme y aspecto fresco.
- ❖ Estar exentos de daños causados por bajas temperaturas.
- ❖ Estar exentos de magulladuras marcadas profundas.
- ❖ Estar suficientemente desarrollados y presentar un grado de madurez satisfactorio para el proceso consiguiente.

Los frutos que no cumplan con las características mínimas mencionadas se considerarán defectuosos. La inspección se realizará en todo el lote de fruta al momento de la recepción de la materia prima al inicio de la línea de producción (Coronado e Hilario, 2001; Torres, 2007; Guerrero et al., 2012; NC 224:2014; Benites et al., 2016).

Además, MINAL (2012) plantea que la materia prima que llega para ser procesada, debe mantenerse en buenas condiciones, como estar a la sombra, sin mojarse, en recipientes limpios, donde no sufra maltrato físico, de manera que mantenga la condición con que llegó.

2.2.7.2- Presentación del producto.

La selección del tipo de envase dependerá del costo de adquisición y de la disponibilidad de los mismos, y pueden ser frascos o botellas de vidrio, pomos o cubetas plásticas, y latas de distinta capacidad (Benites et al., 2016).

Según la NC 452: 2014 “Envases, embalajes y medios auxiliares destinados al contacto con alimentos”, los envases flexibles serán de primer uso, y una vez utilizados no podrán destinarse a la misma función; mientras que los frascos, pomos y botellas de vidrio cuyas superficies presenten fisuras o pérdida de partículas que alteren su lisura, serán declarados como no aptos para estar en contacto con alimentos.

2.2.8- Características generales de la planta.

Un proyecto de esta naturaleza puede ser muy simple dadas las características de ser un sistema sencillo de producción, con volúmenes pequeños y con productos de simplicidad tecnológica. Sin embargo, tanto en el caso de un sistema artesanal, como en un sistema de pequeña escala, la simplicidad no debe confundirse nunca con el descuido de los principios básicos que

gobiernan la sanidad y la higiene industrial, que siempre deben rodear a la producción de alimentos.

2.2.8.1- Requisitos básicos de la instalación.

Según establece MINAL (2012), el local en el cual se desarrollarán las actividades de producción debe poseer condiciones de fácil limpieza y desinfección, tales como: paredes pintadas con material lavable, adecuada iluminación natural o artificial, local bien ventilado, pisos de material sólido, lisos, resistentes e impermeables, techos sin filtraciones ni áreas que acumulen suciedades, cría de insectos, roedores, etc. Debe contar con servicios básicos de buena calidad, entre los que se deben incluir el agua en primer lugar y luego la energía eléctrica u otra fuente generadora.

La idea general para el proyecto de mini-industria es la existencia de un recinto principal en el cual se desarrollará el proceso de producción desde la recepción hasta el envasado. Rodeando a este recinto principal debe existir un conjunto de dependencias que puedan acomodarse para prestar los servicios auxiliares requeridos.

Es una condición importante que el agua de uso en el proceso como parte del alimento sea potable, lo cual se puede conseguir de dos formas generales: mediante el uso de agua potable de la red pública o el uso de agua de pozo profundo con potabilidad comprobada.

Es importante, además, que el personal cuente con las condiciones que le aseguren un trabajo de calidad, pues jamás se debe olvidar que lo que allí se procesa es un alimento de consumo humano, y no es poco frecuente que operaciones artesanales descuidadas sean la causa de importantes problemas de salud de los consumidores.

Una forma de asegurar una relativa limpieza permanente y de minimizar los riesgos de contaminación, es la oportuna eliminación de los residuos, es decir, de los restos de fruta que van quedando en las diversas operaciones preliminares (CPMLN, 2012).

2.3- Etapa 3: Selección 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 artesanal en las primeras operaciones de preparación de la materia prima, en las que no ocurre transformación de la misma. Tal es el caso de la selección, lavado, pelado, cortado, entre otras, que son realizadas manualmente por operarios capacitados. Mientras tanto, en las etapas posteriores, en las cuales sí hay transformación de la materia prima, se realizan las operaciones propias de cada producto mediante la maquinaria específica, y se suelen llevar a cabo de manera mecanizada (equipos especializados, bandas transportadoras, tuberías para el flujo de las sustancias, envasadoras, etc.) en dependencia de la complejidad del proceso y de los recursos de que se disponga (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 y 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.

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, en la construcción de equipos que procesan alimentos es importante el diseño higiénico (limpieza y sanitización), que sea de fácil mantenimiento mecánico, la estandarización de partes de repuesto y la durabilidad y flexibilidad del mismo.

Las propiedades y el costo de los materiales de construcción son factores muy importantes en el diseño, construcción, funcionamiento y mantenimiento de los equipos del proceso. La selección y aplicación de estos, se basan en los principios de la metalurgia y la ciencia de los materiales (Murray, 1999; Cardarelli, 2000).

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 y 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 10.

2.3.4- Selección 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.

Al seleccionar el equipamiento, se deben considerar diferentes características constructivas, tales como sus dimensiones, la facilidad de limpieza, el mantenimiento, la estandarización de repuestos, la calidad de los materiales de construcción, la resistencia y durabilidad, y el nivel de automatización.

Los equipos de alimentos generalmente se limpian diariamente después del procesamiento, pero si estos se usan para procesar diferentes productos 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.

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).

Normalmente, en un listado de equipos se especifica el tipo de equipo en general, sus dimensiones o capacidad y las características especiales importantes a considerar, como el material de construcción, temperatura de operación, presión máxima de operación o potencia eléctrica. Es útil también en la especificación del equipo describir en forma concreta su aplicación o función específica dentro del proceso (Villanueva, 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.

2.3.5- Lavado de envases.

En caso de que los envases adquiridos no hayan sido esterilizados con anterioridad, se debe llevar a cabo un proceso de lavado y desinfección que garantice que no se desarrollen en ellos colonias de microorganismos que comprometan la inocuidad del producto.

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).

2.4.1- Costos de inversión.

La puesta en marcha de una planta cualquiera implica necesariamente un gran esfuerzo inicial, generando 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).

2.4.1.1- Estimación de la inversión según la metodología de Lang.

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 dedicados a la estimación de los costos de equipos tecnológicos.

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.

$$I_e = \sum I_i \quad (2.3)$$

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.

$$I = (I_e + (\sum f_i \cdot I_e)) \cdot f_l \quad (2.4)$$

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:

$$I = ((1 + \sum f i) \cdot f l) \cdot Ie \quad (2.5)$$

O lo que sería lo mismo:

$$I = fL \cdot Ie \quad (2.6)$$

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

$$fL = (1 + \sum f i) \cdot f l \quad (2.7)$$

En el Anexo 11 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.

2.4.1.2- Efecto del tiempo sobre el costo de adquisición de los equipos.

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 y Timmerhaus, 1991). Con respecto a esto, Jiménez (2003) afirma que el efecto de la inflación sobre los costos de adquisición del equipamiento en plantas químicas puede cuantificarse mediante el uso de índices especializados. 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:

$$C_2 = C_1 \cdot \frac{I_2}{I_1} \quad (2.8)$$

Donde:

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

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

I_1 : Índice de costo en el año base.

I₂: 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_{MPProd}**).

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: los valores económicos de los materiales y piezas de repuesto utilizados 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:

$$D = \frac{V_0 - V_f}{t_d} \quad (2.9)$$

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, entre otros.

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 los servicios de protección de la planta.
- ❖ Costos 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.
- ❖ 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,

secretarias, 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.

$$CV = CMP + CMProd + CFTrab + CFAux + CLab + CEmb \quad (2.10)$$

$$CF = CMant + Dep + CSum + CGen + CAdm \quad (2.11)$$

$$CP = CV + CF \quad (2.12)$$

2.4.3- Indicadores económicos del proceso productivo.

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.

$$VP = pup \cdot N \quad (2.13)$$

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.

$$G = VP - CP \quad (2.14)$$

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.

$$cup = \frac{CP}{N} \quad (2.15)$$

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.

$$N_0 = \frac{CF}{pup - cuv} \quad (2.16)$$

$$cuv = \frac{cv}{N} \quad (2.17)$$

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.

$$Rent = \frac{G}{CP} \cdot 100 \quad (2.18)$$

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).

$$C/P = \frac{CP}{VP} \quad (2.19)$$

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.

$$\%C_i = \frac{C_i}{CP} \cdot 100 \quad (2.20)$$

Donde:

$\%C_i$: Porcentaje que representa cada costo respecto al costo de producción (%).

C_i : 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 y Timmerhaus (1991), Tovar (2009), García (2017) y Turton (2018).

