

*Universidad de Matanzas  
Facultad de Ciencias Técnicas*



*Propuesta preliminar de diseño de una mini  
industria para el procesamiento de mango en la  
CPA 13 de Marzo, municipio de Unión de  
Reyes.*

*Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Químico*

*Autor: Aismelis Marrero Ferro.*

*Tutores: M.S.c Ana Edelys Santana Lantigua.  
Ing. Loretta Brito Pérez.*

*Matanzas, 2022*

# Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
*Presidente del Tribunal*

\_\_\_\_\_  
*Tribunal*

\_\_\_\_\_  
*Tribunal*

## **DECLARACIÓN DE AUTORIDAD**

Yo, Aismelis Marrero Ferro, declaro ser la única autora de este trabajo de diploma que lleva como título: Propuesta preliminar de diseño de una mini industria para el procesamiento de mango en la CPA 13 de marzo, municipio de Unión de Reyes, 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.

---

**Firma**

*... si no podemos hacer nada para cambiar el pasado hagamos algo en el presente para mejorar el futuro...*

*Che*

## Dedicatoria

*A mis padres María Isabel y Eduardo*

*A mi hermano Eduardo*

*A mis sobrinos*

## AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento es uno de los gestos más dignos que puede manifestar el ser humano, es el reconocimiento más alto a aquellos que en un momento difícil nos tendieron su mano o nos ofrecieron su amor y comprensión...

Mami y papá, gracias por guiarme, comprenderme y estar conmigo en mis aciertos y derrotas en esta aventura llamada vida. Este logro es también de ustedes. Son mi orgullo y mi razón de ser.

A mi hermano, sin ti mi vida no sería lo mismo. Gracias por no cansarte de mí y acompañarme siempre, eres el mejor hermano del mundo.

A mi novio el gordo de Heriseidel por aguantarme y apoyarme en todo, que serio no es tarea fácil.

A mis amigos por acompañarme en este sueño, darme ánimos y abrirme las puertas de su casa.

A toda mi familia, que directa o indirectamente formaron parte de esto.

A los profesores que formaron parte de mi educación, no solo como profesional, sino como ser humano, a mis tutores: Ana Edelys y Loretta. En especial quiero agradecerle a Saul Dueñas Casas sin ti nada de esto fuera posible gracias por tu preocupación y paciencia. Los quiero....

Existen personas que siempre están ahí y que forman parte de mi vida... discúlpeme, agradecer no es tarea fácil si el conjunto de personas tiene un cardinal tan grande. A todos. Muchas Gracias.

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolla en la CPA 13 de Marzo, ubicada en el municipio de Unión de Reyes, provincia Matanzas. Tiene como objetivo el diseño preliminar de una mini-industria para el procesamiento de mango. Se realizó una búsqueda bibliográfica para la caracterización de la fruta, su valor nutricional y el efecto que provoca su consumo en la salud humana. Se identificaron como aspectos principales, la definición y caracterización de las PyMEs en Cuba y en el mundo. El trabajo 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. 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. Además, se especifican los parámetros de calidad de las materias primas y del producto final. Se asume que la capacidad de procesamiento de la planta es de 271 kg diarios, se realizan los balances de masa en las distintas etapas determinándose las corrientes del proceso y definir las capacidades de los equipos a seleccionar. Se estima el costo de inversión de la planta y este asciende a un total de \$409 123,894 CUP, reportando una ganancia \$188 806,136 CUP al año. El plazo de recuperación de la inversión es de 2 años y medio aproximadamente, a un ritmo de 46,14 % anual.

## SUMMARY

The present investigation is carried out in the CPA 13 de Marzo, located in the municipality of Unión de Reyes, Matanzas province. Its objective is the preliminary design of a mini-industry for mango processing. A bibliographic search was carried out for the characterization of the fruit, its nutritional value and the effect that its consumption causes on human health. The definition and characterization of small & mid enterprises in Cuba and in the world were identified as main aspects. The work is based on a methodology from the stages established by Ulrich for the design of chemical plants, and adapted by Saravacos and Kostaropoulos for the food processing industry. It is determined that the process will be discontinuous, a block diagram is constructed from the stages and involved operations, and its description is made. In addition, the quality parameters of the raw materials and the final product are specified. It is assumed that the processing capacity of the plant is 271 kg per day, the mass balances are carried out in the different stages, the flows of the process are determined and the capacities of the equipment to be selected are defined. The investment cost of the plant is estimated and this increases to a total of \$409,123,894 CUP, reporting a profit of \$188,806,136 CUP per year. The investment recovery period is approximately 2 and a half years, at a rate of 46.14% per year.



## Índice

Introducción.....	1
CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.....	5
1.1 Procesamiento de frutas. Tecnologías y parámetros de calidad .....	5
1.1.1 Procesamiento mínimo de frutas.....	5
1.1.2 Tecnologías emergentes al procesamiento de frutas.....	7
1.1.3 Parámetros que determinan la calidad interna de las frutas .....	10
1.2 El mango, sus características, valor nutricional y su efecto en la salud .....	12
1.2.1 Características principales de la fruta .....	12
1.2.2 Valor nutricional y funcional del mango.....	13
1.2.3 Efectos en la salud .....	15
1.2.4 Control de calidad en el proceso de elaboración .....	15
1.3 Pequeñas y medianas empresas (PyMEs). Definiciones, características y ventajas .....	17
1.3.1 Definiciones acerca de las PyMEs .....	17
1.3.2 Características de las PyMEs y su importancia .....	19
1.3.3 Ventajas y desventajas de las PyMEs.....	21
1.3.4 PyMEs asociadas a productos agrícolas.....	23
1.3.5 PyMEs agrícolas en Cuba.....	24
Conclusiones parciales del capítulo .....	25
CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
2.1 Etapas de la metodología propuesta .....	26
2.2 Etapa 1: Concepción y definición.....	26
2.2.1 Problema Primitivo .....	27
2.2.2 Macrolocalización.....	27
2.2.3 Caracterización y obtención de la materia prima .....	28
2.2.4 Caracterización del producto final .....	28
2.2.5 Definición del tipo de proceso .....	29
2.3 Etapa 2: desarrollo del diagrama de flujo.....	30
2.3.1 Etapas y operaciones del proceso .....	30
2.3.2 Construcción del diagrama de flujo .....	30
2.3.3 Descripción general del proceso de elaboración de pulpa de frutas. ....	31
2.3.4- Capacidad de la planta .....	34

2.3.5- Balances de materia y energía .....	35
2.3.5.1- Balances de masa.....	35
2.3.5.1.1- Balances de masa en la etapa preparación de la materia prima....	36
2.3.5.1.2- Balances de masa en la etapa trituración y cocción de la materia prima .....	39
2.3.5.2- Balances de energía .....	40
2.3.5.2.1- Balance de energía en la etapa trituración y cocción de la materia prima .....	41
2.3.6- Indicadores productivos .....	42
2.3.7- Control de calidad y presentación .....	42
2.4 Etapa 3: Selección de los equipos .....	43
2.4.1- Materiales de construcción .....	43
2.4.2- Variables controladas.....	44
2.4.3- Selección de los principales equipos .....	45
2.4.4- Lavado de envases .....	46
2.5- Etapa 4: Análisis económico.....	47
2.5.1- Costos de inversión.....	48
2.5.1.1- Estimación de la inversión según la metodología de Lang .....	48
2.5.2- Costos de producción .....	50
2.5.3- Indicadores económicos del proceso productivo .....	51
2.5.4- Indicadores de la eficiencia económica de la inversión.....	53
CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	55
3.1- Definición de la propuesta .....	55
3.1.1- Macrolocalización de la planta .....	55
3.1.2- Definición del tipo de proceso .....	56
3.2- Caracterización del proceso tecnológico .....	56
3.2.1- Descripción general del proceso .....	56
3.2.2- Capacidad de la planta .....	60
3.2.3- Definición de la jornada laboral .....	60
3.2.4- Cantidad de operarios.....	61
3.2.5- Balances de materia y energía .....	61
3.2.5.1- Resultado de los balances de masa .....	61
3.2.5.2- Resultado de los balances de energía .....	61

3.2.6- Indicadores productivos .....	62
3.2.7- Presentación del producto .....	63
3.3- Selección de los principales equipos .....	63
3.3.1- Selección de los materiales de construcción .....	63
3.3.2- Selección de los equipos del proceso .....	64
3.3.2.1- Equipos para la molienda.....	64
3.3.2.1- Equipos para la precocción .....	65
3.3.2.1- Mesa de trabajo .....	65
3.4- Análisis económico .....	65
3.4.1- Estimación de la inversión .....	66
3.4.2- Costos de producción .....	66
3.4.3- Indicadores económicos del proceso productivo .....	68
3.4.4- Indicadores de la eficiencia económica de la inversión.....	70
Conclusiones parciales del capítulo.....	71
CONCLUSIONES.....	72
RECOMENDACIONES .....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
ANEXOS .....	89

La mayor parte de la producción de frutas tropicales se origina en países en vía de desarrollo, en donde más del 50 % de estos cultivos son de subsistencia de pequeños agricultores que manejan parcelas entre 1 a 5 Ha, contribuyendo directamente a la seguridad alimentaria y la nutrición en la mayoría de las zonas productoras. Entre los años 2017 y 2018 se presentó un incremento de la producción de 3,8% en las dos regiones productoras principales del mundo; Asia y América Latina, debido al aumento del área cosechada (FAO, 2020). Se estima que para el período comprendido entre el 2019 y el 2028 se tendrá un crecimiento mesurado, aproximadamente del 2,8% en promedio, encabezando la lista el banano y seguido de frutas tropicales como el mango, la piña, la papaya, el aguacate, las pasifloras y los cítricos (FAO, 2020).

El incremento a nivel mundial del procesamiento de frutas, debido a la mejora en las técnicas de preservación, transporte y a los sistemas de comercialización y distribución, permite ofrecer al consumidor un abanico cada vez más amplio de alimentos saludables, en creciente demanda (Gamboa et al., 2016).

El procesamiento o transformación de las frutas amplía su vida útil y su disponibilidad, previene o evita el desarrollo de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos), además de permitir diversificar la forma de su consumo. De esta manera, se puede disponer de ellas y mantener reservas en los períodos en que escasean en estado fresco a lo largo del año y no solamente en la época de cosecha (Rivero, 2019).

En los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, aprobados en el VI Congreso del PCC se sientan las bases ideológicas y reguladoras para proponer y afrontar las importantes y complejas transformaciones que permitan dar un salto en los niveles de eficiencia del desempeño del sector empresarial estatal (Castillo et al., 2012).

## INTRODUCCIÓN

En los lineamientos del documento mencionado 191, 207, 208 y 217 se tratan aspectos relacionados con el valor agregado a las producciones agrícolas, la creación de mini industrias en las cooperativas, entre otros aspectos y cito: en el lineamiento 191 “..... el beneficio y otras actividades incorporan valor al producto agropecuario, elevan su calidad y presentación, ahorran transporte y gastos de distribución y conservación, integrando las pequeñas procesadoras de alimentos a nivel local con la gran industria, con vistas a potenciar la oferta de alimentos al mercado interno, incluyendo la sustitución de importaciones y las exportaciones.” En el 207 plantea “Ejecutar la transformación gradual de la agroindustria alimentaria, incluyendo su desarrollo local, en función de lograr un mayor aprovechamiento de las materias primas y la diversificación de la producción.” En el 208 se plantea “Aplicar los sistemas de gestión de la calidad en correspondencia con las normas establecidas y las exigencias de los clientes, para asegurar, entre otros objetivos, la inocuidad de los alimentos.” Y en el 217 se hace referencia a “..... asegurar los requerimientos de los mercados de insumos necesarios a las distintas formas de producción (en particular las cooperativas y trabajadores por cuenta propia), así como desarrollar la oferta de equipos para las producciones a pequeña escala, en particular para apoyar el desarrollo de las industrias locales, con nuevos tipos de máquinas y equipos de fácil explotación y mantenimiento (PCC, 2011, pp. 27-29).

Cuba se caracteriza por generar durante todo el año, grandes cantidades de frutas. Actualmente, no cuenta con suficientes industrias capaces de asumir los volúmenes de productos que se producen y evitar las cuantiosas pérdidas que provoca el deterioro de la fruta madura fresca, (Rivero,2019). Una de las alternativas para evitar estas pérdidas es el desarrollo de paquetes tecnológicos, accesibles a fruticultores, PyMEs y MyPyMEs, que les permitiera canalizar la producción de frutas prolongando la vida útil del producto y generando al mismo tiempo valor agregado.

Además, trabaja en la implementación de PyMEs para el procesamiento de productos agrícolas, cuya creación y operación requiere que los territorios trabajen

## INTRODUCCIÓN

desde sus potencialidades no explotadas para garantizar, de manera efectiva y sostenible, un desarrollo económico que logre un equilibrio y una proporcionalidad a escala territorial (Plaza y Blanco, 2015).

En fecha reciente se aprobó una estrategia económico-social cuyo propósito es impulsar el desarrollo en un contexto marcado por complejidades y crecientes tensiones, así como hacer frente a la crisis mundial generada por la pandemia de la Covid-19 conjunto con el brutal bloqueo económico impuesto por el gobierno de los Estados Unidos, manteniendo los principios de una planificación centralizada, priorizar la producción nacional y suprimir la mentalidad importadora (Cabrera, 2022).

El fortalecimiento de las mini industrias y su creación en todas las cooperativas o poblaciones con condiciones para ello, se implementa como una vía para el autoabastecimiento local y generar excedentes para el comercio en otros destinos. Esto contribuye a aprovechar más racionalmente los productos agropecuarios, bajo las premisas de hacer más con menos y satisfacer las necesidades de la población. La CPA 13 de Marzo del municipio de Unión de Reyes cumple con las condiciones antes mencionadas y es por ello que se propone instalar en ella una mini industria.

La cooperativa cuenta con altos volúmenes de producción de mango, producto que a su vez exige elevada demanda por su rico sabor y su gran aporte de nutrientes. Estos volúmenes de fruta pueden ser procesados y transformados en pulpa de calidad para así contribuir con la política de soberanía alimentaria del país, al mismo tiempo que se garantiza el aprovechamiento óptimo de los recursos con que se cuenta.

De lo planteado anteriormente se deriva el problema siguiente.

**Problema:** ¿Cómo mejorar el procesamiento de pulpa de mango en la CPA 13 de Marzo, municipio Unión de Reyes?

Para dar respuesta al problema se plantea como hipótesis:

## INTRODUCCIÓN

**Hipótesis:** Si se realiza el diseño preliminar de una mini industria para el procesamiento de los altos volúmenes de mango, será posible reducir las pérdidas de cosecha y a la vez satisfacer la demanda de la población garantizando un producto inocuo.

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

**Objetivo General:** Desarrollar la propuesta del diseño preliminar de una mini industria para el procesamiento de mango en la CPA 13 de marzo del municipio de Unión de Reyes.

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

### **Objetivos específicos:**

- Profundizar, a partir de la bibliografía especializada, aspectos relacionados con el procesamiento de frutas tropicales y definiciones, características y clasificación de las PyMEs.
- Proponer de manera preliminar el diagrama de flujo del procesamiento de mango y la descripción del mismo.
- Realizar la selección de los principales equipos involucrados en el proceso productivo.
- Evaluar económicamente el proceso propuesto.

# CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

En el presente capítulo se realiza un análisis bibliográfico en el cual se enfatiza en el procesamiento de frutas, específicamente en el procesamiento de mango. Se determinan las distintas definiciones de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs). Además, se hace referencia a las mini-industrias agrícolas, así como su importancia para el sostén y desarrollo de la economía.

### 1.1 Procesamiento de frutas. Tecnologías y parámetros de calidad

#### 1.1.1 Procesamiento mínimo de frutas

Las frutas mínimamente procesadas, también conocidas como Freshcut, pueden ser definidas como cualquier fruta que ha sido físicamente modificada de su forma original, por procesos como pelado, lavado o cortado; para obtener un producto comestible que es subsecuentemente envasado y almacenado en refrigeración (Parzanese,2015).

