

Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Técnicas



*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

Autor: Alejandro Otero Valdivia

Tutores: Ing. Heydi Liliet Rivero Gutiérrez

Consultante: Dr. C Jesús D. Luis Orozco

Dr. C Ramón Quiza Sardiñas

Matanzas, 2018

Nota de aceptación.

Presidente del Tribunal

Tribunal

Tribunal

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo, Alejandro Otero Valdivia, declaro ser el único autor de este trabajo de diploma que lleva como título: Propuesta preliminar de diseño de una PyME para el procesamiento de frutas en el municipio de Limonar, que pertenece íntegramente a la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Matanzas como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Químico. Autorizo a hacer uso del mismo como material de consulta por la mencionada institución académica.

Firma

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

Che

Dedicatoria

A mis padres Lidia y Julio

A mis hermanos

A mi novia Yisel

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres por el apoyo incondicional, por sacrificarse y entregarme todo de ellos, por ser mis guías.

A Yisel, mi novia por las largas madrugadas a mi lado, por estar siempre pendiente de mis estudios, por compartir hasta este momento las cosas más pequeñas y grandes y por querer estar una vida a mi lado.

A mis hermanos que se preocuparon en todo momento y en especial a Lismary y Gustavo.

A todas mis amistades que de una forma u otra vivieron pendiente de mí, agradecer a Mathew, Surdo, Jarold, Cachete, Idelin, Evelio, Yadier, Adonis y en especial a Basulto que aun estando lejos siempre estuvo presente.

A todos mis amigos de mecánica y en especial al grupo de teatro que conformamos y que nunca se olvidaron de mí y estuvieron pendiente en todo momento.

A los profesores Orozco y Quiza, por la confianza que depositaron en mí.

A mi tutora Heydi Liliet Rivero Gutiérrez por su gran sacrificio y las horas que estuvo sentada a mi lado durante mi trabajo diploma.

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

A mí por mi gran esfuerzo de seguir a delante.

Han sido 5 años duros y de un camino lleno de obstáculos pero siempre superados por el esfuerzo, años en los que además de aprender una profesión, aprendí lo importante que es querer, amar y cuidar lo que uno hace en la vida. Me siento orgulloso de ser un Ingeniero Químico.

RESUMEN

En la presente investigación se desarrolla el diseño preliminar de un caso base de una PyME para la producción de mermeladas en el municipio de Limonar. Para la realización de este trabajo se hizo necesaria una búsqueda bibliográfica para poder identificar a las PyMEs en Cuba y en el mundo. El diseño de este nuevo proceso se basa en una metodología a partir de la experiencia y de la literatura acerca de este tipo de industria. Para ello se llevó a cabo un levantamiento de los volúmenes pico de producción de frutales (mango, guayaba, fruta bomba y piña) del municipio para definir la capacidad de la planta. Se determinó que el proceso sería discontinuo, se construyó un diagrama de flujo detallado del nuevo proceso productivo y se realizó la descripción del mismo, especificando los parámetros de calidad de las materias primas y del producto final. Se realizaron los balances de masa en las distintas etapas con el objetivo de determinar las corrientes del proceso y definir las capacidades de los equipos, así como los balances energéticos para conocer el consumo de vapor de la planta. Se determinó que el costo de inversión de la planta es de 217 911,636 CUP, mientras que los operacionales se calcularon de forma independiente para cada una de las líneas de producción, y aunque todas reportaron ganancias, resultaron rentables e indicaron que se recuperará rápidamente la inversión, algunos de los valores resultantes de los precios de venta no son competitivos con el mercado existente, como es el caso de la piña con un pup de 45,03 la botella de 350 mL.

SUMMARY

In the present investigation the preliminary design of a base case of a SME for the production of jams in the municipality of Limonar is developed. To carry out this work, a bibliographic search was necessary to identify SMEs in Cuba and in the world. The design of this new process is based on a methodology based on experience and literature on this type of industry. For this purpose, a survey was carried out of the peak production volumes of fruit trees (mango, guava, pump fruit and pineapple) of the municipality to define the capacity of the plant. It was determined that the process would be discontinuous, a detailed flow diagram of the new production process was constructed and the description of it was made, specifying the quality parameters of the raw materials and the final product. The mass balances were carried out in the different stages in order to determine the currents of the process and define the capacities of the equipment, as well as the energy balances to know the steam consumption of the plant. It was determined that the investment cost of the plant is 217,911,636 CUP, while the operational costs were calculated independently for each of the production lines, and although all reported profits, they were profitable and indicated that the investment will be recovered quickly. , some of the values resulting from the sale prices are not competitive with the existing market, as is the case with the pineapple with a 45.03 pup of the 350 mL bottle.