Para evaluar la rentabilidad de un proyecto, debe asumirse un tiempo de vida para el proceso. Esta normalmente no es la vida activa del equipo, ni el tiempo que permite la depreciación, sino una longitud específica de tiempo sobre la cual se compara la rentabilidad de diferentes alternativas de proyectos.

Según el criterio de Brizuela (1987) y Turton (2018), el valor más ampliamente utilizado en cuanto al tiempo de vida útil es de 10 años, mientras que Peters y Timmerhaus plantean que para la industria de alimentos la vida estimada de los equipos es de 12 años, por lo que el análisis económico de la presente investigación estará referida a este valor.

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.

$$Rn = \frac{G}{I} \cdot 100 \quad (2.21)$$

Donde:

Rn: Retorno de la inversión (%/a).

b) Plazo de recuperación de la inversión.

El plazo de recuperación de la inversión (PRI) 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.

$$PRI = \frac{I}{G} \quad (2.22)$$

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:

$$VAN = S_0 + \frac{S_1}{(1+i_1)^1} + \frac{S_2}{(1+i_1)^2} + \dots + \frac{S_n}{(1+i_1)^n} \quad (2.23)$$

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:

$$TIR = i_1 - \frac{VAN(+)\cdot(i_1-i_2)}{VAN(+)-VAN(-)} \quad (2.24)$$

Donde:

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

2.5- Conclusiones parciales.

1. Se propuso una metodología para el diseño preliminar de la planta para la obtención de mermelada de mango a partir de las etapas propuestas por Ulrich (1985) y adaptadas por Saravacos y Kostaropoulos (2016) al procesamiento de alimentos.

2. Se identifican los principales indicadores para efectuar un análisis económico de la planta.

Capítulo III: Análisis de los Resultados

En el presente capítulo se realiza un análisis de los resultados obtenidos al desarrollar la propuesta preliminar del diseño de la mini-industria para la elaboración de mermelada de mango en el municipio Cárdenas. Con esta finalidad se asume una capacidad de la planta, a partir de la cual se efectúan los balances de materiales que posibilitan el conocimiento de los flujos de entrada y salida de la misma. Se define el tipo de proceso y se describe detalladamente el mismo. Además, se seleccionan los diferentes equipos, teniendo en cuenta sus rasgos fundamentales y los materiales de construcción más apropiados. Se realiza un análisis económico empleando los indicadores de eficiencia económica de la inversión y del proceso productivo.

3.1- Definición de la propuesta.

Para llevar a cabo el diseño preliminar de la mini-industria procesadora de frutas para producir mermelada de mango, 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.

Como la presente investigación constituye un diseño preliminar, solamente se efectuará la macrolocalización de la planta.

Se propone ubicar la mini-industria en las inmediaciones del municipio Cárdenas, en la provincia de Matanzas. Esta ciudad posee una alta densidad poblacional que se encuentra en constante crecimiento y la mermelada de mango es un producto muy demandado por la población, lo cual convierte al territorio en un sitio ideal para la ubicación de la planta pues estará cercana a su mercado objetivo. Otro factor que apoya esta localización es la cercanía de la ciudad con municipios que son productores de la fruta a emplear como materia prima lo cual asegura un flujo estable de la misma.

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.

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.

Generalmente se prefieren los procesos continuos por encima de los discontinuos en las grandes industrias químicas, petroquímicas y del petróleo, porque resulta menor la conjugación de los costos de equipamiento con los de operación. Sin embargo, los procesos *batch* o por lote, han demostrado ser más económicos para las plantas pequeñas y para la producción de alimentos, fármacos, y productos especiales.

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 54 t/a, razón por la cual se puede afirmar que cumple con este criterio.

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 450 kg diarios de mango. En base a dicho valor se efectuarán 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 Coronado e Hilario (2001), Torres (2007), 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, ya que esta influye directamente en el rendimiento y calidad del producto, y si no cumple con los parámetros de calidad debe ser rechazada. 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. Además, en un fruto limpio se incrementa la eficiencia de los procesos térmicos, pues se parte de una carga microbiana menor a aquella con la que se recibe del campo y se tiene mayor facilidad en la penetración del calor. El lavado es manual y por inmersión de la materia prima en agua, y consiste en vaciar toda la fruta en una tina con agua tratada con hipoclorito de sodio y el contenido de cloro en el agua es de 0,5 - 1,0 ppm para eliminar posibles microorganismos presentes en la fruta. El agua proviene de un tanque elevado, desde el cual desciende por gravedad hacia las tinas de lavado y enjuague.

Enjuague: El fruto lavado es trasladado manualmente hacia la tina de enjuague para eliminar el cloro presente en la fruta. El desagüe de las tinas de lavado y enjuague se descarga (también 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, hueso, hoyos y algunos defectos de apariencia. En el caso del producto 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. La misma es 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 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 debe 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 frascos 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.

El mango al ser un fruto de estación solo está presente durante 5 meses en el año (mayo - septiembre), por lo cual se decide este como el tiempo de operación de la fábrica, destinando un mes para el mantenimiento de los equipos, limpieza de los mismos y de la instalación en general. El resto del año la industria puede elaborar producciones a partir de otros frutos de estación, pero en este proyecto se analizará solamente la elaboración de la mermelada de mango.

La planta 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.

Según MDE (2009) otro aspecto importante es el cronograma de producción o diagrama temporal, que permite realizar una mejor planificación del proceso. En el caso de la elaboración de mermeladas, para hacer un lote de producto, se deben tener en cuenta las siguientes etapas con su respectiva duración. Los intervalos de tiempo mostrados a continuación no son exactos, pues dependen del volumen a procesar, de la humedad y demás características propias de la materia prima, entre otros factores.

- ❖ 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.

Atendiendo al criterio de diferentes autores como Villanueva (2016), Benites et al. (2016), Coronado e Hilario (2001) y Torres (2007), 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 4) y de los flujos de materias primas a procesar, 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.

Los resultados de los balances de masa se muestran en el Anexo 13.

Para su realización 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.

Los resultados obtenidos de los balances de energía efectuados para las marmitas de precocción y cocción se muestran en el Anexo 14.

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.

3.2.6- Indicadores productivos.

Una vez realizados los balances de masa, se calculan los indicadores productivos en base a medir la calidad del funcionamiento del proceso. Los resultados obtenidos para estos indicadores se muestran en el Anexo 15.

Aunque se debe tener en cuenta la variedad de la fruta, a modo de promedio se puede afirmar que el mango presenta un 24 % de desperdicio por concepto de cáscara y un 16 % debido al hueso o semilla, obteniéndose solo un 60 % de pulpa, sin contar el porcentaje de bagazo o fibra pulposa. Estos valores se muestran en el Anexo 16, y proceden de datos obtenidos experimentalmente y publicados por Villanueva (2016).

Por otro lado, con respecto a la productividad del proceso se puede apreciar que la relación entre la cantidad de mermelada producida y la de fruta usada como materia prima es mayor que la unidad. Esto ocurre a causa de que el proceso de cocción no consiste solo en la evaporación del agua presente en la pulpa, sino que, como se ha explicado anteriormente, se añade un grupo de aditivos que contribuyen a alcanzar la calidad del producto deseado, lo que

genera una cantidad del producto obtenido superior a la de la fruta que le dio origen.

A partir del resultado obtenido para este indicador se puede interpretar que, para 1 kg de mango procesado, se obtienen 1,11 kg de mermelada de mango.

El índice de productividad ofrece una valiosa información cuantitativa, ya que permite predecir la producción que se podrá alcanzar con cierto número de recursos, o de manera inversa, la cantidad de materia prima que se necesita procesar para garantizar una producción determinada, por lo que constituye un indicador fundamental para las mini-empresas.

3.2.7- 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.

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.

Para la mayoría de los equipos en contacto directo con productos alimenticios, se emplea el acero inoxidable AISI 304, y en caso de que la acidez de estos productos sea alta, resulta común utilizar AISI 316 (Saravacos y Kostaropoulos, 2016).

En este caso, dado que 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 lo 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.

3.3.2- Selección de los equipos del proceso.

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 la marmita, que constituyen las maquinarias más útiles y serán, además, las más costosas (Rivero, 2019).

3.3.2.1- 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 y 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 el proceso, 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. Debe efectuarse una correcta limpieza del equipo antes de realizar esta operación.

Las características técnicas del molino seleccionado se pueden observar en el Anexo 17.

3.3.2.1- Equipos de cocción.

El equipo más utilizado para la elaboración industrial y semi-industrial de mermeladas según la bibliografía es la marmita (Torres, 2007; Díaz, 2009; Guerrero et al., 2012; CPMLN, 2012; 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).

En este caso se necesitan dos marmitas: una para llevar a cabo el proceso de precocción y otra para la cocción. Luego de consultar diversos catálogos de fabricantes, se seleccionó una marmita eléctrica con agitador, cuya ficha técnica se muestra en el Anexo 18, evidenciando que es adecuada para las condiciones de operación de la planta.