El mercado de frutas mínimamente procesadas está creciendo sostenidamente desde los años 80 y 90, marcado por una continua innovación en los productos y por la mejora de los canales de distribución. Se inició con una pequeña gama de productos dirigida mayoritariamente a los servicios de alimentación, particularmente a la expedición de comida rápida, convirtiéndose en una gran industria con una amplia variedad de productos frescos cortados, los cuales actualmente se comercializan en el sector institucional (hostelería y restauración) y especialmente para su venta directa en supermercados y grandes superficies. Los productos mínimamente procesados confieren valor añadido a las frutas frescas enteras, ofreciendo al consumidor, por un lado, conveniencia en cuanto al espacio y tiempo de preparación, y por otro, un producto con atributos similares a los del producto fresco. En este sentido, el consumidor reconoce la importancia de la incorporación de las frutas frescas en la dieta diaria, por su alto contenido de vitaminas, antioxidantes, minerales, fibra, hidratos de carbono y agua, así como de sustancias fitoquímicas que pueden ayudar a prevenir el riesgo de contraer cáncer y enfermedades del corazón. En la actualidad, el consumidor es más consciente



## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

de la importancia de una buena alimentación, y busca nuevas alternativas en comidas saludables, según se ve reflejado en la gran cantidad de nuevos productos enriquecidos con vitaminas y otros nutrientes, que se encuentran actualmente en el mercado. Su estilo de vida también ha cambiado, y cada vez cuenta con menos tiempo para preparar y comer los alimentos, por lo que busca productos alternativos nutritivos, sabrosos, variados y fáciles de preparar (Parzanese,2015).

Si se considera que las frutas con un procesamiento mínimo son, en esencia, elementos vivos que interaccionan con su entorno, para obtener resultados de calidad es necesario conocer los efectos que su preparación pueda ejercer en este tipo de alimento, y sus implicaciones en la calidad final del mismo. Si se escoge un momento muy temprano de su desarrollo, se corre el riesgo de procesarla inmadura y, dadas las condiciones de almacenamiento a bajas temperaturas, tendrá poca oportunidad de evolucionar en forma satisfactoria. Por el contrario, si se utiliza fruta sobremadura, la calidad organoléptica (aspecto, sabor, olor, textura) estará en gran medida garantizada, pero el avanzado estado de madurez impedirá el procesamiento mínimo, o la vida de poscosecha estará comprometida (suele ocurrir en el caso del tomate). Lo último es de especial interés al enfrentarnos a una realidad de fruta climatérica (manzana y tomate), es decir que presentan un alza en la respiración, o a otras que no presentan esta alza y no experimentan un cambio marcado en sus características de calidad. Lo anterior es de gran relevancia para el desarrollo de fruta mínimamente procesada donde la selección de la variedad y el momento óptimo de procesamiento resulta fundamental (Barati & Esfahani, 2013; Barba et al., 2015).

El procesamiento de las frutas para la obtención de concentrados, pulpas y jugos, hace posible su consumo en lugares donde no se da su cultivo. También, permite la elaboración de productos a partir de frutas estacionales, inclusive en momentos fuera del período de cosecha. Adicionalmente, reduce las pérdidas postcosecha e incrementa la vida útil del alimento; por consiguiente, se puede trasegar y

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

comercializar los productos procesados nacional e internacionalmente (Sibaja, 2015). Entre las ventajas más resaltantes se puede mencionar:

- Aporta un producto listo para consumo o de preparación rápida y fácil.
- Alta calidad nutritiva y organoléptica.
- Opción de agregado de valor para productos frutícolas regionales. (fcagr.unr.edu.ar, 2008).

### 1.1.2 Tecnologías emergentes al procesamiento de frutas

En la industria alimentaria es indispensable el uso de técnicas que permitan prolongar la vida útil de los alimentos, como lo son: la refrigeración, congelación, secado, deshidratación, ahumado, entre otras. Siendo la pasteurización y la esterilización las técnicas más usadas para inactivar enzimas y microorganismos alterantes en productos alimenticios, los cuales deterioran los alimentos (Ruiz et al., 2021). Sin embargo, la pasteurización y la esterilización no sólo extienden la vida útil del alimento, sino que también pueden afectar la calidad del producto, por lo que se requiere la implementación de nuevas técnicas de conservación principalmente para compuestos termo sensibles (Hradecky et al., 2017).

- ✓ La pasteurización térmica: Se utiliza principalmente para la fabricación de productos alimenticios microbiológicamente seguros, mediante la reducción o inactivación del recuento microbiano (Deshaware et al., 2019), pero debido a la alta temperatura que se requiere, esta puede afectar las propiedades organolépticas y nutricionales en algunos alimentos en comparación con las tecnologías no convencionales (Cheng et al., 2020). Comúnmente se usa para productos alimenticios de alta acidez ( $\text{pH} < 4,6$ ) para inactivar las bacterias patógenas y extender la vida útil del producto durante un par de semanas. También es utilizada para alimentos de baja acidez seguida de refrigeración (Barbosa y Bermúdez, 2010).
- ✓ La esterilización: Se considerada como una de las técnicas más eficaces en la preservación de alimentos ya que puede proporcionar la inactivación casi completa de microorganismos incluyendo las esporas, lo que conlleva a que

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

los productos tengan una mayor vida útil (Hradecky et al., 2017; Giraldo-Gil et al., 2020). Puede en algunos casos afectar las propiedades nutricionales principalmente de los compuestos antioxidantes incluyendo las vitaminas e inducir en cambios de color, sabor y textura los cuales afectan la calidad sensorial del alimento; incluso se pueden llegar a formar subproductos indeseables durante el procesamiento que afectan la calidad del producto final (Hradecky et al., 2017; Martín-Vertedor et al., 2020).

Debido a lo anterior, la industria alimentaria está en continua búsqueda de tecnologías emergentes que permitan reducir microorganismos patógenos, como bacterias y hongos los cuales reducen el tiempo de conservación y aumentan el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) (Dai et al., 2020), además de sustituir las técnicas tradicionales como las mencionadas anteriormente, por nuevas metodologías que permitan conservar al máximo las características nutricionales y sensoriales de los alimentos. Teniendo en cuenta que la demanda de los consumidores actuales está orientada al consumo de productos nutritivos, funcionales y fáciles de preparar (Agudelo-Martínez et al., 2020).

En la actualidad, las técnicas más investigadas que no requieren de tratamientos térmicos fuertes son: la alta presión hidrostática, campos eléctricos pulsados, la irradiación, ultrasonido, microondas, plasma frío, entre otras. Las cuales son capaces de inactivar microorganismos a temperatura ambiente o temperaturas no muy elevadas impidiendo defectos ocasionados por el calor (Cheng et al., 2020; Maniglia et al., 2021) con el fin de producir alimentos más seguros y minimizar las pérdidas y desperdicios ocasionados por el deterioro de los mismos, en especial de frutas.

- ✓ La alta presión hidrostática (APH): consiste en la aplicación de una presión alta en el orden de MPa, habitualmente en un intervalo de 100-600 MPa o superior, transmitida por un líquido acuoso, que generalmente es agua, en un sistema cerrado (Ríos-Corripio et al., 2020; Huang et al., 2020), la cual

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

se puede desarrollar durante un corto tiempo de exposición de la muestra, por lo general de 5-10 min (Perdomo-Lamilla et al., 2020; Hu et al., 2021). El efecto de la APH no solo varía dependiendo del tipo de equipo, sino que puede variar de acuerdo con las condiciones de procesamiento (presión, tiempo de retención, pH, temperatura), el estado fisiológico, la matriz y la forma de los alimentos (entero, trozos, pulpa o zumo) (Wolbang et al., 2008; Andrés et al., 2016). Esta tecnología puede actuar en frío, a temperatura ambiente o a temperaturas de proceso por lo general  $< 60^{\circ}\text{C}$  (Perdomo-Lamilla et al., 2020) lo que hace que se conserve el valor nutricional y la calidad final del producto.

- ✓ La irradiación: Se han llevado a cabo pruebas toxicológicas para demostrar que esta tecnología es segura para el consumidor, en adición a la efectiva inactivación microbiana y desinfestación de insectos. Desde la década de 1990 más de 40 países han establecido instalaciones seguras y apropiadas para la irradiación de alimentos. Estas instalaciones han comenzado a demostrar a los consumidores que la tecnología tiene más ventajas que desventajas. En algunos países el nombre se ha cambiado a la de “pasteurización electrónica” para una mejor aceptación por los consumidores. La técnica está regulada tanto a nivel nacional como internacional por la IAEA (International Atomic Energy Agency), la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y la OMS (Organización Mundial de la Salud). La FDA (Food and Drug Administration) considera que la irradiación es más un aditivo que un proceso para alimentos (Barbosa y Bermúdez, 2010).
  
- ✓ Microondas: Desde hace más de 30 años la energía con microondas (MW) se viene aplicando a nivel industrial en múltiples tratamientos de la industria alimentaria, como deshidratación, liofilización y descongelación. Las microondas son un tipo de energía electromagnética oscilante, con frecuencias en el rango de 300 MHz a 300 GHz, siendo el rango 0,92-2,45

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

GHz el más efectivo para el calentamiento dieléctrico. El fundamento de esta tecnología se relaciona con el impacto directo de las MW sobre la materia polar. La energía electromagnética es convertida en calor mediante los mecanismos de conducción iónica y rotación de dipolos. Su utilización ha sido propuesta como alternativa al tratamiento de pasteurización convencional debido a su capacidad para preservar los nutrientes termolábiles y las características organolépticas de frutas procesadas. Como consecuencia de este proceso, los tiempos de tratamiento se acortan y la calidad final del producto se incrementa (Gamboa, 2016).

- ✓ Los campos eléctricos pulsados (PEF): Es probablemente la aplicación industrial más prometedora de las tecnologías no térmicas. La aplicación de PEF fue lanzado en los Estados Unidos (2006) con éxito en el procesado de zumos de frutas, logrando resultados sobresalientes en la calidad del producto. En un futuro no muy lejano, esta tecnología será lanzada por un número de empresas de alimentos en Europa para la pasteurización de alimentos líquidos tales como la leche y zumos de frutas (Barba et al., 2015).

### **1.1.3 Parámetros que determinan la calidad interna de las frutas**

El concepto de calidad en fruta ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. La percepción de la calidad era diferente según el interés particular de cada uno de los agentes que intervenían en el proceso de producción (productor, comerciante o consumidor); sin embargo, cada vez hay más coincidencia entre los sectores implicados ya que todos ellos tienden a acercar sus criterios hacia los que impone el consumidor, en los que el estado de maduración de la fruta que compra juega un papel fundamental (Vila, 2006).

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 se encuentran:

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

- ✓ Contenido total de sólidos solubles o Brix:

Los sólidos solubles se componen por azúcares, sales, ácidos y otros compuestos solubles en agua que forman parte del jugo, donde los más abundantes son los azúcares y los ácidos orgánicos presentes en el interior de la fruta ya que existe una diferente concentración con respecto a la parte externa, por eso para conseguir un valor representativo se procede a licuar y filtrar la muestra (Yanes, 2018).

- ✓ acidez activa (pH):

Desde una aproximación simplificada, el pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra (Yanes, 2018).

- ✓ acidez valorable total:

Determina la concentración total de ácidos contenidos en un fruto. Se determina mediante una volumetría ácido-base (determina los ácidos solubles como cítrico, málico, láctico, oxalacético, succínico, glicérico, fosfórico, clorhídrico, fumárico, galactourónico, glicérico, tartárico, etc.) (Salazar et al., 2019).

- ✓ contenido de humedad o sólidos totales (materia seca):

Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y un 95% en los alimentos naturales. En los tejidos vegetales, puede decirse que existe en dos formas generales: "agua libre" Y "agua ligada". El agua libre o absorbida, que es la forma predominante, se libera con gran facilidad. El agua ligada se halla combinada o absorbida. Se encuentra en los alimentos como agua de cristalización (en los hidratos) o ligada a las proteínas y a las moléculas de sacáridos y absorbida sobre la superficie de las

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

partículas coloidales (Salazar et al., 2019). La determinación del contenido de humedad en la industria agroalimentaria es un factor importante en la calidad de frutas ya sean frescas y quizás cobre mayor importancia procesadas, ya que influye decisivamente en la conservación y en el deterioro de las mismas (Salazar et al., 2019).

### ✓ jugosidad:

Este parámetro nos informa acerca del contenido de zumo que tiene un determinado fruto. Expresa el valor en tanto por ciento del cociente entre la masa de zumo obtenida tras el proceso de licuado y la masa total de fruto para preparar el mismo (Salazar et al., 2019).

### ✓ índice de madurez:

Es un parámetro indirecto determinado a partir de la cuantificación del contenido total de sólidos solubles y la acidez valorable. Pero su importancia es grande ya que puede ser un indicativo bastante preciso para determinar la calidad organoléptica de frutos, es decir, conociendo su valor podemos estimar el sabor de un determinado fruto o como nos alejamos del mismo. También puede ser muy interesante en la evolución postcosecha de la calidad de frutos (Salazar et al., 2019).

## **1.2 El mango, sus características, valor nutricional y su efecto en la salud**

### **1.2.1 Características principales de la fruta**

Mango común (*Mangifera indica* L.) Es reconocido en Colombia como un fruto con excelentes propiedades organolépticas, gracias a su contenido de azúcares, ácidos, aromas y pigmentos que lo hacen atractivo para todo tipo de consumidor. Existen más de 300 variedades comerciales en el mundo. La recolección de los mangos se realiza en estado inmaduro organolépticamente, pero fisiológicamente maduros, es decir, en este punto el mango ya ha crecido y desarrollado lo suficiente, pero sus aromas y sabores característicos aún no se han desarrollado (Moncayo, et al., 2017).

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

Los parámetros de maduración tales como el ablandamiento, el cambio de color y la producción de aromas y sabores dependen potencialmente de la producción de etileno. Se ha demostrado en estudios anteriores que el etileno se produce antes de la maduración total del fruto y declina cuando la fruta va alcanzando su madurez total. La hormona etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) que se encuentra en la planta y en el fruto juega el rol más importante en los procesos de maduración de las frutas climatéricas (Quintero,2013).

El mango actualmente se encuentra entre los frutales de clima cálido de corto, mediano y tardío crecimiento y de gran importancia económica. Se puede industrializar de diversas maneras, en puré, en pulpa congelada, en néctar, en pulpa concentrada y congelada y en un preparado de pulpa y alta concentración de azúcar denominada ate. También puede utilizarse en forma de pulpa, como deshidratado, produciendo unas barras. Así mismo se consumen las rebanadas en almíbar o deshidratadas. Es excelente para producir encurtidos (Tharanathan,2007).

### **1.2.2 Valor nutricional y funcional del mango**

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

La pulpa de mango (MP) y la cáscara de mango (MC) tienen un elevado porcentaje de humedad (74-87%) y carbohidratos (15-23%). El mango también es una importante fuente de fibra dietaria, siendo esta particularmente soluble en MP (pectinas, almidones) e insoluble en MC (ligninas y hemicelulosa). Aparte de su alto contenido en fructosa, sacarosa y glucosa, MP es reconocida por ser una fuente de heteropolisacáridos de ácido urónico y azúcares neutros (pectinas) para la industria de alimentos en donde comúnmente se usan las pectinas cítricas (Serna,2015).



## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

**Tabla I: Composición nutrimental promedio de pulpa de mango (x100g)**

<i>Macronutrientes (g)</i>		<i>Minerales (mg)</i>		<i>Vitaminas (mg)</i>			
Agua	83.5	Ca	11	AA	36.4	A (EqR)	54
Proteína	0.8	Fe	0.16	Tiamina	0.03	A (IU)	1082
Grasa	0.4	Mg	10	Riboflavina	0.04	E	0.9
CHOS	15.0	P	14	Niacina	0.67	K (µg)	4.2
Fibra	1.6	K	168	B6	0.12	D (µg)	0
Azúcares	13.7	Na	1	Folatos (µg)	43	B12 (µg)	0
Energía (Kcal)	60	Zn	0.09				

Fuente:(Wall *et al.*, 2015).

Se caracteriza además por presentar un contenido elevado de vitaminas y minerales (tales como ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina y  $\beta$ -carotenos. En particular, el mango en casi todas sus variedades es una fuente rica de ácido ascórbico (AA) y carotenoides (CAT) (Cruz,2012).

La fruta no solo es rica en estos nutrientes, sino que además tienen altos contenidos de otros fitoquímicos que no son nutrientes y confieren un beneficio a la salud; razón por la cual su consumo es esencial para que el organismo humano funcione en forma adecuada. Dicho lo anterior, sus componentes funcionales se pueden agrupar en dos principales grupos: A) Ingredientes funcionales nutritivos (como los mencionados en la **Tabla I**) B) Ingredientes funcionales no nutritivos (ej. fibra dietaria y compuestos fenólicos (CF)). En lo que a CF y vitaminas antioxidantes ( $\beta$ -CAT,  $\alpha$ -tocoferoles y AA) se refiere, distintos factores genéticos y ambientales modifican su cantidad en el mango: condiciones de cultivo, el estado

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

de maduración del fruto, exposición a la luz por mencionar solo algunos ejemplos (Wall et al., 2015).

### **1.2.3 Efectos en la salud**

Existe una amplia evidencia científica acerca de los beneficios para la salud humana del consumo de frutas, debido a las propiedades derivadas de su composición y combinaciones de nutrientes (Anexo 1); así como la presencia de compuestos químicos que intervienen en el metabolismo y liberación de energía en el organismo humano (Anexo 2) (Rodríguez, 2022).