Índice

Introducción.....	1
CAPÍTULO 1. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.....	4
1.1 Definiciones acerca de las PyMEs.....	4
1.1.1 En el mundo	4
1.1.2 En Cuba	8
1.2 Características que identifican a las PyMEs.....	9
1.3 Importancia de las PyMEs.	11
1.4 Ventajas e inconvenientes de las PyMEs.	13
1.5 PyMEs asociadas a productos agrícolas.	17
1.5.1 Problemas que enfrentan las PyMEs agrícolas en el desarrollo económico.....	18
1.5.2 PyMEs agrícolas en Cuba.....	18
1.5.2.1 Principales deficiencias.	19
1.6 PyMEs de alimentos.	20
1.6.1 Diseño de procesos de alimentos en las PyMEs.....	22
1.7 Conclusiones parciales del capítulo.....	23
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	24
2.1 Síntesis del nuevo proceso de producción	24
2.2 Metodología del proceso de síntesis	24
2.2.1 Creación del nuevo proceso.....	25
2.2.1.1 Creación de la base de datos preliminar	25
2.2.1.2 Síntesis preliminar del proceso.....	26
2.2.1.2.1 Definición y características de la materia prima y los insumos	27

2.2.1.2.2 Definición del tipo de proceso	29
2.2.1.2.3 Etapas del proceso y creación del diagrama de flujo	29
Una vez determinadas las etapas con sus diferentes operaciones se procede a crear el diagrama de flujo en bloques.	30
2.3 Desarrollo preliminar del caso base.....	32
2.3.1 Diagrama de flujo	33
2.3.2 Capacidad de la planta.....	33
2.4 Metodología para los balances de materia y energía	33
2.4.1 Metodología para los balances de masa	34
2.4.1.1 Balances de masa en la etapa preparación de la materia prima	34
2.4.1.1.1 Balance de masa en la mesa de preselección	34
2.4.1.1.2 Balance de masa en la tina de lavado	34
2.4.1.1.3 Balance de masa en la tina de enjugue	35
2.4.1.1.4 Balance de masa en la mesa de selección, pelado y troceado	35
2.4.1.2 Balances de masa en la etapa trituración y cocción de la materia prima.....	36
2.4.1.2.1 Balance de masa en el molino triturador	36
2.4.1.2.2 Balance de masa en la marmita de precocción	37
2.4.1.2.3 Balance de masa en el molino refinador	37
2.4.1.2.4 Balance de masa en la marmita de cocción	38
2.4.2 Metodología para los balances de energía	39
2.4.2.1 Balance de energía en la etapa trituración y cocción de la materia prima.....	39
2.4.2.1.1 Balance de energía en la marmita de precocción	39
2.4.2.1.2 Balance de energía en la marmita de cocción	40

3.1.3 Cálculo del ácido cítrico, conservante, pectina y azúcar para su adición	55
3.1.4 Calidad de la mermelada	55
3.2 Definición del tipo de proceso	56
3.3 Características generales de la planta	57
3.3.1 Definición de la jornada de trabajo	57
3.3.2 Micro-localización de la planta	57
3.3.3 Plano preliminar de distribución en planta	58
3.4 Resultados de los balances de masa y energía	59
3.4.1 Resultados del balance de masa	59
3.4.2 Resultados del balance de energía	61
3.4.2 Selección de los principales equipos	64
3.4.2.1 Equipos para la molienda	64
3.4.2.2 Equipo para la precocción y cocción de los alimentos	65
3.5 Resultados de la evaluación técnica – económica	65
Conclusiones	67
Recomendaciones	68
Bibliografía	69
ANEXOS	74

Introducción

La existencia de las PyMEs se remota desde que el ser humano comenzó a crear la economía como parte del apoyo de su subsistencia. Algunos autores consideran que el surgimiento de las PyMEs mucho más que definirlo como un “origen”, es el resultado de una gran crisis económica y también política que se ha vivido en la economía mundial en las últimas décadas. Estas actualmente se consideran en el sector productivo más importante en muchas economías, se puede decir que tanto en los países desarrollados como los que están en procesos de crecimiento este tipo de organización productiva es de significativa importancia.

Las PyMEs tienen remotos antecedentes y muchas de ellas se puede considerar que iniciaron sus actividades como pequeños talleres artesanales y en algunos casos maquiladoras familiares y medianas empresas. En la década de los noventa las políticas económicas fueron todo menos acertadas y no produjeron el esperado desarrollo, en todo este escenario sólo resultaron favorecidas las medianas y grandes empresas, y por la otra parte se generó una grave situación de desempleo con el consiguiente endeudamiento del sector privado.

Esta difícil situación económica por la que atravesaron muchos países, puso a prueba el ingenio y talento de muchos quienes en medio de la crisis encontraron una solución a su situación económica, evitando con esto que dicha situación desembocara en una crisis social provocada por el desempleo; es en este momento que surgen entonces miles de microempresas y pequeños negocios familiares con promedios de diez trabajadores que mantuvieron la economía a flote (Rodríguez, 2000).

En la actualidad, tanto en los países desarrollados, como los que se hallan en un proceso de desarrollo, encuentran una gran similitud histórica en la composición de sus estructuras económicas y productivas. Hoy en día existen los grandes empresarios, pero también los medianos, pequeños y microempresarios, que se dedican a actividades cada vez más diversas en la medida en que su necesidad, ciencia, tecnología y la propia sociedad impactan en los grupos sociales regionales, nacionales y mundiales, y las transforman progresiva y sistemáticamente.