3.3.2.1- 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 1500x900x900 mm, con altura suficiente y bordes para la contención del producto. Además, cuentan con dos pasillos laterales integrados a estas (Anexo 19).

3.4- Análisis económico.

La mini-industria de producción de mermelada de mango constituye una nueva capacidad industrial, por lo que es necesario realizarle un análisis de factibilidad económica que comprende la estimación del costo de la inversión, la estimación del costo de producción y por último el cálculo de la ganancia. A continuación, se debe evaluar la eficiencia de la inversión y de la producción mediante los indicadores económicos correspondientes.

3.4.1- Estimación de la inversión.

Se selecciona la metodología de Lang para estimar la inversión de la planta en cuestión, ya que a criterio de los autores Ulrich (1985), Brizuela (1987), Jiménez (2003), Tovar (2009) 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 12, junto con las características fundamentales de los mismos. Los valores fueron extraídos de catálogos de fabricantes y de industrias similares reportados para los años 2017, 2018 y 2019, razón por la cual debieron ser actualizados empleando el índice de costo CEPCI del año 2020, con un valor de 596,70.

Posteriormente se calculó el costo total del equipamiento tecnológico de la mini-industria a partir de la expresión 2.3, obteniéndose un resultado de 288 076,44 CUP. Por último, se estimó el costo total de inversión, haciendo uso del factor de Lang, que en este caso tiene un valor de 2,8 según se aprecia en el Anexo 11, ya que la mini-industria manejará sólidos y fluidos, y el material de construcción principal será el acero inoxidable (AISI 304). Esto arroja un resultado de 806 614,03 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 adecuado para este tipo de mini-industrias.

Con respecto al costo de adquisición de los equipos, en el Anexo 12 se puede apreciar que los costos más significativos son los de las marmitas y el molino, seguidos de la habilitación de la cisterna. Este hecho se refuerza en el Anexo 20, donde se observa la fracción que representa cada equipo con respecto al costo total del equipamiento tecnológico, destacándose las dos marmitas que constituyen el 82% del costo de inversión.

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 (Sánchez, 2020).

En el caso de las materias primas y los materiales de producción 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 su costo unitario correspondiente. Todos estos datos se presentan en el Anexo 21.

El costo de la fuerza de trabajo en este caso se tomó como un costo fijo, y se estableció de acuerdo con las nuevas escalas salariales para el sector, fijándose en 2800 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.

Con respecto al uso de la energía eléctrica, los mayores consumidores son el molino y las marmitas, y con respecto a ellos se realizará el cálculo de la potencia consumida, y se afectará por la tarifa correspondiente, con vista a obtener el costo mensual por concepto de electricidad.

Tras consultar el nuevo Sistema Tarifario Eléctrico elaborado por la Unión Eléctrica (UNE) (2021) se decide que la tarifa a emplear será la M3 - A, que es la más apropiada para las características de la mini-industria, ya que se aplica para media tensión (como requieren los equipos) y para la actividad agropecuaria. La tarifa comprende un costo de 1,805CUP mensual por cada kW consumido en cualquier horario del día y debe considerarse que el factor K, el cual es un coeficiente cuyo valor refleja la proporción en que varía el promedio ponderado de los precios de todos los combustibles usados en la generación, es igual a 1 como bonificación para incentivar la producción agropecuaria.

El análisis efectuado anteriormente se muestra en el Anexo 22 a, donde se obtiene un estimado del consumo eléctrico mensual de la planta (107,28 kWh).

Teniendo en cuenta que la misma opera durante 5 meses al año, resulta un consumo anual de 536,4 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 22 b se muestran los valores obtenidos, resultando un total de 942,84 m³/a. Para determinar el costo por concepto de utilidades se emplea el Anexo 22 c.

Con respecto al embalaje, se expresa la cantidad de mermelada producida en unidades de volumen a partir de la densidad media de la mermelada, la cual tiene un valor de 1,66 kg/L según (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 108 023 u/a. Según Sánchez (2020) el costo unitario de la botella con chapa es de 1,3 CUP.

En el Anexo 23 se muestran los resultados del cálculo de los costos de producción, con los cuales fue elaborado un gráfico de barras que muestra la estructura de costos (Anexo 24). A partir del análisis de la misma se puede notar que la materia prima es el costo más influyente, representando el 63,71 % de los costos totales, seguido por el costo del embalaje que representa un 18,05 % y la depreciación un 10,37 %.

3.4.3- Indicadores económicos del proceso productivo.

En el Anexo 25 se identifican los principales indicadores económicos del proceso de producción. Se puede observar que es menos costoso fabricar el producto que venderlo, es decir que los costos unitarios son menores que el precio unitario del producto. Los costos totales de producción son inferiores al valor de la producción, lo que trae consigo que las ganancias sean positivas.

El precio unitario del producto se fija a través de una consulta de los precios máximos topados para la mermelada en cuestión. La comparación con los precios de venta de este producto en el mercado resulta complicada, pues los existentes son enlatados. Debido a que la estética y el material que compone

estos envases le imprimen un valor elevado no puede ser comparado con el producto que será producido en la mini-planta.

En el caso de esta planta como el producto a la venta será de una marca desconocida en el mercado, se debe establecer un precio competitivo en comparación con otros que resultan más populares tanto por la calidad como por el envase, por lo que se selecciona un precio de venta de 20 CUP para cada kilogramo de mermelada obtenida. Este precio es atractivo y asequible lo cual contribuirá a la comercialización y posicionamiento del producto en el mercado.

Como resultado, el valor de la producción es de 1 183 499,28 CUP/a, el cual evidentemente es superior al costo de producción, lo que arroja una ganancia de 405 379,19 CUP/a.

El costo unitario del producto es de 13,15 CUP/kg, y como el precio unitario es de 20 CUP/kg, significa que es menos costoso producirlo que adquirirlo, y que por cada kilogramo de producto existirá una ganancia de 6,85 CUP. Otro indicador relacionado con esto es el costo por peso, que al determinarlo se obtiene un valor de 0,66, lo que implica que el costo de producir 1 CUP será de 66 centavos.

Según Turton (2018) la rentabilidad aceptable para la industria química en general es de un 17 %, y en el caso de la planta estudiada dicho indicador tiene un valor de 52,10 % por lo que se puede afirmar que el proceso es rentable.

Por su parte, el punto de equilibrio muestra un valor de 14 920 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 26. 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 plazo de recuperación de la inversión de aproximadamente 2 años lo cual representa que en ese periodo de tiempo puede ser cubierta la inversión.

Este tiempo es mucho menor que el de vida útil de la planta, lo cual brinda la seguridad de retornar la inversión en caso de tener que hacer alguna reparación a la planta que pueda aumentar este plazo.

Según Altuve (2004), 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 (Anexo 27) se efectúa el movimiento de fondos actualizado y, empleando como tasa de interés un 10 %, se obtiene un valor actual neto (VAN) de 1 801 657,61 CUP. De acuerdo con Márquez y 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 es positivo, lo que indica que el proyecto genera más efectivo que el invertido inicialmente con el interés vigente.

Según Karellas *et al*, (2010), la tasa interna de rentabilidad (TIR) constituye un indicador de la rentabilidad de un proyecto y mientras mayor sea, más rentable será. El valor de este indicador es de 43,08 %, la cual es mucho mayor que 10 % de interés recomendado por Turton (2018). Esto significa que va existir un margen para las fluctuaciones del interés durante la ejecución de la inversión, minimizando los riesgos desde el punto de vista inversionista.

El ritmo con que la inversión retorna a través de la ganancia cada año es de 50,57 %. El rango establecido por la Dow Chemical Co. (2017) es de 33-34 %; sin embargo, el valor obtenido es superior al normado por lo cual puede afirmarse que la inversión retorna con rapidez, lo cual es muy positivo.

Después de haber analizado los indicadores económicos tanto de eficiencia de la producción como de la inversión se puede afirmar que el proyecto es económicamente factible, por lo tanto, se acepta la inversión.

3.5- Conclusiones parciales.

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

2. Se definió una capacidad de procesamiento para la planta de 450 kg diarios de mango.
3. Se efectuó la selección de los principales equipos que requiere el proceso productivo.
4. Se efectuó la estimación de la inversión empleando la metodología de Lang, la cual arrojó un valor de 806 614,03 CUP, la cual será recuperada en aproximadamente 2 años a través de la ganancia. Esto hace posible que el VAN resultante sea de 1 794 128,54 CUP y la TIR de 42,35 %, por lo cual se acepta el proyecto de inversión.