Actualmente, hay una marcada tendencia en la industria de los alimentos hacia el desarrollo y fabricación de productos funcionales a partir de frutos tropicales. Esto es debido al creciente interés de los consumidores por alimentos “saludables”. En varias investigaciones realizadas en los últimos años ha sido reportado un número significativo de efectos benéficos relacionados directamente con los compuestos fenólicos (CF) y actividad antioxidante del mango, algunos de los cuales se resumen en el (Anexo 3). Estos efectos incluyen regulación del metabolismo de nutrientes, disminución en mediadores de inflamación y de riesgo cardiovascular (Wall et al., 2015).

### **1.2.4 Control de calidad en el proceso de elaboración**

Se recomienda que, para cada etapa del proceso, se mida un parámetro, para tener control del proceso de fabricación (Chacón, 2006).

1. Selección e inspección: los frutos a procesar deben ser firmes, el grado de madurez dependerá del producto a elaborar, deberán estar libres de picaduras de insectos o mordidas de roedores y sin podredumbre. Este es uno de los puntos más críticos del proceso, para obtener un producto final de buena calidad se debe partir de una materia prima sana.

2. Pesado: este debe realizarse al recibir la materia prima, antes de formular y al finalizar el proceso. Registrar todos los pesos usando una báscula de plataforma o de reloj.

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

3. Lavado: Debe realizarse con abundante agua y en algunos casos puede aplicarse solución desinfectante, como yodo, cloro (lejía), entre otros.
4. Pelado: esta etapa se puede realizar de manera manual y/o mecanizada.
5. Corte: Reducir el tamaño de la fruta es el objetivo en esta etapa y muchas veces sirve para facilitar la siguiente etapa del proceso. Se pueden cortar en trozos o rodajas.
6. Escaldado: es una técnica en la que se puede usar agua caliente donde la fruta se deja por inmersión, el tiempo de contacto de la fruta depende de la misma. Este proceso se realiza para suavizar la pulpa y facilitar proceso de despulpado, es un proceso opcional, pues someter a calentamiento puede cambiar el color, sabor y provocar pérdida de algunos nutrientes. Este también sirve para inactivar enzimas no deseables en proceso. Otro método de escaldar es utilizar vapor.
7. Extracción de pulpa: la calidad de la pulpa dependerá del tamaño del tamiz del despulpador, pueden usarse pulperos con una o dos calibres de mallas, una gruesa y otra fina. Para el procesamiento artesanal, puede utilizarse coladores plásticos o de metal que se pueden encontrar en los supermercados.
8. Envasado: debe realizarse con las prácticas de higiene respectivas, preferiblemente el producto a envasarse deberá estar caliente para garantizar un producto estéril y ayudar a tener consistencia más fluida, para facilitar el llenado.
9. Los frascos de vidrio solamente serán esterilizados si son producto del reciclaje, de ser nuevos pueden simplemente lavarse con agua caliente. No deberán llenarse completamente con el producto y deberá dejarse espacio libre para la formación de vacío en el envase.
10. Esterilización: puede realizarse con agua hirviendo, los tiempos de contacto o residencia del producto, dependerá del tamaño del envase y tipo de alimento, el rango puede oscilar entre 5-30 minutos.

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

11. Etiquetado: las etiquetas deben estar limpias y los envases o bolsas a etiquetar completamente secos para facilitar el pegue de la etiqueta. La etiqueta deberá cumplir los requerimientos mínimos de etiquetado. En algunos casos las bolsas o envases llevan impresas el etiquetado.

12. Análisis de control de calidad: (Acidez, pH, Porcentaje de sal, Viscosidad, Grados Brix, entre otros).

### **1.3 Pequeñas y medianas empresas (PyMEs). Definiciones, características y ventajas**

#### **1.3.1 Definiciones acerca de las PyMEs**

No existe un concepto exacto para definir qué son las micro, pequeñas y medianas empresas. En lo que coinciden los expertos es en referir que se trata de entidades reducidas que realizan una determinada actividad económica y se distinguen entre sí por la cantidad de personas que emplean, el volumen de los ingresos que generan y la facturación de sus ventas. Es preciso aclarar que incluso esas variables de clasificación son cambiantes de acuerdo con el país y la región (Moya, 2021).

Las Pequeñas y Medianas Empresas (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).

Algunos autores consideran que el surgimiento de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) mucho más que definirlo como un origen, es el resultado de la gran crisis económica y también política que se ha vivido en la economía mundial (Reina y Zúñiga, 2009). Estas actualmente constituyen el sector productivo más importante en muchas economías.

Por sus propias características, requieren de poca inversión y dependen de las

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

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

Los beneficios sociales y económicos de las MyPyMEs, se miden por su dinamismo y la posibilidad de crecimiento, pues absorben una porción importante de la población económicamente activa, y su modo de operación puede adaptarse a las nuevas tecnologías. Al establecerse a lo largo del país, la contribución tanto de las PyMEs como de las MyPyMEs al impulso del comercio local y regional multiplica sus beneficios, al explotar los recursos propios de cada entidad y traducirlos en ganancias (ONU, 2018).

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 y Medianas 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).

Las PyMEs cubanas se inscriben en la particularidad del modelo económico de la Isla. Por tanto, la validez de fórmulas probadas en otras latitudes no es automática para la empresa de pequeño formato en Cuba. Desde que el país inició la reforma institucional y económica, un área importante de la misma, ligada al mercado y a las PyMEs, ha sido la ampliación y diversificación del trabajo por cuenta propia y más recientemente la creación de las diversas cooperativas no agropecuarias (Yarbredy, 2014).

Quizá uno de los asuntos más novedosos para el escenario socioeconómico de la Isla resulte el inicio del diseño de micro, pequeñas y medianas empresas. El Consejo de Estado aprobó el decreto-ley "Sobre las Micro, Pequeñas y Medianas

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

Empresas", que facilita su inserción de forma coherente en el ordenamiento jurídico como actor que incide en la transformación productiva del país, delimita los procedimientos para su creación y extinción, y define los criterios de clasificación y los principios de su funcionamiento, entre otras cuestiones (Rodríguez, 2020).

A los efectos de esta norma, se entiende como micro, pequeñas y medianas empresas a aquellas unidades económicas con personalidad jurídica, que poseen dimensiones y características propias, y que tienen como objeto desarrollar la producción de bienes y la prestación de servicios que satisfagan necesidades de la sociedad. Estas pueden ser de propiedad estatal, privada o mixta, y se clasifican según el indicador del número de personas ocupadas, incluidos los socios, en:

micro-empresa –cuyo rango de ocupados es de 1 a 10 personas

pequeña empresa –de 11 a 35 personas

mediana empresa –de 36 a 100 personas (Sánchez, 2020).

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

### **1.3.2 Características de las PyMEs y su importancia**

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 (la pequeña

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

tiende a ser mediana y la mediana aspira a ser grande), 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.

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 (Taneja, et al., 2016). Además, juegan un rol crítico sobre el desarrollo sostenible (Meqdadi, et al., 2012).

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 (Rivero,2019).

De acuerdo a estudios realizados por la International Finance Corporation (IFC), existen entre 420 y 510 millones de PyMEs en el mundo, de las cuales 360-440 millones se encuentran en mercados emergentes (IFC, 2010). Durante el 2013, alrededor de 21,6 millones de estas industrias no relacionadas al sector financiero radicadas en los 28 países miembros de la Unión Europea, emplearon a 88,8 millones de personas y generaron € 3,666 billones en valor agregado. En otras palabras, 99 de cada 100 empresas son PyMEs, como lo son 2 de cada 3 empleados y 58 centavos por cada euro de valor agregado (EU, 2014).

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

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).

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.

La pequeña y mediana empresa 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).

### **1.3.3 Ventajas y desventajas de las PyMEs**

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:



## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

- ✓ Asimilan y adaptan con facilidad tecnologías de diverso tipo, o producen artículos que generalmente están destinados a surtir los mercados locales y son bienes de consumo básico.
- ✓ El personal ocupado por la empresa es bajo, por lo cual el gerente (que generalmente es el dueño) conoce a sus trabajadores y empleados, lo que le permite resolver con facilidad los problemas que se presenten.
- ✓ Se establecen en diversas regiones geográficas, lo cual les permite contribuir al desarrollo local y regional.

Por otra parte, estas empresas presentan ciertas desventajas, tal como afirman Álvarez y Durán (2009).

- ✓ 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.
- ✓ Debido a su mayor riesgo tienen más dificultad en encontrar financiación a un costo y plazo adecuados.

Luna (2012) plantea al respecto que:

- ✓ 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.
- ✓ 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.

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

Las PyMEs deben mejorar: capacitación, maquinaria y procesos tanto administrativos como de producción, teniendo en cuenta que las necesidades de los consumidores varían constantemente y se deben actualizar para ir de la mano con las exigencias del mercado, productos competitivos, de alta calidad con procesos eficaces y eficientes que generen un ahorro en tiempo y dinero (Macias,2022).

### **1.3.4 PyMEs asociadas a productos agrícolas**

Las PyMEs agrícolas son el conjunto de pequeñas y medianas empresas que generan empleo y permiten abastecer la demanda de productos agrícolas en el mercado. Se conforman por recursos naturales y capital que cuenta con factores tanto externos como internos que condicionan la producción y se enfrentan a la creciente globalización de los mercados con una deficiente organización administrativa. No se manejan como empresas, sino como patrimonios familiares, no son competitivas, y carecen de innovación y tecnología, lo que les dificulta mantenerse en el mercado (Asthon y Barrett, 2010).

Las empresas agropecuarias son esenciales para la economía del país, ya que son fuentes primarias, encargadas de cubrir con la demanda de alimentos y otros recursos naturales que la población requiere, pues de eso dependerá la supervivencia de los seres humanos (García, 2017).

El proceso de producción que se desarrolla en las PyMEs agrícolas sigue las mismas normas de organización del proceso productivo que en otro tipo de empresas. Sin embargo, el manejo de la producción condiciona al medio ambiente de la empresa, por la naturaleza biológica de su proceso, la amplia extensión, el acceso a la tierra, la dependencia del clima y de las condiciones de cada suelo; lo que conlleva a explotaciones técnicas y económicas heterogéneas (Rivero,2019).

Los procesos productivos en el sector agrícola deben ir de la mano con los avances tecnológicos, innovando maquinaria, materia prima y capacitación a su personal, de esta manera que reconozcan su producto por su alta calidad y mano

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

de obra especializada, que permita a los empresarios obtener mayores ingresos de un elevado nivel de producción (Macias,2022).

Las PyMEs agrícolas encuentran mayores dificultades a la hora de responder de forma aislada a la creciente globalización de los mercados y al incesante progreso tecnológico, porque carecen de procesos administrativos eficientes, así como de tecnologías propias para la gestión y desarrollo de actividades productivas, lo que restringe su desarrollo empresarial (Plaza y Blanco, 2015).

### **1.3.5 PyMEs agrícolas en Cuba**

En el sector agrícola cubano cabe iniciar el análisis por la composición de las diversas formas o bases productivas existentes y apoyado en dos indicadores fundamentales, que posibiliten medir, en primer lugar, la escala productiva por cooperativa, fundamentalmente Cooperativa De Créditos y Servicios (CCS) y Cooperativas Agropecuarias (CPA) y, en segundo lugar, las hectáreas, por 8 miembro integrante o poseedor de la tierra, esta última para todas las bases productivas. Estas futuras PyMEs, además pueden brindar servicios a las Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC), las cuales ocupan el 23 % de la tierra agrícola y a las entidades estatales (33 %). De esa forma, se elimina una de las principales problemáticas de los productores, quienes en los picos de cosecha no podían comercializar. Los servicios jurídicos, trámites, contabilidad y auditoría; podrán formar parte de las actividades de las PyMEs en apoyo al sector agropecuario (Otero, 2018). En este contexto, uno de los parámetros que ayuda al desarrollo de actividades de las empresas del sector agrícola es el gobierno corporativo que se define como un conjunto de principios, normas y procedimientos que ayudan a la administración y regulan su estructura de gobierno; lo cual permite el desarrollo y sostenibilidad empresarial (Chávez, 2022).

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

## CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

Cuba trabaja en la puesta en marcha de estas empresas para el procesamiento de frutas con el objetivo de elaborar materia prima para grandes industrias y aprovechar los excedentes de producción y fomentar el cultivo de frutales (Rivero, 2019).

### **Conclusiones parciales del capítulo**

Una vez finalizado el presente capítulo, se ha podido arribar a las siguientes conclusiones parciales:

1. El procesamiento de las frutas para la obtención de pulpas hace posible su consumo en lugares donde no se da su cultivo. Reduce las pérdidas postcosecha e incrementa la vida útil del alimento, lo que permite que se puede trasegar y comercializar los productos procesados nacional e internacionalmente.
2. 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.
3. El mango se encuentra entre los frutales de gran importancia económica agregándole su alto valor nutricional y funcional, así como sus aportes a la salud humana.
4. Las PyMEs son entidades independientes que se clasifican en función de algunos aspectos como la cantidad de trabajadores y su volumen de ventas.
5. Cuba trabaja en la puesta en marcha de estas mini-industrias de procesamiento de frutas, para salvar las pérdidas generadas hasta el momento durante los picos de cosecha.

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

---

Al diseñar una nueva capacidad industrial se ven implicados una serie de factores y pasos a seguir en función del nivel de exactitud que se desea alcanzar (Brizuela, 1987). En el presente capítulo se desarrolla un procedimiento donde se realiza el diseño preliminar de una mini-industria para el procesamiento 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.

### **2.1 Etapas de la metodología propuesta**

La metodología cuenta con un total de 4 etapas:

Etapa 1: En esta etapa se define el problema primitivo, se declara la macrolocalización de la planta, se caracteriza la materia prima y la obtención de la misma y se caracteriza el producto final. Además, se define el tipo de proceso.

Etapa 2: En esta etapa se declaran las etapas y operaciones del proceso, se construye el diagrama de flujo; se describe el proceso; se define la capacidad de la planta; se realizan los balances de materia y energía; se definen los indicadores productivos y se declaran los parámetros de calidad y la forma de presentación del producto.

Etapa 3: En esta etapa se seleccionan los equipos y los materiales de construcción de estos: las variables que se van a controlar en cada uno de ellos. Además, se explican los requisitos a tener en cuenta en el lavado de los envases.

En la etapa 4 se realiza el análisis económico de la inversión que se propone.

### **2.2 Etapa 1: Concepción y definición**

En la etapa de concepción y definición se sientan las bases del proceso. Para ello se determinan aspectos como: el propósito de la planta, su capacidad, las materias primas que procesará, el tiempo asignado para el proyecto, la definición

## **CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

del tipo de proceso, entre otros. Especificando los niveles de precisión para cada variable. Estos aspectos, en ocasiones se establecen fácilmente debido a experiencias pasadas, pero es común que se deban hacer cierto tipo de suposiciones que permitan progresar en el proyecto, las cuales se refinarán posteriormente cuando se cuente con más información (Ulrich, 1985).

Se construye el diagrama de flujo en los primeros pasos y se precisan los equipos que se utilizarán, además de seleccionar todas las operaciones necesarias para convertir las materias primas en productos (García, 2017).

### **2.2.1 Problema Primitivo**

El primer paso para el diseño de un nuevo proceso es la definición del problema primitivo. La CPA 13 de Marzo del municipio Unión de Reyes, ubicado en la provincia de Matanzas, cuenta con elevadas producciones de frutas, principalmente mango. Estas pueden ser transformadas en alimentos con un mayor poder de duración y que satisfagan las necesidades de la población, por lo que se considera de interés su producción y una vía de sustituir importaciones. Sin embargo, actualmente el municipio no cuenta con una tecnología capaz de transformar el producto, por lo que se propone la creación de un nuevo proceso para el procesamiento de mango.

### **2.2.2 Macrolocalización**

La macrolocalización de una planta industrial o instalación productiva, no es más que el lugar aproximado, ciudad o posición geográfica en un determinado entorno, en donde estará situada físicamente la instalación (Rivero,2019). De acuerdo con Canainca (2013) la selección adecuada de la ubicación es un factor importante para el inicio de cualquier negocio, sobre todo si se trata de una micro o pequeña empresa, ya que el éxito o fracaso de esta, dependerá con frecuencia del sitio que se elija.

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

En general la macrolocalización requiere del estudio de cuatro factores fundamentales:

- Proximidad al mercado y a los proveedores de materias primas.
- Vías de comunicación y disponibilidad de medios de transporte.
- Servicios públicos y privados idóneos tales como electricidad, agua, drenaje y combustibles.
- Condiciones climáticas favorables (Cabrera,2022).