Las PyMEs son la fuerza económica más activa en casi todos los países, juegan un papel importante en el crecimiento económico y se consideran la columna vertebral del desarrollo industrial Moghavvemi, Hakimian, F. (2012). Todo país, dentro del marco del desarrollo

económico, debe plantear una visión de largo plazo que promueva las condiciones adecuadas para lograr el desarrollo y crecimiento económico de la región en favor del bienestar social y calidad de vida de su comunidad. Hoy en día cuando las economías desarrolladas como Japón, Corea del Sur, Malasia, Singapur, Taiwán, Hong Kong y China demuestran que parte de su crecimiento económico se debe al alto índice de Pymes, los gobiernos de los países emergentes cambian su percepción y empiezan a tomar medidas para fortalecer este sector productivo e impulsarlo hacia un modelo de negocio más productivo y formal. Villegas, Toro, (2010).

El concepto de PyMEs varía de acuerdo a diversos criterios, pero considerando que la empresa es el principal factor dinámico de la economía de una nación e influye a su vez de manera directa en la vida privada de sus habitantes (trabajo, subsistencia, medio de vida, prosperidad, calidad de vida, etc.) se ha considerado en esta investigación proporcionar y analizar dicho concepto a partir de su tamaño, es decir el número de empleados que la constituyen.

Estas desempeñan un papel trascendental en la industria nacional ya que son las empresas con mayor capacidad de creación de empleo, realizan un alto porcentaje de las actividades manufactureras, y constituyen una base para la expansión de las industrias. Muchas veces su accionar se ve limitado al ser excluidas de muchos beneficios que otras empresas gozan, tales como el fácil acceso al crédito, mayor organización interna, mayor acceso a los recursos productivos, a la información, entre otros.

Es en estos tiempos, como antes, que la micro, pequeña y mediana empresa se complementan, en mayor o menor medida, con las actividades productivas de las grandes y macroempresas, estableciendo relaciones directas e indirectas, en medio, por lo general, de precarios equilibrios entre ellas. Sin embargo, hoy presentan la tendencia a realizar actividades autónomas que tienen una relación forzosa con los núcleos sociales de su entorno, sufriendo la influencia de las empresas mayores, que por lo general tienden a someterlas, minimizando sus posibilidades de desarrollo, o en su defecto, a establecer una interdependencia que puede llegar a ser benéfica, dependiendo del marco jurídico que las regule (Luna, 2012).

Cuba se caracteriza por ser un país donde la agricultura es unas de las economías más importantes. Por lo que es necesario el desarrollo de este tipo de industria agraria ya que es una vía de introducir nuevas tecnologías y aumenta en gran medida el desarrollo del país en la

fabricación de alimentos utilizando como materia prima las producciones de frutas de las cooperativas.

Precisamente por las razones anteriores es importante realizar un levantamiento de las ubicaciones y potencialidades de una mini-línea de producción para el procesamiento de frutas, que pueda ser ubicada en zonas donde se cuente con un flujo constante y variado de frutas tales como: mango, guayaba, fruta bomba y piña. El municipio de Limonar, ubicado en la provincia de Matanzas, cuenta con elevadas producciones de frutas y con un pico de producción tan elevado que dificulta la comercialización de estos productos provocando grandes pérdidas a las empresas. Actualmente el municipio no cuenta con una industria capaz de asumir estos volúmenes de producción de frutas para así evitar las pérdidas costosas en los picos de producción y que a la vez dichas producciones satisfagan las necesidades de la población

De lo anterior planteado se deriva el problema siguiente.

Problema: Como enfrentar los picos de producciones de las diferentes frutas en el municipio de Limonar obteniendo productos de calidad que satisfagan las necesidades de la población.

Hipótesis: Si se realiza el diseño preliminar de una PyME de producción de mermeladas capaz de procesar estos picos de producciones, será posible reducir las pérdidas y a la vez satisfacer la demanda de la población con respecto a los productos obtenidos.

Objetivo General: Desarrollar la propuesta del diseño preliminar de un PyME para la producción de mermeladas de frutas que asimile los volúmenes picos de producción del municipio de Limonar.

Objetivos específicos:

1. Profundizar, a partir de la bibliografía especializada, en las definiciones, características y clasificación de las PyMEs.
2. Definir los volúmenes pico de producción de mango, guayaba, fruta bomba y piña del municipio de Limonar.
3. Establecer el diagrama de flujo del nuevo proceso de producción de mermeladas de frutas y la descripción del mismo.
4. Realizar la selección de los principales equipos involucrados en el proceso productivo.
5. Evaluar económicamente el proceso propuesto.