Conclusiones

1. Se efectuó el diseño preliminar de una PyME de producción de mermelada de mango capaz de asimilar el volumen de producción de dicha fruta en el territorio, con indicadores económicos favorables, lo cual corrobora la hipótesis planteada.
2. Se realizó una clasificación, caracterización y definición de las PyMEs.
3. Se describió el proceso de elaboración de mermelada de mango, a partir de las etapas, operaciones y variables fundamentales.
4. Se seleccionaron los principales equipos, según la capacidad de la planta y las reglamentaciones establecidas para este sector de la industria alimentaria.
5. Se utilizó la metodología de Lang para estimar la inversión necesaria para poner en funcionamiento la mini-planta, lo cual arrojó un valor de 802 664,29 CUP, que será recuperada en aproximadamente 2 años a través de la ganancia, la cual alcanza un valor anual de 405379,19CUP. Esto hace posible que el VAN resultante sea de 1 794 128,54 CUP y la TIR de 42,35 %, por lo cual se acepta el proyecto de inversión.

Bibliografía

- AALINAT. (2019). Ficha técnica de la pulpeadora P5H - 010 / P1.0H – 010, marca INOXTRON. Lima.
- Acea, E. (2017). Tecnología de las conservas de frutas y vegetales. La Habana. 2da edición. Editorial Pueblo y Educación.
- Altuve, J.G. (2004). “El uso del valor actual neto y la tasa interna de retorno para la valoración de las decisiones de inversión”. *Actualidad Contable*, 9, pp. 7-17.
- Álvarez, M.; Durán, J. (2009). Manual de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa. Una contribución a la mejora de los sistemas de información y el desarrollo de las políticas públicas. CEPAL. San Salvador, El Salvador.
- Asthon; Barrett (2010). Diseño organizacional bajo un enfoque sistémico para unidades empresariales agroindustriales. (Maestría en Ingeniería Administrativa).
- Bangerth, F.; Carle, R. (2002). Physical, chemical and sensory properties of 9 Thai mango cultivars and evaluation of their technological and nutritional potential. In: International Symposium 'Sustaining, Food Security and Managing Natural Resources in Southeast Asia: Challenges for the 21st Century'; Chiang Mai, Thailand.
- 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. 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. Tomos I y II. Ciudad de La Habana: Ed. ISPJAE.

Calabrano, P., Duarte, R., Eduardo, V. (2014). Pectina: química, fuentes, proceso de extracción, gelificación y su uso en la elaboración de mermeladas o jaleas y otras aplicaciones. Temuco, Chile.

Cardarelli, E. (2000). Materials handbook: a concise desktop reference. Springer, Berlin.

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

Castañeda, L. (2009). Alta dirección en las PyMEs. Ed. Poder. México, DF.

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.

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, Escuela de Ingeniería Industrial. 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.

Cubadebate. (2021, 20 de agosto). MiPyMEs ,cooperativas no agropecuarias y trabajo por cuenta propia, que dicen las nuevas normas. <https://www.cubadebate.cu/noticias/2021/08/20/mipymes-cooperativas-no-agropecuarias-y-trabajo-por-cuenta-propia-que-dicen-las-nuevas-normas/>

Díaz, J. (2017). Evaluación de la operación del evaporador de múltiple efecto empleado en el procesamiento de tomates en la UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón”. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico. Universidad de Matanzas. Cuba.

Díaz, R. (2009). Conservación de los alimentos. Editorial Félix Varela. La Habana.

D'Imperio, R. (2012). Growing the global economy through SMEs. SMEs in the global economy. Edinburgh Group.

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.

Dow Chemical Company. (2017). Finances. Enterprise records. <http://www.dow%20chemical%20co%20cf%20acciones>

Fischer Agro – Perú. (2019). Ficha técnica de la despulpadora PULP–100 DAM, marca FISCHER. Lima, Perú.

Gaceta Oficial de la República de Cuba. (2020). No. 70 Extraordinaria de 10 de diciembre de 2020. Resolución 311/2020, Anexo Único: Precios y tarifas mayoristas máximos centralizados en CUP.

Gaceta Oficial de la República de Cuba. (2020). No. 70 Extraordinaria de 10 de diciembre de 2020. Resolución 312/2020, Anexo IV: Precios máximos de compra por la industria.

Gaceta Oficial de la República de Cuba. (2021). No. 7 Extraordinaria de 28 de enero de 2021. Resolución 419/2020, Anexo II: Tarifas máximas en pesos cubanos para el cobro de los servicios técnico – productivos que prestan las entidades del sistema empresarial atendido por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos en el sector productivo.

Gaceta Oficial de la República de Cuba. (2021). No. 26 Extraordinaria de 13 de abril de 2021. Resolución 66/2021, Anexo II: Grupo de tarifas máximas para consumidores del sector no residencial y residencial extranjero.

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

García, J. (2012). Clasificación de empresas por tamaño: Pymes y MiPymes.

García, Y. (2017). Propuesta tecnológica de una planta para la producción de resinas fenólicas a partir de la lignina del bagazo de caña de azúcar. Tesis presentada en opción al título de Ingeniera Química. Universidad de Matanzas. Cuba.

Gómez, P. (2008). Plan General de Contabilidad de PyMEs. Ed. Prentice Hall. México D.F.

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.

Ibáñez, Z. (2010). Manual de conservación de frutas y hortalizas.

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

International Dynamic Advisors (INTEDYA). (2021). Las MiPyMEs, clave para una recuperación inclusiva y sostenible. <http://cochabamba.intedya.com/formacion/actualidad.php?id=3114>

International Labour Office (ILO). (2015). Small and medium-sized enterprises and decent and productive employment creation. International Labour Conference. 104th Session. Report IV. Geneva, Switzerland.

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.

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

Karellas, S; Boukis, I; Kontopoulos, G. (2010). Development of an investment decision tool for biogas production from agricultural waste. *Renew. Sustain. Energy. Rev.* 14, pp. 1273-1282.

Keenan, J.; Keyes, F.; Hill, P. y Moore, J. (1992). *Steam Tables. Thermodynamic Properties of Water Including Vapor, Liquid, and Solid Phases (SI Units)*. Ed. Krieger Publishing. USA.

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.

Longenecker, J. (2001). *Administración de pequeñas empresas: enfoque emprendedor*. Ed. McGraw Hill Interamericana. México, DF

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

Márquez, C.L; Castro, J.F.M. (2015). *Use of Net Present Value, Internal Rate of Return, and Benefit-Cost Ratio in Financial Evaluation of a Vaccination Program Against Foot and Mouth Disease in Venezuela*. Cátedra de Economía y Administración. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela.

Mezgar, I.; Kovacs, G.L.; Paganelli, P. (2000). *Cooperative production planning for small and medium-sized enterprises*. *International Journal of Production Economics*, 64, 3748.

Ministerio de Desarrollo Económico (MDE). (2009). *Modelo Microemprendimiento: Fábrica de Mermeladas Artesanales*. Dirección de Innovación y Desarrollo Productivo. Secretaría de Pymes, Cooperativas y Social Agropecuario. Gobierno de Salta, Argentina.

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.

Murray, G.T. (1999). Handbook of materials selection for engineering applications. Marcel Dekker, New York.

NC 224:2014. Mango - Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización (ONN).

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

NC 452:2014. Envases, embalajes y medios auxiliares destinados al contacto con alimentos - Requisitos sanitarios generales. Oficina Nacional de Normalización (ONN).

NEGAVIM DEL PERÚ EIRL, 2019. Ficha técnica de la marmita con agitador MRNP 250 IX, marca NEGAVIM. Lima, Perú.

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.

Pereira, C. A. (2019). Actualidad de la gestión empresarial en las pymes. Apuntes Contables. Colombia.

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

Pozo, J. M. (2007) Desarrollo de las PyMEs latinoamericanas. El caso de Cuba. [Monografía].

- Ramos, Y. (2013). La Pequeña y Mediana Empresa en Cuba. <http://oncubamagazine.com/economia-negocios/la-pequena-y-mediana-empresa-en-cuba>
- 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.
- 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, G. M.; Re, L.; Giuliani, A.; Nunez-Selles, A. J.; Davison, G. P.; LeonFernández, O. S. (2000). Protective effects of *Mangifera indica* L. extract, mangiferin and selected antioxidants against TPA-induced biomolecules oxidation and peritoneal macrophage activation in mice. *Pharmacology Research*.
- Sánchez, L. (2020). 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. Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Matanzas.
- 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.
- Torres, G.E. (2007). Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta procesadora de frutas amazónicas en el departamento del Putumayo. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Administrador de Empresas Agropecuarias. Universidad de La Salle, Bogotá D.C., Colombia.
- 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.