### 2.2.3 Caracterización y obtención de la materia prima

#### 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, lo que facilita el procesamiento de la materia prima. En el caso objeto de estudio la fruta seleccionada para procesar es el mango, una fruta de la zona intertropical de pulpa carnosa y dulce. Sus propiedades y principales características fueron abordadas en el epígrafe 1.2.1

El mango que se procesa en la mini industria es trasladado del campo en tractores con carretas y en ocasiones se utiliza la tracción animal. Esta fruta tiene la característica de estar madura fisiológicamente e inmadura organolépticamente, se dejan madurar por tres días a temperatura ambiente con el fin de que alcancen 13°Brix (Quintero-Castaño *et al.*2011).

### 2.2.4 Caracterización del producto final

La pulpa de frutas es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias (Frutisel, 2019). Debe tener un buen sabor característico según la fruta, y debe conservarse bien cuando se almacena en un lugar fresco (Chapoñan, 2016).

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

La pulpa es la parte comestible de las frutas o el producto obtenido de la separación de las partes comestibles carnosas de las frutas, mediante procesos tecnológicos adecuados. Se diferencia del jugo únicamente en su consistencia; las pulpas son más viscosas. Es considerada como materia base de cualquier otro producto que lo requiera. Actúa en forma de suministro de frutas cuando haya poca disponibilidad de ellas (Frutisel, 2019).

### **2.2.5 Definición del tipo de proceso**

En este paso se debe definir el modo de procesamiento, el cual se clasifica en: continuo o discontinuo. Los procesos continuos tienen la ventaja de producir en gran volumen un producto estándar que generalmente proporciona una buena recuperación del capital invertido. Dado que los requerimientos de productos no cambian significativamente el proceso necesitará mínimas modificaciones durante su vida de trabajo para mantenerse competitivo (Saravacos y Kostaropoulos, 2016).

En los procesos discontinuos la ventaja clave es la flexibilidad. Por eso se usan principalmente en la industria química, alimentaria o farmacéutica, donde es muy importante ofrecer una gran variedad de productos e introducir otros nuevos rápidamente, ya que estos sectores industriales operan en mercados altamente competitivos. Los equipos de procesos discontinuos se diseñan para manejar un amplio rango de operaciones y productos. La flexibilidad permite manufacturar nuevos productos sin tener que construir una nueva planta o sin tener que hacer grandes cambios de equipos. Esta también permite producir pequeñas cantidades de un producto sin arriesgar toda la productividad. En el (Anexo 4) se aprecia una comparación entre los procesos continuos y discontinuos, que evalúa diferentes características y variables de producción (Rolón, Acevedo y Villamizar, 2019).



## **CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.3 Etapa 2: desarrollo del diagrama de flujo**

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

#### **2.3.1 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 5. La planta instalada no cuenta con depósito para tratar el agua residual, esta es enviada a una laguna de oxidación con otros residuales que se generan en la instalación. Cuenta, además, con un tanque de almacenamiento de agua limpia y otro donde se prepara la solución de agua con cloro.

#### **2.3.2 Construcción del diagrama de flujo**

Los procesos de producción suelen esquematizarse mediante un diagrama de flujo, que consiste en un esquema de todo el proceso que indica las diferentes etapas de fabricación. 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. De esta manera es posible visualizar rápidamente las diferentes líneas de proceso existentes y las interacciones o correlaciones entre ellas, así como los productos que se generan y las materias primas, materiales o insumos requeridos (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

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

la bibliografía especializada (Ulrich, 1985; Saravacos y Kostaropoulos (2016); Turton, 2018) se puede construir el diagrama de bloques que se muestra en el (Anexo 6).

### **2.3.3 Descripción general del proceso de elaboración de pulpa de frutas.**

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), han abordado sobre la serie de etapas consecutivas con que consta la elaboración de pulpa de frutas. Todos ellos coinciden en el orden de las operaciones a realizar y en la descripción general de las mismas.

Las pulpas de frutas deben elaborarse en condiciones apropiadas, con frutas frescas, sanas, maduras y limpias. El éxito en la obtención de pulpas de alta calidad comienza en la disponibilidad de frutas de excelentes características gustativas. Junto a esta disponibilidad está el cuidado que se tenga en mantener esta alta calidad en los pasos previos a la llegada a la fábrica de procesamiento.

Entre estos pasos están: el grado de madurez que la fruta debe alcanzar en el momento de ser retirada de la planta; la delicadeza con que se realice la cosecha; la hora que se decida para cosechar, las condiciones en que permanezca antes de salir del sitio del cultivo y las condiciones del transporte.

Las frutas deben ser empacadas con mucho cuidado y evitar recipientes muy grandes donde las que se hallan en la parte inferior sufran deterioro por la sobre presión del peso de las demás frutas.

Los cestillos empleados como empaques deben estar limpios y ser fáciles de higienizar. Estos son de plásticos que ofrezcan resistencia, facilidad de ventilación, ensamblables para apilarlos cuando están llenos y hay algunos que se pueden desarmar y apilar ocupando una cuarta parte del volumen de un cestillo armado. Una vez en la planta, la fruta debe ser rodeada de unas condiciones que favorezcan sus mejores características sensoriales. Si la fruta llegó pintona, habrá

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

que propiciar su maduración adecuada. Si ya está madura, se procurará evitar su deterioro microbiológico mediante la disponibilidad de un ambiente aseado e higiénico al máximo durante todo el tiempo que la fruta y luego la pulpa puedan estar expuestas a varios ambientes durante la aplicación de diferentes operaciones de proceso.

1. Al iniciar el proceso se debe realizar la limpieza y desinfección para dar cumplimiento a los requisitos sanitarios mediante la limpieza e higiene del personal, equipos, utensilios y áreas del proceso.
2. **Recepción de la materia prima:** Se hace para conocer las materias primas que van a intervenir en el proceso (Frutas, Agua, etc.).
3. **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 pulpa 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.
4. **Pesaje:** Es importante para determinar rendimientos. El tipo de báscula a emplear estará en dependencia del nivel de precisión que se desea alcanzar y de la capacidad de la planta.
5. **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

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

%) de 3 a 15 min. Finalmente, la fruta deberá ser enjuagada con abundante agua.

6. **Precocción:** La precocción es importante para romper las membranas celulares de la fruta; este proceso dura alrededor de 10 a 15 minutos a una temperatura de 80 °C. Esta operación se lleva a cabo en marmitas, donde el sistema de calentamiento puede emplear vapor, gas o electricidad.
7. **Despulpado o refinación:** 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.
8. **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 pulpa 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.
9. **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

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

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.

10. **Etiquetado:** El etiquetado constituye la etapa final del proceso de elaboración de pulpa. 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.
  
11. **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.

Sin embargo, Coronado e Hilario (2001) aseguran que todos los que tienen experiencia en la elaboración de pulpas saben que resulta difícil tener éxito en todos los puntos descritos, incluso cuando se emplea una receta bien comprobada, debido a la variabilidad de los ingredientes en general, principalmente de la fruta.

### 2.3.4- Capacidad de la planta

Según Chapoñan (2016), la capacidad de la planta está dada por la cantidad de producto que puede ser obtenido durante un determinado período de tiempo. Esta se debe definir considerando varios factores: en base a un estudio de mercado, a un análisis de la factibilidad técnica y económica del proyecto, y a la disponibilidad

## **CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

de la materia prima. En algunas ocasiones también puede influir la capacidad de los equipos de líneas existentes en el mercado (Villanueva, 2016).

### **2.3.5- Balances de materia y energía**

Una vez definida la capacidad de la planta y el diagrama de flujo del proceso, se realiza el balance de materia y energía para la línea de procesamiento del producto. Los principios y técnicas de los balances 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 (Herrera,2021).

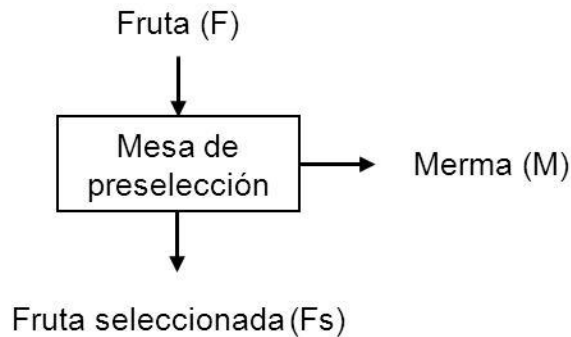
En los balances de materiales, es difícil obtener datos exactos sobre la composición de los mismos, debido a la variabilidad incluso para el mismo material alimenticio. Las variaciones se deben a la variedad, las condiciones de crecimiento y la edad de las materias primas. Si no se dispone de datos experimentales confiables para la materia que se está procesando, se pueden obtener valores aproximados de la literatura (Saravacos y Kostaropoulos, 2016).

#### **2.3.5.1- Balances de masa**

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

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.3.5.1.1- Balances de masa en la etapa preparación de la materia prima



**Figura 2.1** Balance de masa en la mesa de preselección

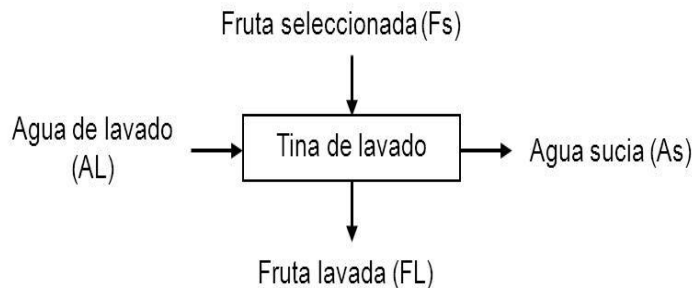
La fruta proveniente del almacén de materia prima es trasladada hacia la mesa de preselección, donde se considera para cada fruta un porcentaje de merma según (Coronado y Hilario, 2001).

El balance total se muestra en la ecuación (1):

$$F = M1 + Fs \quad \text{Ec. (1)}$$

La cantidad de fruta desechada se determina a partir de su porcentaje de merma mediante la ecuación (2)

$$M1 = F \cdot \% \text{ de merma} \quad \text{Ec. (2)}$$



**Figura 2.2** Balance de masa en la tina de lavado

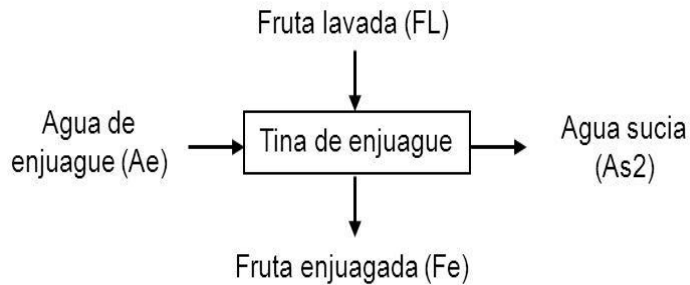
## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

En la tina de lavado, el agua que entra es la misma que sale, y la fruta seleccionada proveniente de la mesa de preselección sale limpia. A continuación, se muestran las ecuaciones.

$$F_s = FL \quad \text{Ec. (3)}$$

$$AL = A_s \quad \text{Ec. (4)}$$

Dicho valor se calcula a partir de la siguiente proporción: 3 kg de agua de lavado por cada kg de fruta seleccionada (Villanueva, 2016).



**Figura 2.3** Balance de masa en la tina de enjuague

Como se puede observar, los flujos de entrada son iguales a los de salida, por lo que las expresiones a utilizar son las siguientes.

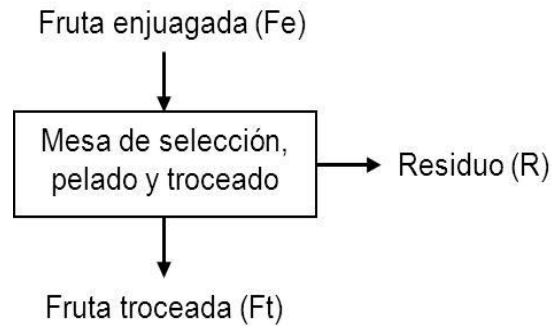
$$FL=Fe \quad \text{Ec. (5)}$$

$$Ae=As2 \quad \text{Ec. (6)}$$

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



## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS



**Figura 2.4** Balance de masa en la 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 la (Coronado y Hilario, 2001). El balance total se muestra en la ecuación (7).

$$F_e = R_1 + F_t \quad \text{Ec. (7)}$$

Los residuos se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$R_c = F_e \cdot \% \text{ decáscara} \quad \text{Ec. (8)}$$

$$R_h = F_e \cdot \% \text{ dehueso} \quad \text{Ec. (9)}$$

$$M_2 = F_e \cdot \% \text{ demerma} \quad \text{Ec. (10)}$$

$$R_1 = R_c + R_h + M_2 \quad \text{Ec. (11)}$$

Donde:

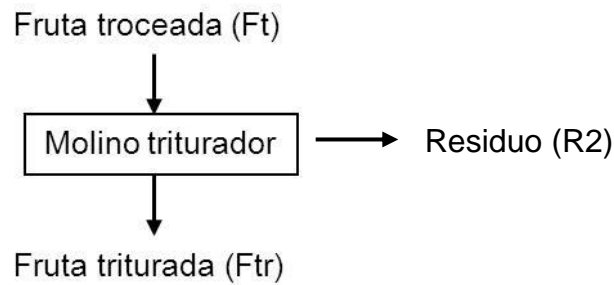
Rc: Residuo de cáscara (kg/h).

Rh: Residuo de hueso (kg/h).

M2: Flujo de merma (kg/d).

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.3.5.1.2- Balances de masa en la etapa trituración y cocción de la materia prima



**Figura 2.5** Balance de masa en el molino triturador

La fruta troceada (Ft) entra al triturador para facilitar la precocción:

$$Ft = Ftr + R2 \quad \text{Ec. (12)}$$

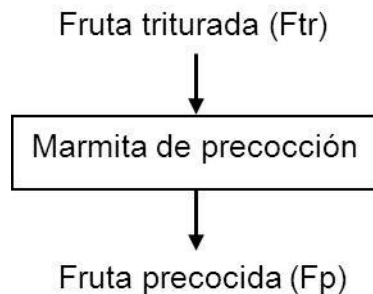
Donde:

Ftr: Flujo de fruta triturada (kg/d).

R2: Flujo de residuos (kg/d).

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

$$R2 = FT \cdot \% \text{ desemillas} \quad \text{Ec. (13)}$$

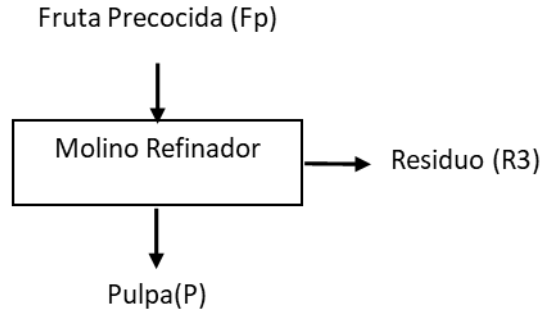


**Figura 2.6** Balance de masa en la marmita de precocción

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

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

$$F_{tr} = F_p \quad \text{Ec. (13)}$$



**Figura 2.7** Balance de masa en el molino refinador

La fruta precocida entra al molino refinador para así obtener la pulpa (Coronado y Hilario, 2001), el porcentaje de residuo en este equipo varía según del tipo de fruta. El balance total se expresa según la ecuación (13).

$$F_p = P + R_3 \quad \text{Ec. (14)}$$

Donde:

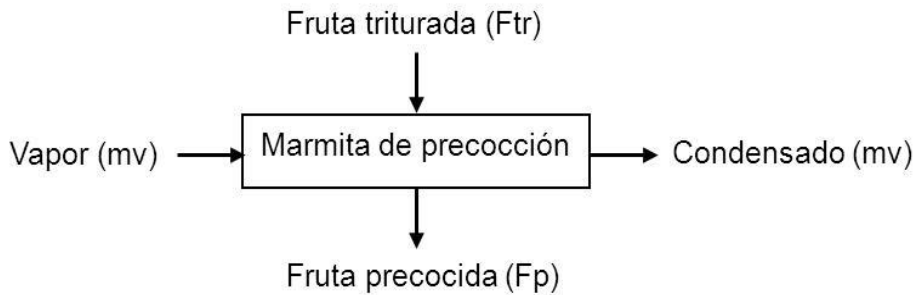
$$R_3 = F_p \cdot \% \text{ de desecho} \quad \text{Ec. (15)}$$

### 2.3.5.2- Balances de energía

Se analiza los equipos que consumen vapor en el proceso y se hace necesario emplear un balance de energía en cada uno debido a que no se conoce el flujo de vapor que se consume en la planta.