CAPÍTULO 1. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

En el presente capítulo se realiza un análisis de las PyMEs, se exponen los fundamentos teóricos relacionados con el tema de investigación, y se abordan como temáticas fundamentales: sus definiciones, características, importancia, ventajas y desventajas, sostenibilidad, PyMEs agrícolas, entre otros. Para desarrollar estos temas se realizó una búsqueda bibliográfica con el propósito de consolidar las bases teóricas y favorecer la comprensión de los contenidos posteriores.

1.1 Definiciones acerca de las PyMEs

Las pequeñas y medianas empresas (conocidas también por el acrónimo PyMEs, lexicalizado como pyme) son empresas con características distintivas, y tienen dimensiones con ciertos límites ocupacionales y financieros prefijados por los estados o regiones. Las PyMEs son agentes con lógicas, culturas, intereses y un espíritu emprendedor específicos. También existe el término MiPyME (acrónimo de "micro, pequeña y mediana empresa"), que es una expansión del término original, en donde se incluye a la microempresa (RAE, 2001).

1.1.1 En el mundo

Podríamos afirmar que una gran proporción de la sociedad no tiene conocimiento apropiado sobre el concepto PyMEs, por lo que es utilizado empíricamente y en ocasiones de modo inapropiado. Consideramos que este nombre debe ser común en el lenguaje empresarial y su estructura claramente identificable por los empresarios sin importar su actividad u organización. A continuación explicaremos la naturaleza del término en dos partes según Reina y Zúñiga (2009): las microempresas y las PyMEs.

El primer grupo (las microempresas), en su mayoría son establecimientos que se dedican principalmente a desarrollar actividades del sector comercio (especialmente del comercio al por menor). Resalta las siguientes: comercio de alimentos, prendas de vestir y sus accesorios, el sector servicios, principalmente en alimentos preparados, restaurantes y cafeterías. También están las microempresas que desarrollan labores industriales. Las micro se caracterizan por sus altos niveles de informalidad, sus bajos niveles de asociatividad, la estrechez de los mercados a los que dirigen sus productos, el bajo nivel tecnológico y de formación de sus recursos humanos y el limitado acceso al sector financiero.

Por otra parte, las PyMEs son toda unidad de explotación económica realizada por persona natural o jurídica en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios. Estas ocupan actividades que grandes empresas han tenido que dejar de hacer debido al progreso técnico, la recesión, etc., en búsqueda de mayor flexibilidad y competitividad; por esto, en algunos casos se consideran empresas satélites.

No existe una definición única, uniformemente aceptable, de una empresa pequeña. Las empresas difieren en sus niveles de capitalización, ventas y empleo. Por lo tanto, las definiciones que emplean medidas de tamaño (número de empleados, volumen de negocios, rentabilidad, valor neto, etc.) cuando se aplican a un sector podrían dar lugar a que todas las empresas se clasifiquen como pequeñas, mientras que la misma definición de tamaño cuando se aplica a un sector diferente podría conducir a un resultado diferente (D'Imperio, 2012).

El primer intento de superar este problema de definición fue realizado por el Comité Bolton en 1971 cuando se formuló una definición "económica" y una definición "estadística". Según la económica, una empresa se considera pequeña si cumple con los tres criterios siguientes:

- Tiene una porción relativamente pequeña de su mercado;
- Es administrado por propietarios o propietarios de partes de una manera personalizada, y no a través de una estructura de gestión formalizada;
- Es independiente, en el sentido de no formar parte de una gran empresa.

La definición de PyMEs varía por países, aunque normalmente se apoya en la utilización, individual o conjunta, de dos criterios: número de trabajadores y facturación. Dado que la información referida al empleo es más fácil de obtener, en la práctica este es el criterio más utilizado. En los países de la Unión Europea y gran parte de los de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el límite máximo para la consideración de una empresa como PyMEs se sitúa en los 200 o 250 empleados. Las excepciones más significativas son Japón, que fija el límite máximo en 300 trabajadores, y Estados Unidos que lo hace en 500 trabajadores (ILO, 2015).

La Comisión Europea aprobó en el año 2003 nuevas definiciones para las categorías de PyMEs, aplicables desde enero de 2005, que pretenden delimitar con mayor precisión el ámbito de las pequeñas y medianas empresas para aumentar la eficacia de los programas nacionales y europeos (**Anexo1**) (Martínez, 2008).

Las PyMEs, acorde al Informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la OCDE “Perspectivas económicas de América Latina 2013, Políticas de PyMEs para el Cambio Estructural”, es una empresa con características distintivas, y con límites ocupacionales y financieros regulados por los estados o regiones. Son entidades independientes, con una alta relevancia en el mercado de comercio y los servicios, dada su gran adaptabilidad a cambios en los suministros y en patrones de consumo, quedando prácticamente excluidas del mercado industrial. Se pueden articular al engranaje económico de empresas grandes o estatales para maximizar ganancias y minimizar costos, y su dinamismo les imprime altos niveles de eficiencia y competitividad. Por sus propias características requieren de poca inversión y dependen de las capacidades productivas de los trabajadores (Álvarez y Durán, 2009).