UCLM. (2019). Dimensionado de maquinaria e instalaciones. Disponible en: <http://previa.uclm.es>

Ulrich, G.D. (1985). Diseño y economía de los procesos de Ingeniería Química.

Unión Europea (UE) (2005). Definición de microempresas, pequeñas empresas y medianas empresas. Actividades de la Unión Europea. Síntesis de la legislación.

VARONA. (2017). Especificaciones técnicas generales. Mini-industria para el procesamiento de frutas y vegetales 1000 kg/h. La Habana, Cuba.

Villanueva, S.J. (2016). Introducción a la Tecnología del Mango. CIATEJ. Tecnología Alimentaria. 1era Edición. Jalisco, México.

Anexos

Anexo 1: Métodos físicos de conservación de los alimentos.

a) Acción de la temperatura	
Temperatura elevada (Uso del calor)	Temperatura baja (Uso del frío)
<ul style="list-style-type: none"> • Pasteurización • Esterilización • Tindalización 	<ul style="list-style-type: none"> • Refrigeración • Congelación

b) Eliminación de agua (Baja humedad)	
Desecación (Uso del frío, del calor y vacío)	Concentración (Uso del calor o frío)
<ul style="list-style-type: none"> • Desecación natural o al sol • Desecación artificial o deshidratación • Desecación mixta (desecación y deshidratación) • Crio-deshidratación o liofilización (frío y vacío) • Pulverización o spray 	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración por calor a presión ambiente • Concentración por calor al vacío • Concentración por congelación o crioconcentración

c) Filtración estéril o filtración esterilizante
<ul style="list-style-type: none"> • Irradiación • Rayos ultravioletas • Rayos infrarrojos • Rayos gamma

Fuente: Ibáñez (2010).

Anexo 2: Contenido nutricional de la fruta del mango.

<i>Contenido por 100 grs de mango</i>	
Agua	83 g
Proteínas	0.5 g
Grasas	0
Carbohidratos	15 g
Fibra	0.8 g
Calcio	10 mg
Hierro	0.5 mg
Vitamina "A"	600 i.u.
Tiamina	0.03 mg
Riboflavina	0.04 mg
Vitamina C	3 mg
Desechos (cáscara y hueso)	28-38 %

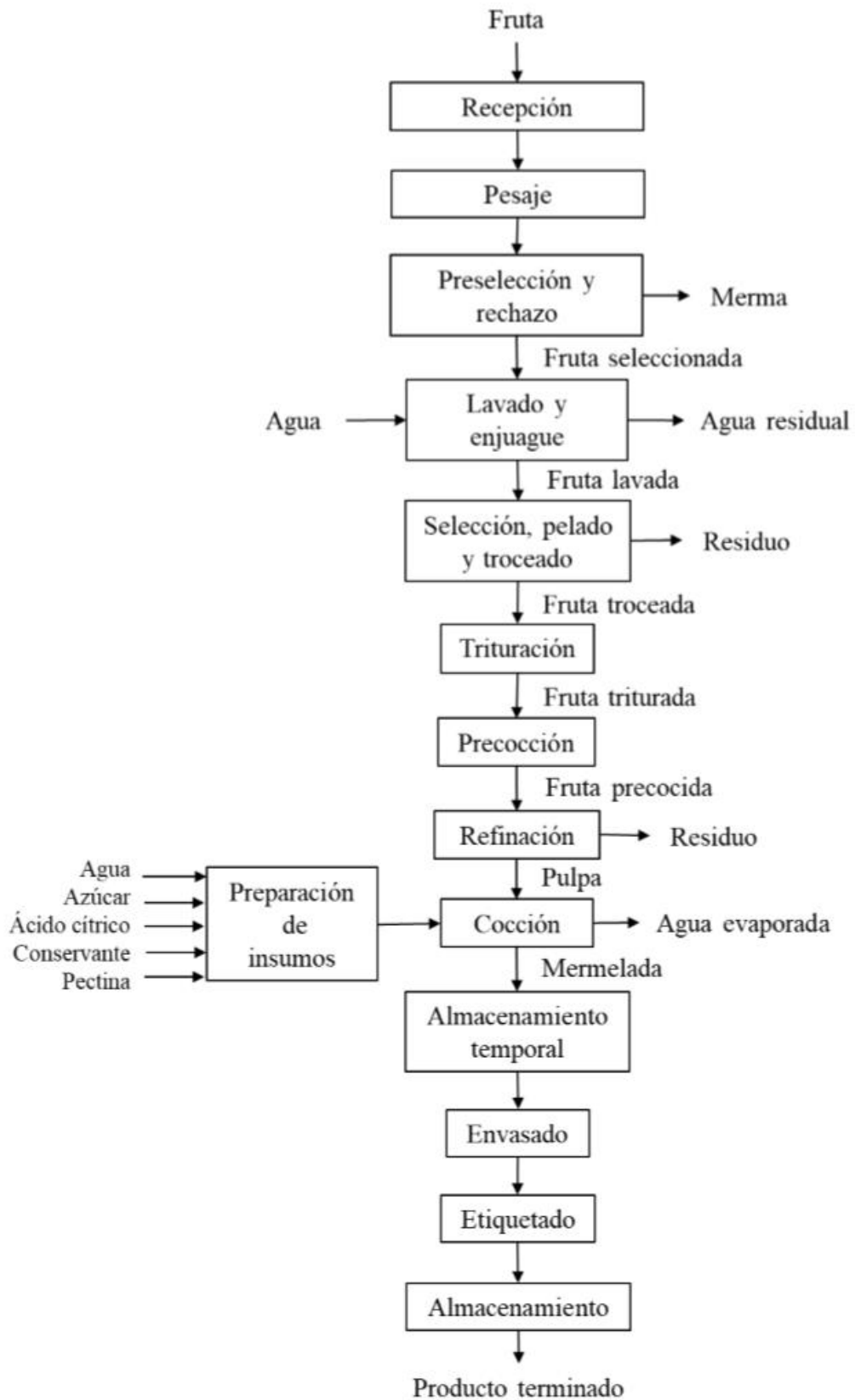
Fuente: Bangerth y Carle (2002).

Anexo 3: 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	Trituración y cocción de la materia prima	Trituración Precocción Refinación de pulpa Cocción
3	Preparación de insumos	Preparación del jarabe Preparación de la pectina Almacenamiento del ácido cítrico y conservante
4	Envasado	Almacenamiento temporal de la mermelada Envasado Tapado
5	Almacenamiento del producto	Enfriamiento Etiquetado Almacenamiento del producto

Fuente: Otero (2018).

Anexo 4: Diagrama de bloques del proceso de elaboración de mermeladas de frutas.



Fuente: Rivero (2019).

Anexo 5: Descripción general del proceso de elaboración de mermeladas.

a) Selección: Se realizará en el ingreso de materia prima a la línea de producción. El fruto recolectado debe ser sometido a un proceso de selección, ya que la calidad de la mermelada dependerá de la fruta. Para ello se realiza el control de calidad de la materia prima de acuerdo con los requerimientos del proceso como: textura, color, signos de deterioro, putrefacción, etc.

b) Pesaje: Es importante para determinar rendimientos y calcular la cantidad de los insumos que se añadirán posteriormente. El tipo de báscula a emplear estará en dependencia del nivel de precisión que se desea alcanzar y de la capacidad de la planta.

c) Lavado: Se realiza con la finalidad de eliminar cualquier partícula extraña que pueda estar adherida a la fruta. Consistirá primero en el cepillado de estas para remover la tierra presente en la cáscara y luego serán lavadas con agua. Después se desinfectarán para eliminar microorganismos, para lo cual se sumergirán en una solución acuosa de hipoclorito de sodio (al 0,2%) de 3 a 15 min. Finalmente, la fruta deberá ser enjuagada con abundante agua.

d) Despulpado: Consiste en obtener la pulpa libre de cáscaras y semillas, por lo que se incluye un proceso de filtración. Esta operación se realiza a nivel industrial en despulpadoras que contienen una malla fina para evitar el paso de las semillas, aunque también pudieran emplearse despulpadoras semi-industriales, según la capacidad de la planta y sus características operacionales. Es importante que en esta parte se pese la pulpa ya que de ello va a depender el cálculo del resto de insumos.

e) Cocción: 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 (pulpa, azúcar, ácido cítrico, conservante y pectina) 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 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.

f) Envasado: Se realiza en caliente a una temperatura no menor a los 85°C. Industrialmente, el llenado se efectúa por medio de un transportador alimentador, donde los cabezales de llenado de la máquina se mueven arriba y abajo e introducen la mermelada en los recipientes, y luego se colocan las tapas. Sin embargo, a menor escala, el llenado se realiza de forma manual, y puede ser mediante una llave colocada en el tanque de almacenamiento temporal del producto (o simplemente con el empleo de una jarra con pico) que permitirá llenar con facilidad los recipientes, evitando derramamiento por los bordes.

g) Tratamiento térmico: El producto envasado debe ser esterilizado y enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro del envase. El esterilizador es de tipo túnel formado por zonas de calentamiento, esterilización y de enfriamiento. La operación se realiza a una temperatura de 93 a 105°C con una presión de 588,399 kPa por un tiempo de 15 a 20 minutos. Sin embargo, dada la complejidad del proceso, en industrias pequeñas se suele prescindir de este tipo de tratamiento, y en consecuencia el tiempo de vida del producto será menor.

h) Etiquetado: El etiquetado constituye la etapa final del proceso de elaboración de mermeladas. En el envase se coloca una etiqueta que debe incluir toda la información sobre el producto (nombre, empresa fabricante, marca, peso neto y valor nutricional). En grandes industrias se realiza por medio de una etiquetadora, pero las mini-industrias lo realizan de forma manual.

i) Almacenado: En dependencia de la fragilidad de los recipientes, pueden colocarse en cajas de cartón que contengan varios envases, para ser llevadas al almacén de producto terminado. El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco, con el fin de garantizar su conservación.