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.3.5.2.1- Balance de energía en la etapa trituración y cocción de la materia prima



**Figura 2.8** Balance de energía en la marmita de precocción

Se conoce que, en la marmita de precocción, la masa de fruta triturada se precocce 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:

$$Q_{abs} + Q_{per} = Q_{ced} \quad \text{Ec. (16)}$$

Asumiendo que en el equipo existe un 10% de pérdidas de energía:

$$Q_{per} = 10\% \cdot Q_{ced} \quad \text{Ec. (17)}$$

Por lo que la expresión del balance energético queda de la siguiente forma:

$$Q_{abs} = 0,9 \cdot Q_{ced} \quad \text{Ec. (18)}$$

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:

$$Q_{abs} = F_{tr} \cdot C_{pf} \cdot \Delta T \quad \text{Ec. (19)}$$

Donde:

$Q_{abs}$ : Calor necesario para conseguir un incremento de la temperatura (kJ/h).

$F_{tr}$ : Masa de fruta triturada a calentar (kg/h).

$C_{pf}$ : Calor específico de la fruta (kJ/kg·°C).

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

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

La Cp. de la fruta se determina según (Otero,2018) por la ecuación (19):

$$C_{pf} = 4,190 \cdot X_w + (1,370 + 0,0113 \cdot T) \cdot (1 - X_w) \quad \text{Ec. (20)}$$

Donde:

$X_w$ : Fracción másica de agua.

$T$ : Temperatura media (°C).

Mientras, el calor cedido por el vapor de agua se expresa como un calor latente de vaporización:

$$Q_{ced} = mv \cdot \lambda_v \quad \text{Ec. (21)}$$

Donde:

$Q_{ced}$ : Calor de cambio de fase (kJ/h).

$mv$ : Flujo de vapor (kg/h).

$\lambda_v$ : Calor de vaporización (kJ/kg).

### 2.3.6- 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 de la productividad que no es más que la relación entre la cantidad de producto obtenido (P) y la materia prima procesada (F), y se traduce matemáticamente como aparece a continuación:

$$Productividad = \frac{P}{F} \cdot 100 \quad \text{Ec. (22)}$$

### 2.3.7- 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 (Ver Anexo 7).

## **CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.4 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). En la mayor parte de las pequeñas industrias de elaboración de alimentos a partir de frutas, 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).

#### **2.4.1- 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. Los códigos nacionales e internacionales de construcción resultan necesarios para la protección de los trabajadores y de la planta, así como para la estandarización de los equipos del proceso. En el caso particular de las PyMEs en Cuba, se encuentra vigente la Instrucción M-11/12 - 33 - del 25 de septiembre de 2012 del MINAL (Instrucciones Generales Higiénico- Sanitarias y Tecnológicas para la Pequeña Industria Productora de Frutas y Hortalizas en Conserva) (Rivero,2019).

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

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. Saravacos y Kostaropoulos (2016) plantea que 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.

Los requisitos para la selección de los materiales son: peso total de la unidad, cantidad de material relativamente caro utilizado (aislamiento), calidad de partes de repuesto (material eléctrico), fabricación (acabado de superficies, tipo de soldadura), calidad y cantidad de acero inoxidable utilizado, y protección anticorrosiva (galvanización doble o electrolítica, pinturas especiales). Otros de los factores a tener en cuenta es la limpieza y sanidad en la construcción de los equipos, pues su superficie se encontrará en contacto con el alimento, por lo que deben mantenerse limpios y libres de material no deseado o que pueda interferir en el proceso, siendo considerado como un agente contaminante (Cabrera,2022).

Los principales materiales que se utilizan para construir los equipos que procesan alimentos son los metales, plásticos, y vidrio-cerámicas, aunque también, se usa la madera y algunas fibras naturales en determinadas aplicaciones especiales. Los materiales utilizados con estos fines deben tener fuerza mecánica, ser fáciles de fabricar y de reparar, presentar resistencia a la corrosión, poseer propiedades higiénicas y contar con las propiedades térmicas deseadas.

### **2.4.2- Variables controladas**

En los equipos se controlan diferentes variables con el objetivo de garantizar el adecuado funcionamiento del proceso productivo. Estas variables son de gran importancia ya que si varían durante la operación pueden afectar de manera negativa el proceso, por lo que deben mantenerse bien identificadas en los diferentes equipos.

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

**Tabla 2.1- Principales parámetros a controlar.**

<b>Equipo</b>	<b>Variable</b>	<b>Rango</b>	<b>Referencias</b>
<b>Tina de lavado de fruta</b>	Concentración de cloro en agua	0,5-1ppm	Díaz (2017)
<b>Marmita para la precocción</b>	Temperatura	75-80 °C	Villanueva (2016)
<b>Despulpadora</b>	Tamaño partícula	0.5 mm	Fisher Agro – Perú (2019)
<b>Tanque de almacenamiento temporal</b>	Temperatura	80-85 °C	CANAINCA (2013)
<b>Tina de lavado de envases</b>	Concentración de cloro en agua	2-3ppm	Villanueva (2016)

*Fuente: Sánchez, 2020.*

### **2.4.3- Selección de los principales equipos**

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 (Bravo ,2018).

Al seleccionar el equipamiento, se deben considerar varias características constructivas: dimensiones / peso; facilidad de limpieza; mantenimiento; estandarización de repuestos; calidad de los materiales; resistencia / durabilidad; automatización.

En el diseño de la planta, se debe tener en cuenta el espacio ocupado por el equipo de procesamiento y su peso. Las dimensiones del equipo también son importantes para la extensión o el reemplazo de las líneas de procesamiento de alimentos existentes.

Los equipos de alimentos generalmente se limpian diariamente después del procesamiento, pero si estos se usan para procesar diferentes productos (por ejemplo, un mezclador), deben limpiarse antes de cambiar a un nuevo programa



## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

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
- ✓ el impacto medioambiental (Saravacos y Kostaropoulos, 2016).

Estas especificaciones permitirán presupuestar aproximadamente cada uno de los equipos y generar la estimación del monto de inversión por concepto de equipamiento para la planta. El listado de los equipos permite también determinar la ponderación que tienen los equipos respecto a su costo y a sus características que los hagan considerarse como parte principal o crítica del proceso (Sánchez, 2020).

### **2.4.4- 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. Según lo establecido por MINAL (2012),

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

la limpieza se ejecutará de forma manual o mecánica con agua potable, la que tendrá volumen y presión suficiente para lograr su eficacia o ser recambiada cuantas veces sea necesario. Es necesario quitar las tapas y remojar los envases en un recipiente con solución de agua tibia y detergente en polvo o líquido al 1 % durante 20 minutos, para eliminar con facilidad la suciedad, y posteriormente restregar con cepillo o hisopo. Se enjuagarán con agua potable corriente hasta eliminar los restos del detergente utilizado y se escurrirán. De igual modo se procede con las tapas.

Posteriormente, los envases se desinfectarán sumergiéndolos en una solución de agua clorada a 25 ppm entre 3 y 5 minutos, enjuagándose de la forma antes mencionada. Si están muy sucios, se retira la suciedad utilizando agua potable caliente, frotando con una solución de agua tibia y detergente en polvo o líquido al 1 %, utilizando cepillos de cerdas de nylon. Luego enjuagar con agua potable y desinfectar con una solución de hipoclorito de sodio u otro compuesto del cloro si se tuviera, de 15 a 20 ppm por un tiempo de 10 a 15 minutos. Finalmente se enjuaga con agua clorada de 2 a 3 ppm, y ocurre lo mismo con las tapas.

### **2.5- Etapa 4: Análisis económico**

La industria de alimentos es una entidad económica que reúne los medios de producción necesarios para efectuar una transformación esencial en una materia prima que lleva a la consecución de un producto final con valor agregado. El objetivo principal es conseguir que el valor del producto supere al de la materia prima y a los gastos de manufactura (Tovar, 2009). Por esta razón, Ulrich (1985) afirma que resulta vital la sabiduría en la etapa de decisión acerca de la factibilidad de construir la planta, para evitar la pérdida de dinero y de oportunidad.

Un proceso industrial solo tiene estabilidad en el mercado y perspectivas de comercialización si su aspecto económico es favorable (Turton, 2018).

## **CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.5.1- Costos de inversión**

Al poner en marcha una planta cualquiera, implica necesariamente un gran esfuerzo inicial que se produce en la construcción y puesta en operación de nuevas capacidades productivas, de facilidades para la distribución del producto terminado y de las obras que están de una forma u otra vinculadas a la satisfacción de las necesidades existentes. Todo este esfuerzo inicial genera gastos en recursos materiales y humanos, los cuales, expresados en términos financieros, constituyen los costos de inversión de la alternativa propuesta (Rivero,2019).

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).

#### **2.5.1.1- 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.

1. 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).

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2. 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.

$$I_e = \sum l_i \quad \text{Ec.23}$$

Donde:

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

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

3. Estimar el costo total de inversión de la planta.

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

$$I = (I_e + (\sum f_i \cdot I_e)) \cdot f_l \quad \text{Ec.24}$$

Donde:

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

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

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

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

$$I = ((1 + \sum f_i) \cdot f_l) \cdot I_e \quad \text{Ec.25}$$

O lo que sería lo mismo

$$I = f_l \cdot I_e \quad \text{Ec.26}$$

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

$$f_L = (1 + \sum f_i) \cdot f_l \quad \text{Ec.27}$$

En el (Anexo 8) se muestran los valores del factor de Lang que se han reportado para distintos tipos de plantas, en función de las sustancias que procesan 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

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

equipos, contrario a lo que tal vez pudiera esperarse, pueden representar en muchas ocasiones una fracción no muy considerable dentro de la inversión total de una planta. Los cálculos del costo de capital en los casos de prediseño, se fijan normalmente a partir de precios antiguos. Debido a las condiciones cambiantes de la economía, se necesitan índices correctivos para ajustar los datos a un estado corriente o futuro (Peters y Timmerhaus, 1991).

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

$$C2=C1 \cdot I1/I2 \quad \text{Ec.28}$$

Donde:

C1: Costo de adquisición en el año base (CUP)

C2: Costo de adquisición (CUP) en el año deseado (CUP)

I1: 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.

### 2.5.2- 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

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

tienen lugar durante el proceso de elaboración de los productos terminados. Estos aspectos están resumidos en el (Anexo 9).

### 2.5.3- 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.

$$VP = p_{up} \cdot N \quad \text{Ec.29}$$

Donde:

VP: Valor de la producción (CUP/a).

$p_{up}$ : 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.

$$G = VP - CP \quad \text{Ec.30}$$

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.

$$cup = \frac{CP}{N} \quad \text{Ec.31}$$

Donde:

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

#### d) Punto de equilibrio:

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

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.

$$NO = \frac{CF}{pup - cuv} \quad \text{Ec.32}$$

$$cuv = \frac{cv}{N} \quad \text{Ec.33}$$

Donde:

*NO*: 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.

$$Rent = \frac{G}{CP} \cdot 100 \quad \text{Ec.34}$$

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).

$$C/P = \frac{CP}{VP} \quad \text{Ec.35}$$

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.

$$\%Ci = \frac{Ci}{cp} \cdot 100 \quad \text{Ec.36}$$

Donde:

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

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

$C_i$ : Elementos del costo de producción (CUP/a).

### 2.5.4- 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.

$$Rn = \frac{G}{I} \cdot 100 \quad \text{Ec.37}$$

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.

$$PRI = \frac{I}{G} \quad \text{Ec.38}$$

Donde:

$PRI$ : Plazo de recuperación de la inversión (a).

c) Valor actual neto:



## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

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:

$$VAN = S_0 + \frac{S_1}{(1+i_1)^1} + \frac{S_2}{(1+i_1)^2} + \dots + \frac{S_n}{(1+i_1)^n} \quad \text{Ec.39}$$

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 muestra a continuación:

$$TIR = i_1 - \frac{VAN(+)}{(i_1 - i_2) \cdot VAN(+)} - VAN(-) \quad \text{Ec.40}$$

Donde:

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

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

---

En este capítulo se pone en práctica la metodología y se muestran los resultados del desarrollo de cada una de las etapas de la propuesta preliminar del diseño de la mini-industria para el procesamiento de pulpa de mango.

#### **3.1- Definición de la propuesta**

Al llevar a cabo el diseño preliminar de la mini-industria para el procesamiento de mango, se debe partir de la propuesta del lugar donde es factible la ubicación de la misma y de los datos disponibles para su correcto funcionamiento.

##### **3.1.1- Macrolocalización de la planta**

Se propone ubicar la mini-industria en las inmediaciones del municipio Unión de Reyes, al suroeste de la provincia de Matanzas. Esta ciudad posee una densidad poblacional de 41,69 hab/km<sup>2</sup>. A partir del año 2000 después de haber sufrido un proceso de reestructuración, se dedica a la industria alimenticia: producción derivada de la harina, dulces, conservas de frutas, vegetales y la de hielo. En estos momentos se encuentra en incremento la industria agropecuaria, y la producción de materiales para la construcción.

La pulpa 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, con el propósito de aportar a la soberanía alimentaria y

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

autonomía del municipio. El destino de las producciones está dirigido al autoabastecimiento territorial.

### 3.1.2- Definición del tipo de proceso

En el decursar de los años, la industria de procesos ha demostrado su eficiencia en procesos continuos a gran escala. Siendo estos preferidos por encima de los discontinuos. 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. La planta propuesta tendrá un proceso batch, pues, el conjunto de todas las etapas conforma en general un proceso discontinuo. Según García (2017), un sistema discontinuo debe tener flujos menores que 5000 t/a, y en el caso de estudio se manejan flujos de hasta 25 t/a, razón por la cual se puede afirmar que se cumple con este criterio.

### 3.2- Caracterización del proceso tecnológico

El procesamiento de frutas consta de un grupo de etapas y operaciones que garantizan la calidad e inocuidad del producto deseado.

#### 3.2.1- Descripción general del proceso

A partir de lo explicado por Coronado e Hilario (2001), Torres (2007), CANAINCA (2013), Villanueva (2016) y Díaz (2017); se describen las etapas que conforman el proceso.

**Recepción:** Al ser recibida la materia prima (fruta) 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.

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

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 al ser recibida.

**Pesaje:** La fruta se traslada manualmente del área de recepción o almacén hacia la pesa, esto permite después poder determinar la productividad.

**Preselección y rechazo:** 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 manualmente 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 tinajas de lavado y enjuague.

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**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 laguna de oxidación.

**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. Este proceso es importante para romper las membranas celulares de la fruta. 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.

**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.

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Almacenamiento temporal de la pulpa:** 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 refinación, 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 pulpa, se realiza el envasado de la misma en el mismo equipo donde se almacena temporalmente.

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 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 le realiza un "baño de María. Luego son 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.

**Etiquetado:** El etiquetado del producto constituye la etapa final del proceso. 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

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

su posterior distribución. Se considera como una etapa del proceso, pues implica costos que se incluyen en el costo de producción.

### **3.2.2- Capacidad de la planta**

Se considera una capacidad de procesamiento para la mini industria propuesta de 271 kg diarios de mango. En base a dicho valor se efectuarán los balances de masa correspondientes, así como el análisis de factibilidad económica.

### **3.2.3- Definición de la jornada laboral**

El mango al ser un fruto de estación solo está presente durante 3 meses en el año (mayo - julio), 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 pulpa de mango. La planta operará 24 días al mes, con una jornada laboral de 8 horas al día, por las características que definen a este tipo de industria.

Un aspecto importante es el cronograma de producción o diagrama temporal, para una mejor planificación del proceso MDE (2009). En la elaboración de pulpas, para hacer un lote de producto, se deben tener en cuenta las siguientes etapas con su respectiva duración. La exactitud de los intervalos de tiempo depende 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: 3 h
- Trituración, precocción y refinación: 1 h
- Envasado: 1 h
- Almacenamiento del producto terminado: 1 h

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- 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 15 trabajadores directamente en la producción y un jefe de planta, para un total de dieciséis trabajadores.

### **3.2.5- Balances de materia y energía**

A partir del diagrama de bloques construido (Anexo 6) y de los flujos de materias primas a procesar y las relaciones entre estos se realizan los balances de materiales y energía.

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

En el Anexo 10 se muestran los datos inherentes a la fruta en cuestión. Los resultados de los balances de masa se muestran en el Anexo 11.

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.

Se calcularon los flujos de 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**

El resultado obtenido del balance de energía efectuado en la marmita de precocción se muestra en el Anexo 12.

Las temperaturas utilizadas son las mencionadas en la descripción del proceso.



## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

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 asume un 10% de pérdidas en marmita de precocción.

### **3.2.6- Indicadores productivos**

Los indicadores productivos miden la calidad del funcionamiento del proceso. 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 13, y proceden de datos obtenidos experimentalmente y publicados por Villanueva (2016).