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

Definir con claridad y precisión a las PyMEs constituye actualmente una prioridad. Esto se debe a que las ventajas del acceso a los programas y mecanismos nacionales e internacionales en favor de estas, solamente benefician a las empresas que sean auténticas PyMEs, sin el poder económico de los grandes grupos (UE, 2005). Para ello, los países donde existen empresas de este tipo las han caracterizado y delimitado según aspectos como el número de empleados, el volumen de producción, las ventas anuales, la inversión en planta y maquinaria, etc., todo ello en función de las características propias de cada región.

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

Estas son unidades independientes con una alta predominancia en el comercio de explotación económica, realizada por personas naturales o jurídicas, en actividades comerciales, industriales, agropecuarias, o de servicios, dígase rurales o urbanas. (Puentes, 2014)

Por su parte, Luna (2012) afirma que se entenderá por PyMEs a toda organización de dimensión reducida que da lugar a un financiamiento y gestión cualitativamente diferentes a los difundidos en los textos normalmente vinculados con las grandes empresas. Con esto se pretende no excluir a

estas empresas por ser en su mayor parte autoempleo y donde evidentemente se encuentra a emprendedores que utilizan formas de gestión alternativas para sostener en el mercado a sus organizaciones, fuera de la racionalidad administrativa o del control de gestión, es decir, los recursos se controlan a través de mecanismos informales, como pueden ser la vigilancia de los recursos por familiares o amigos.

Según el artículo 2º de la Ley 905 de 2004 que modificó la Ley 590 del 2000: Para todos los efectos, se entiende por micro, incluidas las fami-empresas pequeña y mediana empresa, toda unidad de explotación económica, realizada por persona natural o jurídica, en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, rural o urbana, que responda a dos (2) de los siguientes parámetros según Reina y Zúñiga (2009):

1) Mediana empresa:

- a) Planta de personal entre cincuenta y uno (51) y doscientos (200) trabajadores, o
- b) Activos totales por valor entre cinco mil uno (5.001) a treinta mil (30.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

2) Pequeña empresa:

- a) Planta de personal entre once (11) y cincuenta (50) trabajadores, o
- b) Activos totales por valor entre quinientos uno (501) y menos de cinco mil (5.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

3) Microempresa:

- a) Planta de personal no superior a los diez (10) trabajadores, o
- b) Activos totales excluida la vivienda por valor inferior a quinientos (500) salarios mínimos mensuales vigentes.

La Ley 590 de 2015, explica que las PyMEs, aunque cuentan con una alta predominancia en el mercado de comercio, quedan prácticamente excluidas del mercado industrial por las grandes inversiones necesarias y por las limitaciones que impone la legislación en cuanto al volumen de negocio y de personal, los cuales si son superados convierten, por ley, a una microempresa en una pequeña empresa, o una mediana empresa se convierte automáticamente en una gran empresa. Por todo ello una PyME nunca podrá superar ciertas ventas anuales o una determinada cantidad de personal (Secretaría del Senado de la República de Colombia, 2015).

García (2012) plantea que según la definición que se encuentra vigente en la Ley 905 de agosto de 2004, es posible diferenciar cada tipo según la cantidad de trabajadores y su volumen de negocio.

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

Para todos los efectos, se entiende por microempresa, incluidas las fami-empresas (empresas familiares) pequeña y mediana, toda unidad de explotación económica, realizada por personas naturales o jurídicas, en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicio, rural o urbano, que responda a los parámetros mencionados.

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

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

Berish y Shiroka (2012), aunque es el criterio más común en la definición, la cantidad de empleados tiene muchas variaciones fuentes indiferentes de información estadística de las PyMEs. El mayor número de fuentes define a las PyMEs con un rango de corte de 0-250 empleados. Entre todas las definiciones de PyMEs, la más implementada en estudios es la de la Unión Europea. Sin embargo, aún están lejos de ser apropiadas por los gobiernos estatales y los legisladores. Aunque recomendada por la UE, esa definición solo es obligatoria para las instituciones y las empresas que buscan financiación a partir de ella. Cada país ejerce la libertad de definir específicamente las PyMEs, a consecuencia de lo cual, la teoría actual de las PyMEs cuenta con una gran cantidad de definiciones.

En los **(Anexos 2 y 3)** se muestran los límites establecidos para la diferenciación entre las micro, pequeñas y medianas empresas para algunos países de América Latina y el continente Euroasiático, respectivamente (Navarrete, 2017).

1.1.2 En Cuba

Según lo establecido por el Ministerio de la Industria Alimentaria, las PyMEs se dividen en tres clases: microindustrias, mini-industrias y medianas industrias. A continuación, se presentan las definiciones de algunas de ellas.

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 al detalle 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 tanto, las **mini-industrias** ocupan directamente hasta 50 trabajadores y su capacidad de procesamiento está en el rango de entre 2 y 20 toneladas diarias de materia prima. (MINAL, 2012).

1.2 Características que identifican a las PyMEs.

Gómez (2008), menciona las principales características de las PyMEs, las cuales se presentan a continuación.