Anexo 6: Metodología para los 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 la misma un porcentaje de merma según Coronado e Hilario (2001).

El balance total se muestra en la ecuación 1.

$$F = M1 + FS \quad (1)$$

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.

$$M = F \cdot \% \text{ de merma} \quad (2)$$

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 3 y 4.

$$FS = FL \quad (3)$$

$$AL = AR_1 \quad (4)$$

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:

$$FL = FE \quad (5)$$

$$AE = AR_2 \quad (6)$$

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 7.

$$FE = R_1 + FT \quad (7)$$

Donde:

R₁: Flujo de residuos (kg/d)

FT: Flujo de fruta troceada (kg/d)

Los residuos se calculan mediante las siguientes expresiones.

$$R_c = FE \cdot \% \text{ de cáscara} \quad (8)$$

$$R_h = FE \cdot \% \text{ de hueso} \quad (9)$$

$$M_2 = FE \cdot \% \text{ de merma} \quad (10)$$

$$R_1 = R_c + R_h + M_2 \quad (11)$$

Donde:

R_c: Flujo residual de cáscara (kg/d)

R_h: Flujo residual de hueso (kg/d)

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.

$$FT = FT_r + R_2 \quad (12)$$

Donde:

FT_r: 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:

$$R_2 = FT \cdot \% \text{ de semillas} \quad (13)$$

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:

$$FTr = FP \quad (14)$$

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. El balance total se expresa según la ecuación 15.

$$FP = P + R_3 \quad (15)$$

$$R_3 = FP \cdot \% \text{ de residuos} \quad (16)$$

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 17.

$$P + J + Pe + C + Ac = Aev + Me \quad (17)$$

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

$$J = Az + A \quad (18)$$

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 azúcar, el ácido cítrico, el conservante y la pectina, sus flujos se calculan mediante lo planteado en el Anexo 8 y 9.

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%.

$$Aev = (Ap + A) \cdot 0,3 \quad (19)$$

$$Ap = P \cdot \% \text{ de humedad de la fruta} \quad (20)$$

Donde:

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

Anexo 7: Metodología para los balances de energía.

1. Marmita de precocción.

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:

$$Q_{abs} + Q_{per} = Q_{ced} \quad (21)$$

Donde:

Q_{abs} : Calor absorbido (kJ/d)

Q_{per} : Calor perdido (kJ/d)

Q_{ced} : 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.

$$Q_{abs} = 0,9 \cdot Q_{ced} \quad (22)$$

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.

$$Q_{abs} = F_{Tr} \cdot C_{pF} \cdot \Delta T \quad (23)$$

Donde:

C_{pF} : Calor específico de la fruta (kJ/kg°C)

ΔT : Variación de temperatura (°C)

El calor específico de la fruta se determina según Fernández y Montes (1986) por la ecuación 24.

$$C_{pf} = 4,190 \cdot X_w + (1,370 + 0,0113 \cdot T) \cdot (1 - X_w) \quad (24)$$

Donde:

X_w : Fracción másica de agua

T : Temperatura media ($^{\circ}\text{C}$)

En este caso, el agente de calentamiento será la energía eléctrica, por lo que se calculará el calor cedido a partir de la ecuación 22.

2. Marmita de cocción.

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 23, 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:

$$Q_{abs} = M_z \cdot C_{pMz} \cdot \Delta T + A_{ev} \cdot \lambda v \quad (25)$$

$$M_z = P + A_c + C + P_e + J \quad (26)$$

Donde:

M_z : Mezcla formada por los flujos de insumos ($\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$)

C_{pMz} : Calor específico de la mezcla ($\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$)

Anexo 8: Cálculo del ácido cítrico, conservante, pectina y azúcar para su adición.

Azúcar

La cantidad de azúcar a añadir es por 1kg de pulpa / 0,8kg de azúcar. Esta se añade en forma de jarabe y el agua que se requiere es 1kg de azúcar / 0,63kg de agua (Coronado e Hilario, 2001).

Pectina

La cantidad de pectina a usar es variable según el poder gelificante de esta y la fruta que se emplea en la elaboración de la mermelada. Según Coronado e Hilario (2001) la proporción debe ser 1kg de pulpa / 0,015kg de pectina.

Conservante

La cantidad que se añade de conservante a la mermelada es por 1kg de pulpa / 0,0005kg de conservante (Coronado e Hilario, 2001).

Anexo 9: 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 10: Variables controladas en los equipos.

Equipo	Variable	Rango	Referencia
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	CANAINCA (2013) Villanueva (2016)

Anexo 11: 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 12: Costo base de los principales equipos del proceso

Equipo	Características	Detalles	Material	Función	No. de unidades	Costo unitario (CUP)	Referencia
Tinas	1x1x1m Capacidad de 1 m ³	Azulejada por dentro y bordes	Concreto enchapado	Para lavar, enjuagar y enfriar	4	1289,61	Otero (2018)
Cisterna	Capacidad de 8 m ³	-	Concreto	Almacenamiento de aguas residuales	1	15 350	
Mesa	Mesa con desnivel de 45° 1200x800x900 mm	División a 200 mm bordes para contención del producto	AISI 304	Varios trabajos	4	2500	VARONA (2017)
Molino triturador	Tipo: de martillo Consumo: 4 kW Capacidad: 250 kg/h Tamiz: 0,15 cm - 8 mm	Con kit de mallas de acero inoxidable	AISI 304	Triturar la fruta	1	17 326,32	Fisher Agro – Perú (2019)
Marmita	Capacidad: 200 L	Con eje de volteo, agitador y tapa	AISI 304	Cocción y precocción	2	127 200	NEGAVIM Del PRU (2019)
Tanque de almac. Temporal	Capacidad: 1m ³	-	AISI 304	Almacenar mermelada	1	2500	Bravo (2018)
Tanque de agua elevado	Capacidad: 8 m ³	-	Acero al carbono	Almacenamiento de agua	1	3000	Otero (2018)
Tanques plásticos	Capacidad: 65 L	-	Plástico	Preparación de insumos	3	115	

Anexo 13: Resultados obtenidos en los balances de masa.

Equipos	Flujos (kg/d)	Valor
Mesa de preselección	Fruta (F)	450
	Fruta seleccionada (FS)	436,5
	Merma (M)	13,5
Tina de lavado	Fruta lavada (FL)	436,5
	Agua de lavado (AL)	1309,5
Tina de enjuague	Fruta enjuagada (FE)	436,5
	Agua de enjuague (AE)	1309,5
Mesa de selección, pelado y troceado	Fruta pelada y troceada (FT)	261,9
	Residuo 1 (R1)	174,6
Molino tritador/deshuesador	Fruta triturada (FTr)	261,9
	Residuo 2 (R2)	0
Marmita de precocción	Fruta precocida (FP)	261,9
Molino refinador	Pulpa (P)	256,66
	Residuo 3 (R3)	5,24
Marmita de cocción	Jarabe (J)	334,69
	Azúcar (Az)	205,33
	Agua (A)	129,36
	Ácido cítrico (AC)	1,28
	Conservante (C)	0,13
	Pectina (Pec)	3,85
	Mermelada de fruta (MF)	493,12
	Agua evaporada (Aev)	103,49

Anexo 14: Resultados obtenidos en los balances de energía.