La productividad de una entidad organizacional productiva se puede concebir como la relación entre su producción y el o los factores que hicieron esto posible. Implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos). 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

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

indicador fundamental para las mini-empresas. El resultado obtenido para este indicador es de 54,74.

### **3.2.7- Presentación del producto**

Debido a su disponibilidad, además de que son reciclables y por su poco volumen resulta práctico su traslado, el producto será presentado en botellas de vidrio de 350 ml. 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 (NC 452: 2014).

### **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**

El descubrimiento del acero inoxidable a principios del siglo XX fue un gran acontecimiento para la industria de alimentos y bebidas. Actualmente, más del 30% de todo el acero inoxidable producido se destina al sector alimenticio.

La mayoría de los equipos en contacto directo con productos alimenticios, emplea el acero inoxidable AISI 304 (Saravacos y Kostaropoulos, 2016).

Éste es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidables de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Tiene buenas características para la soldadura, la resistencia a la corrosión es excelente, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes corrosivos (SUMITEC, 2010). En el Anexo 14 se resumen sus propiedades.

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

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 pulpa de frutas es semiindustrial, 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**

Se conoce como molino triturador a máquinas que se utilizan para extraer y separar la semilla y la cáscara del fruto. 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 15.

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 3.3.2.1- Equipos para la precocción

El equipo más utilizado para la elaboración industrial y semi-industrial de pulpas según la bibliografía es la marmita (Torres, 2007; Díaz, 2009; Guerrero et al., 2012; CPMLN, 2012; Villanueva, 2016; VARONA, 2017; Otero, 2018). Las marmitas son utilizadas en la industria de procesamiento de alimentos en los que se involucran transferencias de calor; que es un digestor de vapor y es vista como Operación Unitaria, lo que es infalible en el campo de Ingeniería Química.

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 necesita una marmita para llevar a cabo el proceso de precocción. Luego de consultar diversos catálogos de fabricantes, se seleccionó una marmita eléctrica con agitador, cuya ficha técnica se muestra en el Anexo 16, evidenciando que es adecuada para las condiciones de operación de la planta.

### 3.3.2.1- Mesa de trabajo

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 17).

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.

### 3.4- Análisis económico

La mini-industria de procesamiento de mango con el fin de obtener su pulpa constituye una nueva capacidad industrial, por lo que es necesario realizarle un análisis de factibilidad económica.

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 3.4.1- Estimación de la inversión

El método más comúnmente utilizado en los proyectos que abordan estimaciones del tipo estudio, es la metodología de Lang. Técnica capaz de alcanzar una mayor exactitud que los métodos generales.

Para estimar el capital invertido en la planta a partir de dicha metodología, se determinó primeramente el costo base de los principales equipos del proceso. Dichos costos se muestran en el Anexo 18, 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 2022, con un valor de 825,9. Se puede apreciar que los costos más significativos son el de la marmita y el molino, seguidos de la habilitación de la cisterna.

Posteriormente se calculó el costo total del equipamiento tecnológico de la mini-industria a partir de la ecuación 23, obteniéndose un resultado de 146 115,6765 CUP.

La mini-industria manejará sólidos y fluidos por lo que el factor de Lang tiene un valor de 2,8 según se aprecia en el Anexo 8.

El material de construcción principal será el acero inoxidable (AISI 304).

Esto arroja un resultado de 409 123,8943 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.

### 3.4.2- Costos de producción

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

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

caso de las materias primas, la fuerza de trabajo, las facilidades auxiliares y el embalaje (Sánchez, 2020).

En el caso de las materias primas se toman las cantidades consumidas durante un año de funcionamiento de la planta, y se multiplican por el su costo unitario correspondiente.

Estos datos se presentan en el Anexo 19. 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 3400 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, la marmita, 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 la marmita, 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) (2022) 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 1,8 CUP 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

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

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 20 a, donde se obtiene un estimado del consumo eléctrico mensual de la planta (71,52 kWh). Teniendo en cuenta que la misma opera durante 3 meses al año, resulta un consumo anual de 214,56 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 20 b se muestran los valores obtenidos, resultando un total de 556.09 m<sup>3</sup> /a.

Para determinar el costo por concepto de utilidades se emplea el Anexo 20 c.

Con respecto al embalaje, se expresa la cantidad de pulpa producida en unidades de volumen a partir de la densidad media de la pulpa, la cual tiene un valor de 1,634 kg/m<sup>3</sup> según (UCLM, 2019), para luego determinar el número de botellas de vidrio de 350 mL de capacidad para envasar ese producto, el cual da un valor de 23865.78 u/a. Según los datos obtenidos en la cooperativa 13 de Marzo el costo unitario de la botella con chapa es de 6 CUP.

En el Anexo 21 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 22). A partir del análisis de la misma se puede notar que la materia prima es el costo más influyente, representando el 39,23 % de los costos totales, seguido por el costo de la fuerza de trabajo que representa un 29,187 % y el embalaje un 25,60%.

### **3.4.3- Indicadores económicos del proceso productivo**

En el Anexo 23 se identifican los principales indicadores económicos del proceso de producción. Se puede observar que los costos totales de producción son

### CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

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 pulpa en cuestión.

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 30 CUP para cada botella de pulpa 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 747 960 CUP/a, el cual evidentemente es superior al costo de producción, lo que arroja una ganancia de 188 806,136 CUP/a. El costo unitario del producto es de 22.42 CUP/kg, y como el precio unitario es de 30 CUP/kg, significa que es menos costoso producirlo que adquirirlo.

Otro indicador relacionado con esto es el costo por peso, que al determinarlo se obtiene un valor de 0,74 lo que implica que el costo de producir 1 CUP será de 74 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 33,76 % por lo que se puede afirmar que el proceso es rentable. Por su parte, el punto de equilibrio muestra un valor de 17 126,516 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 24. 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.



## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 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 y medio, 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 25) se efectúa el movimiento de fondos actualizado y, empleando como tasa de interés un 10 %, se obtiene un valor actual neto (VAN) de 692 373,3026 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 %, 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 46,14 %. 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.

## CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

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.

### **Conclusiones parciales del capítulo**

Una vez finalizado el presente capítulo, se ha podido arribar a las siguientes conclusiones parciales:

1. Se aplicó la metodología de diseño de plantas seleccionada para el proceso de elaboración de pulpa de mango.
2. Se efectuó la selección de los principales equipos que requiere el proceso productivo, donde se destacan las variables a controlar en cada uno de ellos.
3. La inversión necesaria para poner en funcionamiento esta planta se estima en 409 123,8943 CUP según la metodología de Lang, la cual se recuperará en 2 años y medio a través de la ganancia, que alcanza un valor anual de 188 806,136 CUP. Esto hace posible que el VAN resultante sea de 692 373,3026 CUP y la TIR de 43 %, por lo cual se acepta el proyecto de inversión.

### CONCLUSIONES

Como resultado final del trabajo desarrollado, se ha podido arribar a las siguientes conclusiones:

1. El diseño preliminar de una PyME de producción de pulpa de mango permitió contar con una planta que asimile los volúmenes altos de cosecha, lo que hace posible reducir las pérdidas de frutales en la cooperativa y a la vez obtener productos de calidad que satisfagan las necesidades de la población, con indicadores económicos favorables.
2. Se describió el proceso de elaboración de pulpa de frutas, a partir de las etapas, operaciones y variables fundamentales.
3. Se determinaron los flujos involucrados en el proceso a través de los balances de materiales.
4. Se seleccionaron los principales equipos, según la capacidad de la planta y las reglamentaciones establecidas para este sector de la industria alimentaria.
5. La valoración del proyecto arrojó resultados económicos satisfactorios, por lo cual se acepta la inversión.

## RECOMENDACIONES

### RECOMENDACIONES

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

1. La investigación debe continuar con propuestas donde se pueda mecanizar todo el proceso para humanizar el trabajo.
2. Construir una piscina de tratamiento del agua para reutilizarla en otros procesos.
3. Ubicar equipos para el traslado de los subproductos de la planta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agudelo-Martínez, Paola A.; Luna-Ramírez, Julio C.; Quintero-Castaño, Víctor D. Formulación y evaluación fisicoquímica de jugo de mora (*Rubus glaucus* Benth) enriquecido con calcio y vitamina C. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, v. 18, n. 1, 2020, p. 56-63. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v18n1.1411>.
2. 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.
3. Andrés, V.; Mateo-Vivaracho, L.; Guillamón, E.; Villanueva, M.J.; Tenorio, M.D. High hydrostatic pressure treatment and storage of soy-smoothies: Colour, bioactive compounds and antioxidant capacity. *LWT-Food Science and Technology*, v. 69, 2016, p. 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.033>
4. Asthon; Barrett, (2010). *Diseño organizacional bajo un enfoque sistémico para unidades empresariales agroindustriales*. Maestría en Ingeniería Administrativa. Escuela de Ingeniería de la Organización, Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
5. Barati, E., & Esfahani, J.A. (2013). A novel approach to evaluate the temperature during drying of food products with negligible external resistance to mass transfer. *J Food Eng*, 114(1), 39-46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.07.028>.
6. Barba, F.J., Parniakov, O., Pereira, S.A., Wiktor, V., Grimi, N., Bousetta, N., Saraiva, J.A., Roso, J., MartínBelloso, O., Witrowa-Rajchert, D., Lebovka, N., &

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Vorobiev, E. (2015). Current applications and new opportunities for the use of pulsed electric fields in food science and industry. *Food Res Int*, 77(4), 773-798. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.015>
7. Barbosa, G., y Bermúdez, D. (2010). Procesamiento no térmico de alimentos Nonthermal Processing of Food. *Scientia Agropecuaria* 181 – 93.
  8. 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.
  9. Brizuela, E., 1987. Aspectos fundamentales del diseño de plantas industriales. Tomos I y II. Ciudad de La Habana: Ed. ISPJAE.
  10. Castañeda, L. (2009). Alta dirección en las PyMEs. Ed. Poder. México, DF.
  11. 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.
  12. Chacón, S. (2006). Manual de procesamiento de frutas tropicales a escala artesanal, en El Salvador. Ministerio de agricultura y ganadería.
  13. Chapoñan, V., 2016. Proyecto para la instalación de una planta procesadora de mermelada a partir de 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. Colectivo

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

de autores, 2016. Incongruencias ¿enlatadas? Disponible en: <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2016-12-24/incongruencias-enlatadas/>

14. Chávez Zapata, G. M., Reinoso Pérez, E. D., & Urbina Poveda, M. A. (2022). Gestión del control interno para Pymes desde el gobierno corporativo e incidencia en los resultados financieros, sector agrícola. *Ciencia Digital*, 6(2), 6-27. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v6i2.2106>.
15. CHENG, CHUAN-XIANG; JIA, MENG; GUI, YAO; MA, YAQIN. Comparison of the effects of novel processing technologies and conventional thermal pasteurization on the nutritional quality and aroma of Mandarin (*Citrus unshiu*) juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 64, 2020, e102425. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102425>
16. 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.
17. Cruz J.N., Soares C.A., Fabbri A.D.T., Cordenunsi B.R., Sabato S.F. 2012. Effect of quarantine treatments on the carbohydrate and organic acid content of mangoes (cv. Tommy Atkins). *Radiación Physics and Chemistry Volumen 81, Issue 8, Pages 1059–1063*.
18. DAI, JINMING; BAI, MEI; LI, CHANGZHU; CUI, HAIYING; LIN, LIN. Advances in the mechanism of different antibacterial strategies based on ultrasound technique for controlling bacterial contamination in food industry. *Trends in Food Science & Technology*, v. 105, 2020, p. 211-222. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.016>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

19. DESHAWARE, S.; GUPTA, S.; SINGHAL, R.; VARIYAR, P.S. Influence of different pasteurization techniques on antidiabetic, antioxidant and sensory quality of debittered bitter gourd juice during storage. Food Chemistry, v. 285, 2019, p. 156-162. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.140>
20. 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.
21. 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.
22. European Commission (EU), (2014). Annual Report on European SMEs 2013/2014. Available in: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figuresanalysis/performance-review/files/supporting-documents/2014/annual-report-smes2014\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figuresanalysis/performance-review/files/supporting-documents/2014/annual-report-smes2014_en.pdf).
23. fcagr.unr.edu.ar. (12 de 2008). [www.fcagr.unr.edu.ar](http://www.fcagr.unr.edu.ar). Obtenido de <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/26/3AM26.htm>
24. Fischer Agro – Perú. (2019). Ficha técnica de la despulpadora PULP–100 DAM, marca FISCHER. Lima, Perú.
25. Frutisel, 2019. Mini-industria de elaboración de alimentos “Frutisel”. Frutas Selectas. Matanzas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

26. Gamboa, J., Rodríguez, J., Carvajal, G., y Pilamala, A. (2016). Application of emerging echnologies to fruits processing with high nutritional quality. – A review. *Rev. Colomb. Investing agroindustriales*. 2016 p- 57-75
27. García Pérez, S. L. (2017). Las empresas agropecuarias y la administración financiera. *Revista Mexicana de Agro negocios*, 40, 583-594. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14152127007>
28. 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.
29. GIRALDO-GIL, ALEXANDER; OCHOA-GONZÁLEZ, OSCAR-ALBERTO; CARDONA- SEPÚLVEDA, LUIS-FERNANDO; ALVARADO-TORRES, PEDRO-NEL. Venting stage experimental study of food sterilization process in a vertical retort using temperature distribution tests and energy balances. *Case Studies in Thermal Engineering*, v. 22, 2020, e100736. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2020.100736>
30. Gómez, L., 2015. Apuestan por mini-industrias para procesamiento de frutas y vegetales. Disponible en: <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2015-01-27/apuestan-por> mini industrias-para-procesamiento-de-frutas-y-vegetales.
31. Gómez, P. (2008). Plan General de Contabilidad de PyMEs. Ed. Prentice Hall. México D.F.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

32. 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. Perú.
33. Herrera, E. (2021). 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 Ingeniero Químico. Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Matanzas.
34. HRADECKY, J.; KLUDSKA, E.; BELKOVA, B.; WAGNER, M.; HAJLSLOVA, J. Ohmic heating: A promising technology to reduce furan formation in sterilized vegetable and vegetable/meat baby foods. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 43, 2017, p.1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.07.018>
35. H. Rolón-Ortiz, C. Acevedo-Peñaloza, Y. Villamizar-González, “Análisis térmico, modelamiento matemático y simulación de un reactor de agitación discontinuo para volumen específico,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 18, no. 1, pp. 39-48, 2019. doi: 10.18273/revuin.v18n1-2019003.
36. HUANG, HSIAO-WEN; HSU, CHIAO-PING; WANG, CHUNG-YI. Healthy expectations of high hydrostatic pressure treatment in food processing industry. *Journal of Food and Drug Analysis*, v. 28, n. 1, 2020, p.1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2019.10.002>
37. HU, KAI; PENG, D.A.; WANG, LAN; LIU, HAO; XIE, BIJUN; SUN, ZHIDA. Effect of mild high hydrostatic pressure treatments on physiological and physicochemical

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- characteristics and carotenoid biosynthesis in postharvest mango. *Postharvest Biology and Technology*, v. 172, 2021, e111381. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111381>
38. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI), (2010). Producción generada por empresas. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/.../perspectiva-gto.pdf>.
39. International Dynamic Advisors (INTEDYA). (2021). Las MiPyMEs, clave para una recuperación inclusiva y sostenible. <http://cochabamba.intedya.com/formacion/actualidad.php?id=3114>
40. International Finance Corporation (IFC), (2010). Small and medium enterprise finance: new findings, trends and G-20/global partnership for financial inclusion progress. Available in: <http://www.gpfi.org/sites/default/files/documents/SME%20Finance%20New%20Findings,%20Trends%20and%20G20%20GPFI%20Progress.pdf>.
41. 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.
42. Jiménez, A., 2003. Diseño de procesos en Ingeniería Química. Barcelona: Ed. Reverté. 257 p.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

43. Lara, E., Medina, R., & Reyes, C. 2018. Evaluación de factibilidad técnica de proceso para obtención de jugo clarificado, concentrado en sacarosa, a partir del mango criollo *Mangifera indica*, Vol. 135.
- 44.. 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.
45. Macías, N., Intriago, M. y Arteaga, M. (2022). La tecnología en la producción de las pymes agrícolas de Portoviejo. *ECA Sinergia*, 13(2), 95-106. [https://doi.org/10.33936/eca\\_sinergia.v13i2.4386](https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v13i2.4386).
46. MANIGLIA, BIANCA C.; CASTANHA, NANCY; ROJAS, MELIZA-LINDSAY; AUGUSTO, PEDRO E.D. Emerging technologies to enhance starch performance. *Current Opinion in Food Science*, v. 37, 2021, p. 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.09.003>
47. MARTÍN-VERTEDOR, DANIEL; RODRIGUES, NUNO; MARX, ÍTALA M.G.; VELOSO, ANA C.A.; PERES, ANTÓNIO M.; PEREIRA, JOSÉ-ALBERTO. Impact of thermal sterilization on the physicochemical-sensory characteristics of Californian-style black olives and its assessment using an electronic tongue. *Food Control*, v. 117, 2020, e107369. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107369>
48. Meqdadi, Osama; Johnsen, Thomas; Johnsen, Rhona, (2012). The Role of SME Suppliers in Implementing Sustainability. IPSERA 2012 Conference. Napoli, Italy