- Tienen capital 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 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.
- Falta de solvencia (referida a los recursos): Las PyMEs carecen de recursos.

Castañeda (2009), plantea que las PyMEs tienen ciertas características en el campo administrativo, tales como:

- Formas de origen: entre sus creadores se encuentran estudiantes, recién egresados o personas que interrumpieron sus estudios, desempleados que optan por el autoempleo, hijos de empresarios, y trabajadores que buscan la independencia económica.
- Formas de propiedad: cuatro quintas partes (19,7 %) de las entidades tienen un solo dueño, hallazgo que otorga validez a la proposición respecto al microempresario de ser alma y vida de su negocio. El 17,5 % de las unidades se hallan organizadas como sociedad, lo cual ofrece fuentes alternativas de capital y una base gerencial de operación más amplia siempre y cuando se trate de socios adecuados y confiables que agilicen la toma de decisiones, al no dividir la autoridad.

- Localización: más de la mitad (52,6 %) de los establecimientos dicen estar ubicados fuera de la residencia de los microempresarios, lo cual es sorprendente ya que esto conlleva a gastos que requieren un nivel de operaciones más complejo; el 37,1 % se hallan ubicados en la residencia, y el porcentaje restante no responde.
- Tendencia local: 26,2 % de los establecimientos son propietarios, 67,6 % son rentados y el 8 % son de otro tipo. Mientras que en giro industrial se observa una tendencia substancial de unidades con local propio, en el sector comercio y servicios los porcentajes de alquiler son más elevados. De modo similar, parece que las micro industrias con propietario único, tienden a rentar y ser menos dueños del local donde operan. En comparación de las empresas que operan con dos o más socios.
- Fuerza de grupo: la unidad está dada por la incorporación a entidades más grandes, las cámaras y asociaciones que, con su antigüedad, prestigio, poder de convocatoria y representatividad aumentan la fuerza de las demandas del sector, lo cual resulta esencial para su desarrollo.
- La comercialización: el 64,5 % de los pequeños empresarios señalan como ventaja de la agrupación este concepto y el 78 % para las medianas empresas. Estas cifras indican que entre mayor es el tamaño de la empresa, el factor de comercialización a escala empieza a considerarse un elemento importante en la operatividad de la misma (INEGI, 2010).

Además, Castañeda (2009), cita algunos rasgos distintivos que han surgido en las PyMEs, como es el caso de los siguientes:

- Nuevos productos y servicios: La competencia entre las empresas y el incremento del mercado de consumo son un gran estímulo para generar productos y servicios.
- Avance tecnológico: El aumento de nivel de vida se debe en gran parte a la mejoría en los procedimientos de trabajo. Los avances tecnológicos mejoran constantemente la capacidad para utilizar maquinaria y para elaborar nuevos y mejores productos.
- Aumento de la especialización: la producción industrial depende hoy en día de la realización por muchas personas especializadas incluso de operaciones separadas y así las mismas empresas se han llegado a especializar.
- Tendencias hacia la fusión: La mayoría de las PyMEs comienzan a una escala relativamente modesta y experimentan sólo un crecimiento moderado; sin embargo, se ha observado una tendencia hacia la “fusión”.

1.3 Importancia de las PyMEs.

Las PyMEs son sectores importantes de las economías de mercado desarrolladas y son un grupo importante en el mercado.

Garantizan un empleo uniforme y una oferta más variada, proporcionan una mejor opción para los clientes y aumentan el poder de negociación de los clientes frente a las grandes empresas. Son insustituibles para satisfacer los mercados locales y pequeños, para crear empleos, para mejorar las ofertas, pero también para abrir 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 reaccione de forma flexible 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 (Škarpová y Grosová, 2015).

Según Álvarez y Durán (2009), las pequeñas y medianas empresas cumplen un importante papel en la economía de todos los países. Los integrantes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), organismo de cooperación internacional conocido como “el club de los países ricos”, suelen tener entre el 70 % y el 90 % de los empleados en este grupo de empresas. Algunos de los elementos que justifican su importancia son:

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

Para Luna (2012), la pequeña y mediana empresa proporciona una de las mejores alternativas para la independencia económica, por lo que se puede decir que este tipo de empresas han sido una gran oportunidad, a través de la cual los grupos en desventaja económica han podido iniciarse y consolidarse por méritos propios.

La importancia de las PyMEs radica, entre otros factores, en su capacidad para generar empleos, en su flexibilidad para aumentar la oferta de satisfactores y en su habilidad para adaptarse a

regiones que es necesario promover dentro de un programa que tome en cuenta el desarrollo geográfico equilibrado. El sector de la industria pequeña y mediana representa una parte importante en el desarrollo y crecimiento de los países.