Equipos	Parámetros	Valor	Unidades
Marmita de precocción	Calor específico de la fruta triturada (CpFTr)	3,83	kJ/kg°C
	Temperatura de salida de la fruta (TFP)	80	°C
	Temperatura de entrada de la fruta (TFTr)	25	°C
	Temperatura media (T)	52,5	°C
	Humedad de la fruta (Xw)	84	%
	Calor absorbido (Qabs)	55 222,82	kJ/d
	Pérdidas de energía (%Per)	10	%
	Calor cedido (Qced)	61 358,69	kJ/d
Marmita de cocción	Calor específico de la mezcla (CpMz)	3,08	kJ/kg°C
	Calor de vaporización (λv)	2257	kJ/kg
	Temperatura de salida de la mermelada (TMe)	105	°C
	Temperatura de entrada de la pulpa (TP)	72	°C
	Calor absorbido (Qabs)	294 200,91	kJ/d
	Pérdidas de energía (%Per)	10	%
	Calor cedido (Qced)	326 889,9	kJ/d

Anexo 15: Resultado del cálculo de los indicadores productivos.

Indicadores productivos	Valor
Aprovechamiento de la materia prima	58,2 %
Productividad	1,11 %

Anexo 16: Composición general del mango según la variedad.

Variedad	% de pulpa	% de cáscara	% de hueso
Criollo	45,66	26,51	27,83
Haden	54,25	28,99	16,76
Diplomático	54,04	27,54	18,42
Manila Oro	58,29	24,68	17,03
Manila Rosa	61,89	23,31	14,80
Ataulfo	61,72	23,76	14,52
Tommy Atkins	67,34	21,85	10,81
Kent	68,8	20,8	10,40
Keitt	69,34	19,96	10,70
Promedio	60	24	16

Fuente: Villanueva (2016).

Anexo 17: Ficha técnica del molino triturador seleccionado.

FICHA TECNICA 6 **DESPULPadora DE FRUTA PULP-100 DAM PULP - 250 AM**

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	FISCHER	
Modelo	PULP-100DAM	PULP-250AM
Potencia (Hp)	2	
Productividad (kg/h)	100	250
Productividad qq(46kg)/h	2	5
Voltaje (voltios)	220, 380, 440	
Suministro(1Ø o 3Ø)	Trifásico (3Ø)	
Vida útil (años)	10	
Peso (Kg.)	95	105
Para su instalación requiere	Interruptor Termo magnético de 30 amperios	

III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Costo de electricidad S./hora	S/.0.50/Hr aproximadamente con tarifa BT5B (S/.0.40/kwh)
Repuestos que utiliza la máquina	Tamiz, Correas, rodajes, etc.
Mano de obra necesaria	1 personas; una para recepción y otra para cargar.

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	Fischer Agro - Perú
Costo aproximado de la máquina	S/.2900.00 (Dos mil novecientos nuevos soles)
Garantía	1 año.
Dirección tienda	Av. Tomás Marsano 2455 - Ovalo Higuiereta - Lima 34, Perú.
Teléfonos.	271-7778 Cel. 9988-38409/ 9939-84010 RPC; 962386777 Nextel: 421*7449 - 104*1396 Fax: 273-0096 RPM.:#816514
Dirección electrónica	agro@fischer-peru.com Gerencia@fischer-peru.com



Anexo 18: Ficha técnica de la marmita seleccionada.

FICHA TECNICA 11 MARMITA CON AGITADOR MRNP 250 IX

I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

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.

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.

II. DATOS TÉCNICOS

Marca	NEGAVIM
Modelo	MRNP 250 IX
Potencia (Hp)	2.0
Capacidad L	200
Voltaje (voltios)	220 ó 440
Suministro	Motor monofásico o Trifásico
Vida útil (años)	10

III. RECOMENDACIONES AL COMPRAR

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

IV. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Costo de electricidad S/./hora	S/.0.60 por hora. Aprox. con tarifa BT5B (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

V. DONDE SE PUEDE COMPRAR

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 ventas@negavimdelperu.com servicios@negavimdelperu.com administracion@negavimdelperu.com

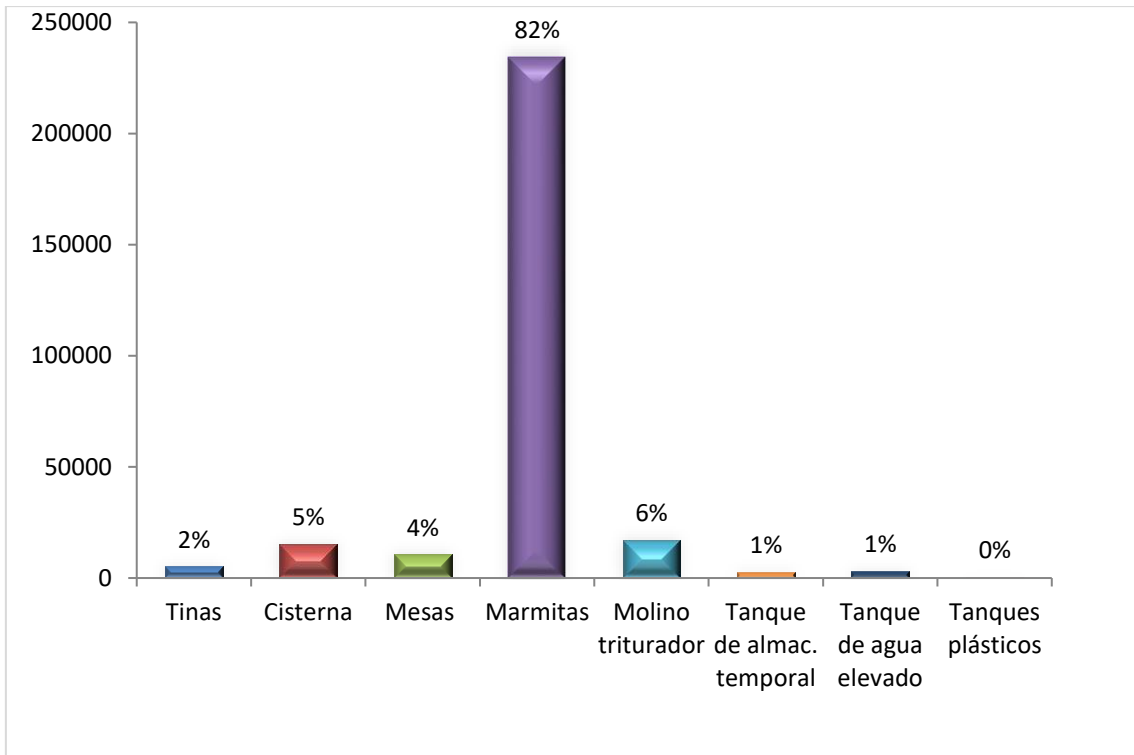
Fuente: NEGAVIM DEL PERU (2019)

Anexo 19: Mesa de trabajo seleccionada.



Fuente: Varona (2017).

Anexo 20: Porcentaje que representa el costo de adquisición de los principales equipos con respecto al costo total.



Anexo 21: Datos para el cálculo del costo de materias primas y materiales de producción.

Materia Prima	Mango	Cantidad necesaria (kg/a)	Costo (CUP/kg)	Referencia
		54 000	9,18	GOC-2020-815-Ex70
Materiales de la producción	Azúcar	24 639,55	7,74	GOC-2020-814-Ex70
	Acido cítrico	154	1,6988	Otero (2018)
	Pectina	461,99	23,568	
	Conservante	15,40	2,2842	

Anexo 22: Datos para la determinación del costo de utilidades.

a) Datos para el cálculo del costo de energía eléctrica.

Equipos	Potencia [kW]	No. de unidades	Tiempo de operación [h]	Consumo de energía [kWh]
Molino triturador	1,49	1	1	1,49
Marmita	1,49	2	1	2,98
Consumo diario [kWh]				4,47
Consumo mensual [kWh]				107,28
Consumo anual [kWh]				536,4

b) Datos para el cálculo del costo de agua.