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

49. 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.
50. 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.
51. Moncayo, D.C., *et al.* (2017). Manual práctico de bpm y procesamiento de frutas fundación agraria de Colombia programa de ingeniería de alimentos. <https://www.researchgate.net/publication/333673176>Fundación agraria de Colombia.
52. Moya, D. P. (2021). ¿Conoces la importancia de las pymes? \_ ¡Te la explicamos! Obtenido de: <https://www.gestionar-facil.com/importancia-de-las-pymes>
53. NC 224:2014. Mango - Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización (ONN).
54. NC 340:2015. Guayaba - Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización (ONN).
55. NC 444:2016. Papaya - Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización (ONN).
56. NC 445:2015. Piña - Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización (ONN).
57. NC 452:2014. Envases, embalajes y medios auxiliares destinados al contacto con alimentos - Requisitos sanitarios generales. Oficina Nacional de Normalización (ONN).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

58. ONU. (2018). La ONU considera que las pymes son la espina dorsal de la economía y las mayores empleadoras del mundo. Violencia Machista.
59. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. (2020). Major tropical fruits - Preliminary market results 2019. Rome, 3–4.
60. 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.
61. Parzanese, T. M. (2015). <http://www.alimentosargentinos.gob.ar>. Obtenido de [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/55/productos/R55\\_vegetales.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/55/productos/R55_vegetales.pdf).
62. PERDOMO-LAMILLA, CAROLINA; VAUDAGNA, SERGIO R.; CAP, MARIANA; RODRIGUEZ, ANABEL. Application of high pressure-assisted infusion treatment to mango pieces: Effect on quality properties. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 64, 2020, e102431. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102431>
63. 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.
64. Peters, Max S.; Timmerhaus, Klaus D. (1991). Plant design and economics for chemical engineers. 4th Edition. University of Colorado: Ed. McGraw - Hill.
65. Quintero-Castaño, V., Duque-Cifuentes, A. L, Giraldo-Giraldo, G., Amaya-Cruz, D. y Balsero-López, C. 2011. Caracterización Físicoquímica Del

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mango Común Durante Su Proceso De TEMAS AGRARIOS - Vol. 16:(1) Enero - junio 2011 (52 - 63) 63 Maduración. Revista acta agronómica. Artículo en impresión.
66. Pino Astorga C, Cancino Bascuñan V, Salva Aspee R, Rodríguez Palleres X. Evaluación del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en fundaciones sociales de la Región Metropolitana de Chile. Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud. 2022; 20(1): 85-97
67. Plaza, P.M.; Blanco, B.E., (2015). "Análisis de los problemas que enfrentan las PyMEs Agrícolas para su participación en el desarrollo económico local". Rev. Publicando, 2 (5), 256-264. ISSN 1390-9304.
68. Pozo, J. M. (2007) Desarrollo de las PyMEs latinoamericanas. El caso de Cuba. [Monografía].
69. Quintero V., Giraldo G., Lucas L, Vasco J. 2013. Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica* L.) durante su proceso de maduración. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 11 No. 1 (10 - 18).
70. Ramos, Y., (2013). La Pequeña y Mediana Empresa en Cuba. Disponible en : <http://oncubamagazine.com/economia-negocios/la-pequena-y-mediana-empresa-en-cuba>.
71. Reina, S.; Zúñiga, D., (2009). MSMEs in the food sector. A powerful sector in the new global economy. Universidad de San Buenaventura. Colombia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

72. RIOS-CORRIPIO, GABRIELA; WELTI-CHANES, JORGE; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, VERÓNICA; GUERRERO-BELTRÁN, JOSÉ-ÁNGEL. Influence of high hydrostatic pressure processing on physicochemical characteristics of a fermented pomegranate (*Punica granatum L.*) beverage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 59, 2020, e102249. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102249>
73. 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.
74. Rodríguez, A. (2020). Las PYMES y la reforma del modelo cubano: ayúdame que yo te ayudaré. El Estado como tal.
75. Rodríguez, M. (2022). Desafíos para el consumo de frutas y verduras challenges for the consumption of fruits and vegetables. *Rev. Fac. Med. Hum.*19(2):00-00.
76. RUIZ, V.; ALONSO, R.; SALVADOR, M.; CONDÓN, S.; CONDÓN-ABANTO, S. Impact of shoulders on the calculus of heat sterilization treatments with different bacterial spores. *Food Microbiology*, v. 94, 2021, e103663. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103663>.
77. Salazar, M. A., *et al.* (2019). Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos en frutas frescas. Instituto Universitario de la Paz. Colombia.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

78. 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.
79. Saravacos, G.; Kostaropoulos, E., 2016. Handbook of Food Processing Equipment. 2nd Edition. Switzerland: Springer. 775 p.
80. Serna-Cock Liliana, Torres-León Cristian y Ayala-Aponte Alfredo, 2015. Evaluación de Polvos Alimentarios obtenidos de Cáscaras de Mango (*Mangifera indica*) como fuente de Ingredientes Funcionales. Información Tecnológica Vol. 26 (2) 41-50
81. Sibaja Li, P. (2015). Evaluación del efecto de la aplicación de tecnologías emergentes (ultrasonido y ultravioleta) sobre la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de jugo de cas (*Psidium friedrichsthalianum*) (Berg.) Niedz.) y agua de pipa (*Cocos nucifera* L).
82. SUMITEC, Suministros técnicos S.A. 2010. AISI 304. [En línea] 2010. <http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf>.
83. Taneja, S.; Pryor, M.G.; Hayek, M., (2016). Leaping innovation barriers to small business longevity. *Journal of Business Strategy*, 37 (3), 44-51.
84. Tharanathan R.N., Yashoda H.M. & Prabha T.N. 2007. Mango (*Mangifera indica* L.), "The King of Fruits"—An Overview. *Food Reviews International*, 22:95–123.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

85. 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.
86. 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.
87. Turton, R., et al., 2018. Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes. 5th Edition. West Virginia: Ed. Prentice Hall. 1 549 p.
88. UCLM, 2019. Dimensionado de maquinaria e instalaciones. Disponible en: <http://previa.uclm.es>
89. Ulrich, G.D., 1985. Diseño y economía de los procesos de Ingeniería Química.
90. Unión Eléctrica (UNE), 2021. Sistema Tarifario Eléctrico.
91. Vila, R. (2006). Caracterización físico-química del membrillo japonés (*Chaenomeles* sp. Lindl.). Desarrollo fisiológico y conservación frigorífica. Tesis para optar al grado de Doctor. Departamento de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología. UNIVERSIDAD DE MURCIA.
92. Villanueva, S.J. (2016). Introducción a la Tecnología del Mango. CIATEJ. Tecnología Alimentaria. 1era Edición. Jalisco, México.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

93. Wall Medrano, A., *et al.* (2015). El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud. *Nutr Hosp.*31(1):67-75. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México.
94. WOLBANG, CARLA M.; FITOS, JACQUELINE L.; TREEBY, MICHAEL T. The effect of high-pressure processing on nutritional value and quality attributes of Cucumis melo L. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 9, n. 2, 2008, p. 196-200. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.08.001>
95. Yarbredy Vázquez, L.A. (2014). Importance of SMEs in the world. Recommendations for Cuba. *Revista cubana de economía INTERNACIONAL*, <http://www.rcei.uh.cu>.
96. Yanes, V.M. (2018). Correlación existente entre el contenido de sólidos solubles totales y grado de acidez con las longitudes de ondas obtenidas mediante la espectroscopia Vis/NIR en la poscosecha del cultivo de la fruta bomba (Carica papaya L.). (Trabajo de Diploma). Departamento de Ingeniería Agrícola, Universidad Central "Marta Abreu" Las Villas.

## ANEXOS

## Anexo 1: Características nutricionales de las frutas.

NUTRIENTE	CONTENIDO EN FRUTAS Y VERDURAS
Agua	Constituyen entre el 60 y 95% del peso fresco de la porción comestible.
Fibra	Se presenta en forma por fibra soluble (pectinas) y fibra insoluble (celulosa y hemicelulosa) en proporciones variables según el vegetal, con valor en general entre el 2 y el 9 %.
Vitaminas	Forman parte de fitoquímicos o compuestos químicos naturales biológicamente activos que actúan como antioxidantes, es el caso de las vitaminas A, C y E, vitaminas del complejo B como la tiamina, el niacina, la vitamina B6.
Minerales	El magnesio, el potasio y el zinc se encuentran en cantidades significativas en algunas frutas.
Energía	Las frutas presentan un contenido calórico relativamente bajo debido a su bajo aporte de grasas y carbohidratos.
Lípidos	El contenido es inferior al 1%, con excepción de frutas como el coco, el aguacate. Algunas tienen contenido de grasa en forma de ácidos grasos mono y poliinsaturados significativo como el chontaduro (25,7 gr/100 g), el coco (27,0 gr/100gr) y el aguacate (13,3g/100g). La fracción lipídica de las frutas corresponde a <del>ácidos grasos, lípidos, glicolípidos, fosfolípidos, carotenoides, triterpenoides y ceras.</del> <u>ácilglicéridos, glicolípidos, fosfolípidos, carotenoides, triterpenoides y ceras.</u> Se encuentran en forma de fructosa en proporción de 1-8 % en las frutas siendo mayor en las frutas maduras.
Carbohidratos	La remolacha contiene azúcar (10,4g/100g). Algunas frutas contienen almidones, como la guanábana (11,9g/100g) y del banano (20,45 g/100g).
Proteínas	Las frutas contienen 0,1-1,5% de compuestos nitrogenados. Las proteínas constituyen un 35-75% en las frutas.

Fuente:(Rodríguez,2020).


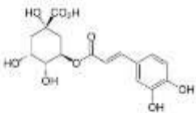
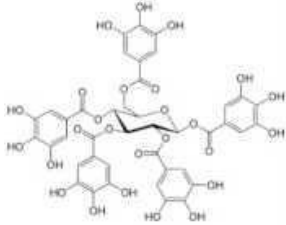
## Anexo 2: Beneficios para la salud Humana del consumo de frutas.

BENEFICIO	EVIDENCIA CIENTÍFICA
Calidad de la dieta	Incrementa el índice de calidad de la dieta.
Sobrepeso y Obesidad	Disminuyen el tejido graso, controlan el exceso de peso.
Enfermedad isquémica	Reducen en un 4% el riesgo de padecer enfermedad isquémica fatal, por cada 80 g de frutas adicionales consumidos.
Niveles de lípidos en sangre	La concentración de triglicéridos y colesterol LDL en sangre es menor en adolescentes que consumen frutas, comparados con los que tienen baja ingesta.  Presentan efecto protector significativo para adenoma colorectal.
Protección contra adenoma	Minimizan el efecto de los radicales libres sobre la alteración las macromoléculas y procesos celulares que originan el cáncer, diabetes y enfermedades reumatoideas.
Disminución de los efectos del estrés oxidativo	A mayor contenido de frutas mayor poder antioxidante total de la alimentación.
Poder antioxidante	Otorgan efecto antitrombótico y anticoagulante a la dieta.
Efecto antritrombótico	Ejercen efecto protector contra la hipertensión tanto sistólica como diastólica del consumo de mínimo 400 g diarios.
Protección contra la hipertensión	Ejercen efecto protector contra la hipertensión tanto sistólica como diastólica del consumo de mínimo 400 g diarios.

Fuente:(Rodríguez,2020).

## Anexo 3:

*Actividad de los principales compuestos presentes en el Mango*

<i>CF</i>	<i>Mecanismo/Efecto</i>
	<p>Anti-cáncer: Induce apoptosis dosis-dependiente, cambios en la morfología celular y pérdida de viabilidad en células cancerígenas de próstata, colon y pulmón.</p>
	<p>Anti-inflamatorio: Suprime la expresión de citoquinas inflamatorias</p>
	<p>Protección al DNA: Reducción de riesgo por radiaciones</p>
	<p>Anti-obesidad: Regulación sobre el metabolismo de la glucosa y lípidos</p>
	<p>Anti-diabetes: Estimula transporte de glucosa y disminuye adipogénesis por un efecto mimético a la insulina por PGG</p>
	<p>Anti-inflamatorio: PGG muestra potencial anti-inflamatorio inhibiendo la actividad de Cox-2</p>

Fuente: (Wall *et al.*, 2015).

#### Anexo 4: Comparación entre procesos discontinuos y continuos

<b>Características</b>	<b>Discontinuo</b>	<b>Continuo</b>
<b>Operación de procesos</b>	Ocurre una secuencia específica	Es continuo, simultáneo
<b>Diseño de equipos, uso</b>	Diseñado para obtener muchos productos	Diseñado para obtener productos específicos
<b>Producto</b>	Cantidad limitada	Flujo continuo
<b>Entorno</b>	Variable, a menudo cambia notablemente entre operaciones	Usualmente, estado fijo con presión, flujo y cantidades constantes
<b>Intervención del operador</b>	Necesario, regularmente como parte de las operaciones de trabajo	Principalmente, para corregir condiciones anormales

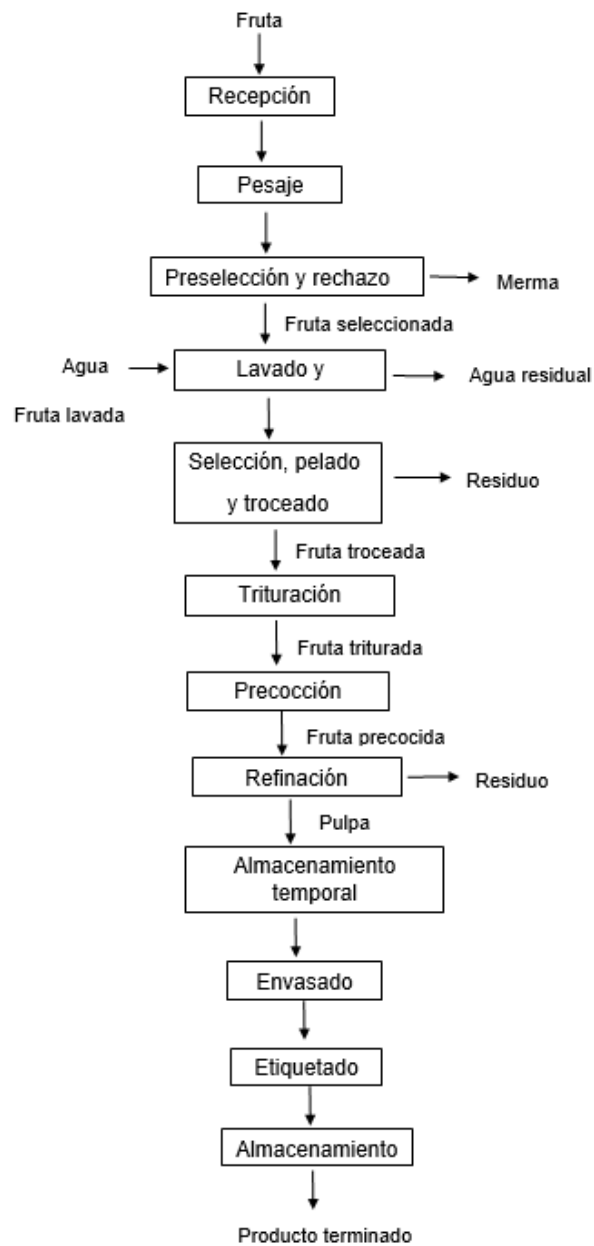
## Anexo 5: Etapas y operaciones involucradas en el proceso.

No.	Etapas del proceso	Operaciones de cada etapa
1	<b>Preparación de la materia prima</b>	Recepción de la materia prima Pesado Preselección y rechazo Lavado y enjuague Selección, pelado y troceado
2	<b>Trituración y cocción de la materia prima</b>	Trituración Precocción Refinación de pulpa
3	<b>Envasado</b>	Almacenamiento temporal de la pulpa Envasado Tapado
4	<b>Almacenamiento del producto</b>	Enfriamiento Etiquetado Almacenamiento del producto

Fuente: Otero (2018).