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

Según Varone (2012). En el documento de trabajo N° 21 de agosto de 2006 emitido por la Fundación para el Cambio “Situación de las PyMEs: en Argentina y en Buenos Aires” establece las razones por las cuales se consideran importantes las PyMEs:

- Alta contribución a la generación de riqueza y a la demanda y capacitación de mano de obra.
- Alientan la movilidad social y una mejor distribución del ingreso.
- A nivel geográfico, ayudan al desarrollo de las economías regionales.
- Su desarrollo está relacionado con la instrucción de capacidades en los estratos más pobres y con la implementación del autoempleo, proveyendo los medios para una disminución de la pobreza y una mejora en términos de inclusión social.
- Fácil adaptación a las circunstancias del mercado y de los ciclos económicos: sensibilización a los procesos de recuperación de la inversión y conducta anticíclica de las prácticas laborales.
- Las PyMEs son un actor fundamental en el desarrollo de un sistema socioeconómico competitivo. Otorgan cambio y competencia al entorno económico, son ellas las que cambian la estructura del mercado. Desde un punto de vista dinámico, la entrada y salida constante de estas empresas del mercado es lo que contribuye a mantener un entorno de competencia, con niveles de precios y rentabilidad que tienden a los de un mercado competitivo. Además, la renovación constante de empresas cumple un rol crucial en los procesos de innovación y avances tecnológicos, al proveer una fuente esencial de nuevas ideas y experimentación que, de otra forma, permanecería sin explotar en la economía.

1.4 Ventajas e inconvenientes de las PyMEs.

Las PyMEs poseen grandes ventajas como su capacidad de adaptabilidad gracias a su estructura pequeña, su posibilidad de especializarse en cada nicho de mercado y su capacidad comunicativa. La mayor ventaja de una PyME es su 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).

Estas tienen la ventaja de ser flexibles en respuesta a la demanda fluctuante, las PyMEs pueden soportar condiciones económicas adversas. Son más intensivas en mano de obra que las empresas más grandes y, por lo tanto, tienen costos de capital más bajos asociados con la creación de empleo. Tienen un gran potencial para la innovación y el cambio tecnológico y organizacional. Las PyMEs tienen potencial para generar empleos e ingresos en el momento en que las grandes empresas disminuyen rápidamente (D'Imperio, 2012).

Varios estudios han establecido que las PyMEs pueden innovar y lograr un crecimiento eficiente de sus negocios solo mediante la creación y el mantenimiento de una red de socios (Škarpová y Grosová, 2015).

Otras ventajas de este tipo de empresas, según Longenecker (2001) se muestran a continuación.

- 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.
- Se establecen en diversas regiones geográficas, lo cual les permite contribuir al desarrollo local y regional.
- Mantienen una gran flexibilidad y una buena organización, por lo que se adaptan con facilidad al tamaño del mercado, aumenta o reducen su oferta cuando se hace necesario.
- El personal ocupado por 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.
- Producen y venden artículos a precios competitivos, ya que sus gastos no son muy grandes y sus ganancias no son excesivas.
- Tienen una gran movilidad, permitiéndoles ampliar o disminuir el tamaño de la planta, así como cambiar los procesos técnicos necesarios.

Las PyMEs se enfrentan a diversas desventajas, limitaciones y restricciones debido a la dificultad de absorber los grandes costos fijos, la ausencia de economías de escala y alcance en los factores clave de producción y los mayores costos unitarios de prestación de servicios a empresas más pequeñas. A continuación, se muestra un conjunto de restricciones.

Restricciones de entrada: Las PyMEs se enfrentan a una variedad de restricciones en los mercados de factores. Sin embargo, la disponibilidad del factor y el costo fueron las restricciones más comunes. Los problemas específicos difieren según el país, pero muchos de ellos están relacionados, varían según si la empresa percibe que su acceso, disponibilidad o costo es el problema más importante y si se basan principalmente en insumos importados o nacionales.

Finanzas: el acceso a la financiación siguió siendo una limitación dominante para las empresas pequeñas. Esto se debe al hecho de que las PyMEs tienen acceso limitado a los mercados de capital, tanto a nivel local como internacional, en parte debido a la percepción de mayor riesgo, las barreras de información y los mayores costos de intermediación para las empresas más pequeñas. Como resultado, las PyMEs a menudo no pueden obtener financiamiento a largo plazo en forma de deuda y capital.

Mercado de trabajo: parece una restricción menos importante para las PyMEs, teniendo en cuenta el desempleo o el subempleo que existe en muchos países. Las PyMEs generalmente usan tecnología simple que no requiere trabajadores altamente calificados. Sin embargo, cuando se requieren trabajadores calificados, una oferta insuficiente de trabajadores calificados puede limitar las oportunidades de especialización, aumentar los costos y reducir la flexibilidad en la gestión de las operaciones.

Equipo y tecnología: las PyMEs tienen dificultades para acceder a tecnologías apropiadas e información sobre las técnicas disponibles. Esto limita la innovación y la competitividad de las PyME. Además, otras restricciones al capital y la mano de obra, así como la incertidumbre que rodea a las nuevas tecnologías, restringen los incentivos a la innovación (D'Imperio, 2012).