Uso	Valor	
Lavado	1309,50	Consumo (kg/a)
Enjuague	1309,50	
Limpieza e higiene	5238,00	
	7857,00	Consumo total (kg/a)
	942,84	Consumo total (m ³ /a)

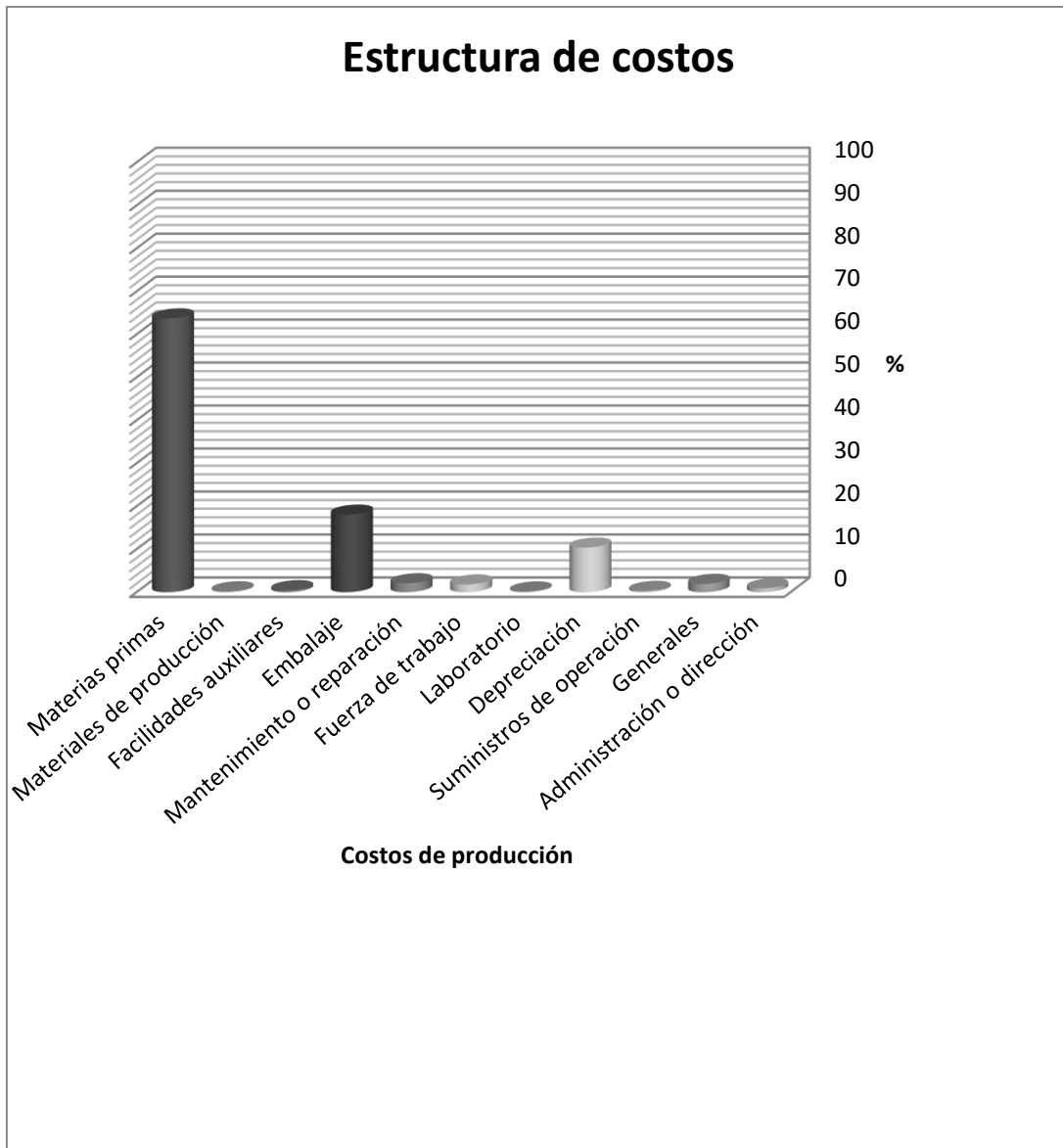
c) Costo unitario de las utilidades

Utilidad	Costo unitario	Unidades	Referencia
Agua	2,34	[CUP/m ³]	GOC-2021-133-EX7
Electricidad	0,171	[CUP/kWh]	GOC-2021-346-EX26

Anexo 23: Resultados de los cálculos de los costos de producción.

	Costos	Criterio	Referencia	Valores (CUP/a)
Costos variables	Materias primas (CMp)	-	-	495 720,00
	Materiales de producción (CMprod)	-	-	1682,46
	Facilidades auxiliares (CFaux)	-	-	3608,15
	Embalaje (CEmb)	-	-	214 851,15
Costos fijos	Mantenimiento o reparación (CMant)	2-3% anual de la inversión	Brizuela (1987)	16 132,28
	Fuerza de trabajo (CFtrab)	Salario medio: 2800CUP/mes		14 000,00
	Laboratorio (CLab)	10-20% de CFtrab	Brizuela (1987)	1400,00
	Depreciación (Dep)	10% anual de la inversión	Turton (2018)	80 661,40
	Suministros de operación (Csum)	15% de CMant		2419,84
	Generales (CGen)	50-70% de (CFtrab+CMant)	Brizuela (1987)	15 066,14
	Administración o dirección (CAdm)	50-60% de CFtrab		7000,00

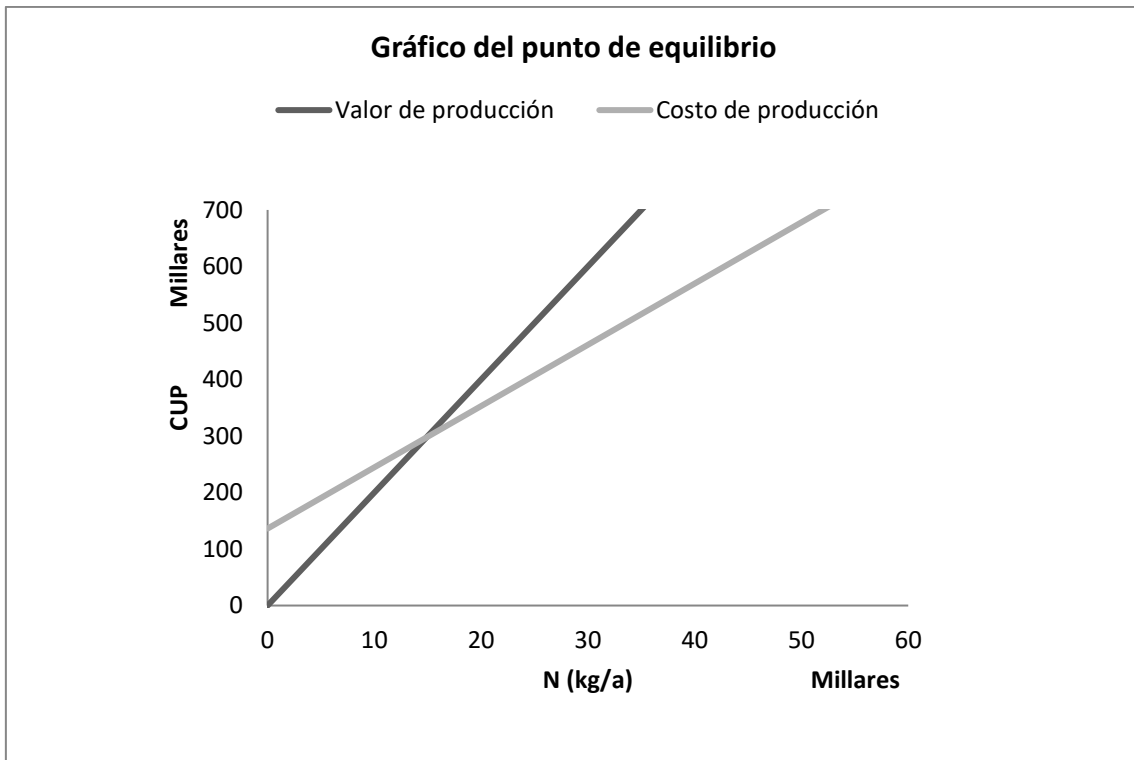
Anexo 24: Estructura de costos del proceso.



Anexo 25: Resultados de los indicadores económicos de la producción.

Indicadores	Valores	Unidades
Costos variables	641 440,43	(CUP/a)
Costos fijos	136 679,67	(CUP/a)
Costo de producción	778 120,10	(CUP/a)
Valor de la producción	1 183 499,28	(CUP/a)
Ganancia	405 379,19	(CUP/a)
Costo unitario del producto	13,15	(CUP/kg)
Punto de equilibrio	14 920,92	(kg/a)
Rentabilidad	52,10	%
Costo/peso	0,66	-

Anexo 26: Gráfico del punto de equilibrio.



Anexo 27: Flujo de caja.

	Años del horizonte de la inversión												
Aspecto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión	806614	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos (VP)	0	1005974	1183499	1183499	1183499	1183499	1183499	1183499	1183499	1183499	1183499	1183499	1183499
Egresos (CP)	806614	778120	778120	778120	778120	778120	778120	778120	778120	778120	778120	778120	778120
Movimiento de fondos (S)	-806614	227854	405379	405379	405379	405379	405379	405379	405379	405379	405379	405379	405379
Movimiento de fondos actualizado	-806614	207140	335024	304567	276879	251709	228826	208024	189112	171920	156291	142083	129166
Movimiento de fondos actualizado 2	-806614	160461	201041	141578	99703	70213	49446	34821	24522	17269	12161	8564	6031