## Anexo 6: Diagrama de bloques del proceso de obtención de pulpa de frutas.



## **Anexo 7: Control de calidad y presentación.**

### 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).

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 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; NC 340:2015; NC 445:2015; NC 444:2016; 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. Por otra parte, es importante entender que mientras más corto sea el tiempo que pase desde que llega hasta que es procesada, mejor es la condición que presentarán las frutas frente a las exigencias del proceso, y mejor será la calidad del producto final.

### 7.2) Calidad del producto:

En el caso del producto terminado, existen parámetros normados que aseguran la calidad del mismo. La pulpa, como todo alimento para consumo humano, debe ser elaborada con las máximas medidas de higiene que aseguren la calidad y no pongan en riesgo la salud de los consumidores. Por lo tanto, debe fabricarse en buenas condiciones de sanidad y con un óptimo estado de las frutas. No debe contener antisépticos. Debe estar libre de bacterias patógenas (Coronado e Hilario, 2001).

Es un producto que posee características organolépticas de olor y sabor agradables que lo hacen valioso, además de su valor nutritivo. El control de calidad se realiza para garantizar que se obtiene un producto sano y apto para ser consumido (Torres, 2007). Por último, existirá un control e inspección del producto terminado para verificar y registrar la presentación final del producto (Chapoñan, 2016).

A continuación, se mencionan las principales especificaciones generales, tal como establecen Benites, et al. (2016) y Villanueva (2016).

- La cantidad de fruta utilizada como ingrediente en el producto terminado no deberá ser menor a la establecida para este tipo de producto.
- Color, olor y sabor apropiados para el tipo de fruta utilizada como ingrediente en la preparación.
- El producto deberá estar exento de la presencia de materia vegetal como cáscara o piel.
- El envase deberá llenarse bien con el producto, que deberá ocupar no menos del 90 % de la capacidad del mismo.
- La etiqueta adherida al envase debe contener toda la información necesaria con relación al producto.

### 7.3) Conservación:

La preservación de alimentos puede definirse como el conjunto de tratamientos que prolonga la vida útil de aquellos, manteniendo sus atributos de calidad, incluyendo color, textura, sabor y especialmente valor nutritivo.

Se debe tener en cuenta que el uso de envases adecuados es particularmente importante, si se considera que los procesos, como la esterilización, no tendrían ninguna validez si su envase no evita la recontaminación después del mismo. Este producto está considerado dentro del grupo de los no perecederos, con una duración estimada de varios meses, según el criterio de Villanueva (2016).

### 7.4) Presentación del producto:

MINAL (2012) explica que los envases brindarán a los alimentos una adecuada protección contra posibles contaminantes o adulteraciones, por lo que tanto estos como los embalajes y medios auxiliares tendrán las condiciones higiénicas sanitarias requeridas para su empleo.

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. 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).

**Anexo 8: Factores de Lang para la estimación de la inversión en plantas químicas.**

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

Fuente: Tovar (2009).

### **Anexo 9: Elementos o componentes que constituyen el costo de producción:**

#### a) Costo de la materia prima (CMP):

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 mantenimiento o reparación (CMant):

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.

#### c) Costo de la fuerza de trabajo utilizada en el proceso productivo (CFTrab):

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.

d) 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:

$$D = \frac{V_0 - V_f}{td} \quad \text{Ec. 9.1}$$

Donde:

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

*td*: Plazo de vida útil de la planta (a).

*V<sub>0</sub>*: Valor económico inicial de la planta (CUP).

*V<sub>f</sub>*: 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.

e) Costo de facilidades auxiliares (CFAux):

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.

f) Costo de suministros de operación (CSum):

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.

g) Costos de laboratorios (CLab):

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.

h) Costos de embalaje (CEmb):

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

i) Costos generales (CGen):

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.

j) Costos de administración o dirección (CAdm):

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.

$$CV = CMP + CFTrab + CFAux + CLab + CEmb \quad \text{Ec.9.2}$$

$$CF = CMant + Dep + CSum + CGen + CAdm \quad \text{Ec.9.3}$$

$$CP = CV + CF \quad \text{Ec.9.4}$$

**Anexo 10: Datos para la realización de los balances de materiales.**

<b>Equipos</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Mango</b>
Mesa de preselección	Merma	%	5
Mesa de selección, pelado y troceado	Cáscara		24
	Huesos		0
	Merma		6
Molino triturador/ deshuesador	Residuos		0
	Semillas		16
Molino refinador	Residuos		2

## Anexo 11: Resultados obtenidos en los balances de masa.

<b>Equipos</b>	<b>Flujos (kg/d)</b>	<b>Valor</b>
<b>Mesa de preselección</b>	Fruta (F)	271
	Fruta seleccionada (FS)	257.45
	Merma (M)	13.55
<b>Tina de lavado</b>	Fruta lavada (FL)	257.45
	Agua de lavado (AL)	772.35
<b>Tina de enjuague</b>	Fruta enjuagada (FE)	257.45
	Agua de enjuague (AE)	772.35
<b>Mesa de selección, pelado y troceado</b>	Fruta pelada y troceada (FT)	180.215
	Residuo 1 (R1)	77.235
<b>Molino triturador/ deshuesador</b>	Fruta triturada (Ftr)	151.385
	Residuo 2 (R2)	28.83
<b>Marmita de precocción</b>	Fruta precocida (FP)	151.385
<b>Molino refinador</b>	Pulpa (P)	148.357
	Residuo 3 (R3)	3.027

## Anexo 12: Resultados de los balances de energía.

Equipos	Parámetros	Valor	Unidades
Marmita de precocción	Calor específico de la fruta triturada ( <b>CpFTr</b> )	3,74	kJ/kg°C
	Temperatura de salida de la fruta ( <b>TFP</b> )	80	°C
	Temperatura de entrada de la fruta ( <b>TFTr</b> )	25	°C
	Temperatura media ( <b>T</b> )	52,5	°C
	Humedad de la fruta ( <b>Xw</b> )	80	%
	Calor absorbido ( <b>Qabs</b> )	31139.89	kJ/d
	Pérdidas de energía ( <b>%Per</b> )	10	%
	Calor cedido ( <b>Qced</b> )	34599.8	kJ/d

**Anexo 13: 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	1

Fuente: Villanueva (2016).

## Anexo 14. Propiedades del acero inoxidable 304

<b>Propiedades Mecánicas</b>	Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI) Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI) Elongación 30 % (en 50mm) Reducción de área 40 % Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)
<b>Propiedades Físicas</b>	Densidad 7.8 g/cm <sup>3</sup> (0.28 lb/in <sup>3</sup> )
<b>Propiedades Químicas</b>	0.08 % C mín. 2.00 % Mn 1.00 % Si 18.0 – 20.0 % Cr 8.0 – 10.5 % Ni 0.045 % P 0.03 % S
<b>Usos</b>	Equipos para procesamiento de alimentos, enfriadores de leche, intercambiadores de calor, contenedores de productos químicos, tanques para almacenamiento de vinos y cervezas, partes para extintores de fuego.

Fuente: (SUMITEC, 2010)

## Anexo 15: 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**

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

**III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO**

<b>Costo de electricidad S./hora</b>	S/.0.50/Hr aproximadamente con tarifa BT5B (S/.0.40/kwh)
<b>Repuestos que utiliza la máquina</b>	Tamiz, Correas, rodajes, etc.
<b>Mano de obra necesaria</b>	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**

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



## Anexo 16: 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 17: Mesa de trabajo seleccionada**



Fuente: Varona (2017).

**Anexo 18: Costo base de los principales equipos del proceso**

<b>Equipos</b>	<b>Características</b>	<b>Detalles</b>	<b>Material</b>	<b>Función</b>	<b>No. De unidades</b>	<b>Costo unitario (CUP)</b>	<b>Referencia</b>
<b>Tinas</b>	1x1x1 m Capacidad de 1m <sup>3</sup>	Azulejada por dentro y bordes	Concreto enchapado	Para lavar, enjuagar y enfriar	4	1785,07	Otero (2018)
<b>Cisterna</b>	Capacidad de 8 m <sup>3</sup>	-	Concreto	Almacenamiento de aguas residuales	1	21247,41	
<b>Mesa</b>	Mesa con desnivel de 45° 1200x800x900 mm	División a 200 mm bordes para contención del producto	AISI 304	Varios trabajos	4	3460,49	Varona (2017)
<b>Molino Triturador</b>	Tipo: Martillo Consumo:4 kW Capacidad: 250kg/h Tamiz:0.15 - 8 mm	Con kit de mallas de acero inoxidable	AISI 304	Triturar la fruta	1	23974,72	Fisher-Agro Perú (2019)
<b>Marmita</b>	Capacidad: 200L	Con eje de volteo, agitador y tapa	AISI 304	Precocción	1	88034,89	NEGAVIM DEL PRU (2019)
<b>Tanque de almacenamiento temporal</b>	Capacidad: 1 m <sup>3</sup>	-	Acero al carbono	Almacenar pulpa	1	3460,49	Bravo (2018)
<b>Tanque de agua elevado</b>	Capacidad: 8 m <sup>3</sup>	-	Plástico	Almacenamiento de agua	1	4152,58	Otero (2018)

## ANEXOS

### Anexo 19: Datos para el cálculo del costo de materias primas.

Materia Prima	Mango	Cantidad necesaria (kg/a)	Costo (CUP/lb)	Referencia
		25 000	4	Acopio 2022

**Anexo 20: 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	1	1	1,49
Consumo diario [kWh]				2,98
Consumo mensual [kWh]				71,52
Consumo anual [kWh]				214,56

**b) Datos para el cálculo del costo de agua.**

Uso	Valor	
Lavado	772,35	Consumo (kg/a)
Enjuague	772,35	
Limpieza e higiene	3089,4	
	4634,1	Consumo total (kg/a)
	556,092	Consumo total (m <sup>3</sup> /a)

**c) Costo unitario de las utilidades**

Utilidad	Costo unitario	Unidades	Referencia
Agua	2,34	[CUP/m <sup>3</sup> ]	GOC-2021-133-EX7
Electricidad	1,8	[CUP/kWh]	GOC-2021-346-EX26

## ANEXOS

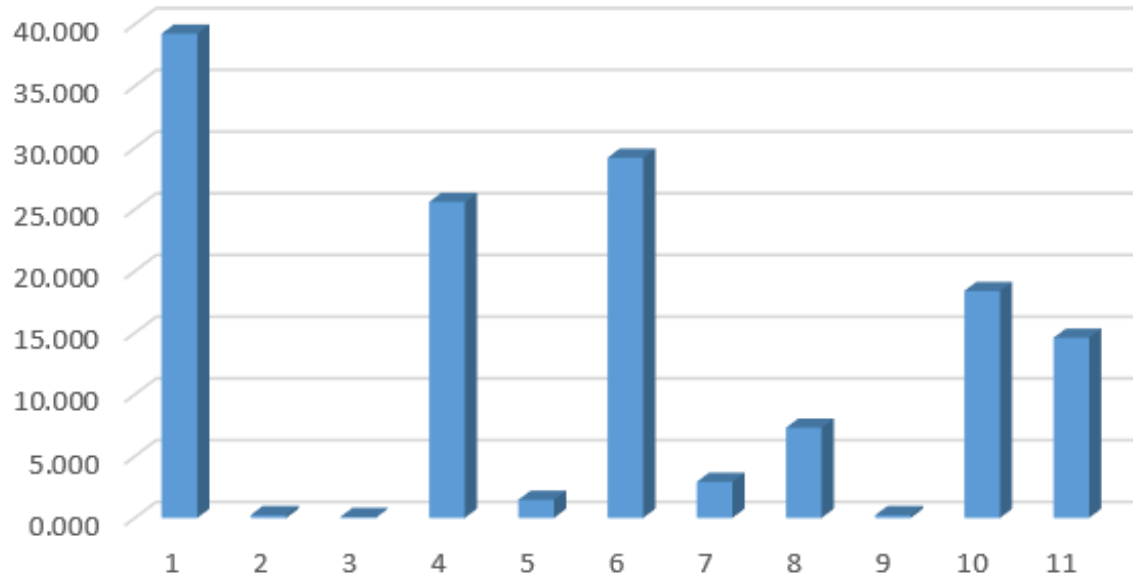
### Anexo 21: Resultados de los cálculos de los costos de producción.

	Costos	Criterio	Referencia	Valores (CUP/a)
Costos variables	Materias primas (CMp)	-	-	219 401,6
	Costo de facilidades auxiliares (CFAux)	-	-	1 687,458
	Embalaje (CEmb)	-	-	143 194,68

## ANEXOS

	Costos	Criterio	Referencia	Valores
Costos fijos	Mantenimiento o reparación (CMant)	2-3% anual de la inversión	Brizuela (1987)	8 182,47
	Fuerza de trabajo (CFTrab)	Salario medio: 2800CUP/mes		163 200
	Laboratorio (CLab)	10-20% de CFTrab	Brizuela (1987)	16 320
	Depreciación (Dep)	10% anual de la inversión	Turton (2018)	40 912,38
	Suministros de operación (Csum)	15% de CMant	Brizuela (1987)	12 27,37
	Generales (CGen)	50-70% de (CFtrab+CMant)		102 829,48
	Administración o dirección (CAdm)	50-60% de CFTrab		81 600

Anexo 22: Estructura de costos del proceso.



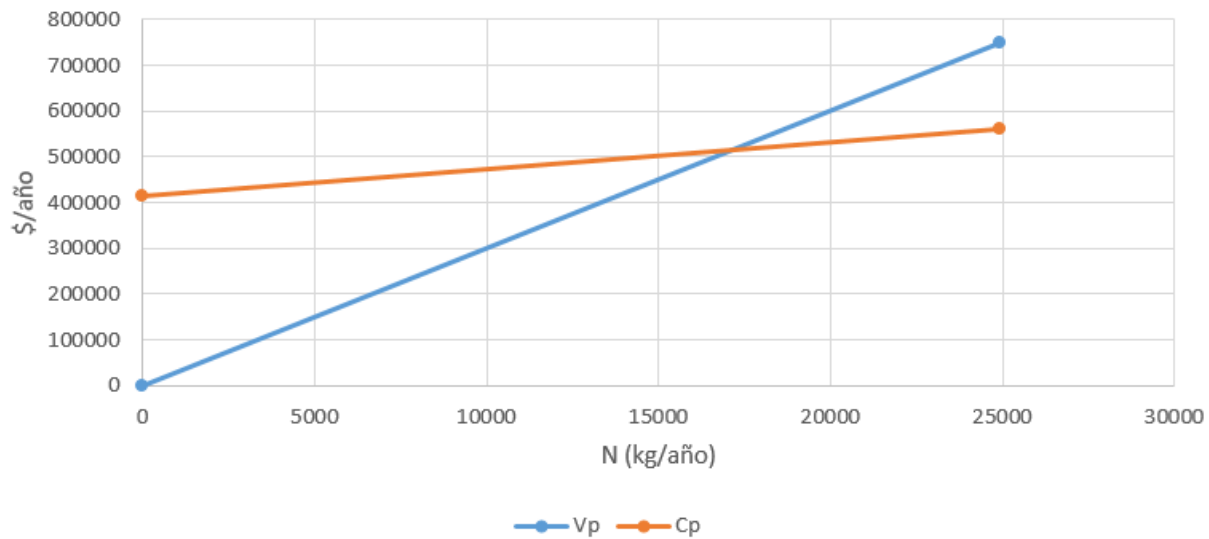


## ANEXOS

### Anexo 23: Resultados de los indicadores económicos de la producción.

Indicadores	Valores	Unidades
Costos variables	144882.138	(CUP/a)
Costos fijos	414271.7257	(CUP/a)
Costo de producción	559153.864	(CUP/a)
Valor de la producción	747960	(CUP/a)
Ganancia	188 806,136	(CUP/a)
Costo unitario del producto	22.42	(CUP/kg)
Punto de equilibrio	17 126,516	(kg/a)
Rentabilidad	33,76	%
Costo/peso	0,74	-

Anexo 24: Gráfico del punto de equilibrio.



## ANEXOS

### Anexo 25: Flujo de caja.

Flujo de caja	Interés =	0.1										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Inversión	409123.8943	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos	0	747960	747960	747960	747960	747960	747960	747960	747960	747960	747960	747960
Egresos	409123.8943	568696.404	568696.404	568696.404	568696.404	568696.404	568696.404	568696.404	568696.404	568696.404	568696.404	568696.404
Mov. De fondos	-409123.8943	179263.596	179263.596	179263.596	179263.596	179263.596	179263.596	179263.596	179263.596	179263.596	179263.596	179263.596
Mov. De fondos acumulado	-409123.8943	-229860.298	-50596.7017	128666.895	307930.491	487194.087	666457.683	845721.28	1024984.88	1204248.47	1383512.07	
Mov de fondos actualizado	-409123.8943	162966.906	148151.732	134683.393	122439.448	111308.589	101189.627	91990.5697	83627.7907	76025.2642	69113.8766	