Las principales limitaciones a las que se enfrentan las PyMEs en los países son: el acceso a la financiación, el acceso a la electricidad, la competencia de las empresas informales, las regulaciones laborales, el negocio, licencias y permisos, acceso a la tierra, regulaciones aduaneras y comerciales, administración de Impuestos, transporte, fuerza de trabajo con educación inadecuada, informalidad, tasa de impuesto, inestabilidad política entre otros. Sin

embargo, las limitaciones varían de acuerdo con el nivel de desarrollo de los países y por región (ILO, 2015). Por otra parte, estas empresas presentan ciertas desventajas, tal como afirman Álvarez y Durán (2009). Las empresas pequeñas tienen más dificultad en encontrar financiación a un coste y plazo adecuados debido a su mayor riesgo. Son empresas con mucha rigidez laboral y les es más difícil hallar mano de obra especializada. La formación previa del empleado es fundamental para estas. Debido al pequeño volumen de beneficios que presentan, no pueden dedicar fondos a la investigación, por lo que tienen que asociarse con universidades o con otras empresas. El menor tamaño complica su entrada en otros mercados, por lo que desde las instituciones públicas se hacen esfuerzos para formar a las empresas en las culturas de otros países.

El acceso de las PyMEs a mercados tan específicos o a una cartera reducida de clientes aumenta el riesgo de quiebra de estas empresas, por lo que es importante que amplíen su mercado o sus clientes. La falta de recursos es un grave problema para las PyMEs. En relación con la falta de disponibilidad de información, puede haber una perspectiva limitada sobre la orientación del mercado, la competencia y las tendencias en un entorno de mercado más amplio. Estos problemas causan una gran mortalidad para las PyMEs. La falta de recursos limita las posibilidades de que las PyMEs inviertan en nuevos equipos y, por lo tanto, a menudo dependen de los diferentes actores de la red que tienen los recursos adecuados.

Las PyMEs no tienen el poder económico para permitirles introducir rápidamente nuevos productos en el mercado. Debido a su tamaño, no pueden beneficiarse de las economías de escala, y carecen de tiempo para garantizar que puedan llevar a cabo sus negocios y que no cuentan con sistemas de información sofisticados y adaptados a sus necesidades (Škarpová y Grosová, 2015).

Además, Luna (2012), plantea que:

- Les afectan con mayor facilidad los problemas que se suscitan en el entorno económico, como la inflación y la devaluación.
- Viven al día y no pueden soportar períodos largos de crisis en los cuales disminuyen las ventas.
- La falta de recursos financieros los limita, ya que no tienen fácil acceso a las fuentes de financiamiento.
- Tienen pocas o nulas posibilidades de fusionarse o absorber a otras empresas.

- Su administración no es especializada, es empírica y por lo general la llevan a cabo los propios dueños. Esto se debe a que no contratan personal especializado y capacitado por no poder pagar altos salarios.
- Sus ganancias no son muy elevadas; por lo cual, muchas veces se mantienen en el margen de operación y con muchas posibilidades de abandonar el mercado.
- La calidad de la producción no siempre es la mejor, muchas veces es deficiente porque los controles de calidad son mínimos o no existen.

Según Varone (2012). Entre las debilidades se encuentran:

- Escaso nivel de creación de nuevas empresas: esto se debe, básicamente, a la ausencia o insuficiencia de distintos tipos de incentivos que son necesarios para promover la empresarialidad y la concreción de nuevos emprendimientos, y en muchos casos, a la presencia de fuertes desincentivos. La consecuencia de este bajo nivel de creación de nuevas empresas es el envejecimiento relativo del tejido empresarial, con las pérdidas que implica en términos de dinámica e innovación.
- Baja participación en redes empresariales. Las redes (con otras PyMEs, con grandes empresas, con instituciones técnicas de apoyo, con cámaras empresariales, etc.), según lo demuestran varias investigaciones recientes, son claves para los procesos de innovación y para el fortalecimiento de la capacidad competitiva de las PyMEs. En el caso argentino, estas redes son muy débiles o casi inexistentes.
- Excesivo nivel de centralización de la gestión en el empresario. Falta de diferenciación entre las funciones directivas y las gerenciales, y entre las distintas áreas gerenciales que, en general, son cumplidas todas por el dueño de la empresa y sus familiares. Problemas familiares vinculados con la sucesión generacional, bajo nivel de profesionalización de la gestión, escasos recursos dedicados a funciones claves como innovación, desarrollo de mercados, financiamiento, etc., bajo o nulo acceso a servicios externos de consultoría y capacitación, son rasgos comunes en las PyMEs argentinas.
- Niveles de inversión incremental que no permiten alcanzar un adecuado nivel de actualización tecnológica. Muchas PyMEs invirtieron en la última década, pero, en muchos casos, esa inversión o no fue suficiente, o no estuvo orientada estratégicamente, o no tuvo el gerenciamiento adecuado, con lo cual no pudieron generar una mejora sostenida de la

competitividad. El resultado de este proceso es un serio atraso tecnológico de muchas PyMEs.

- Baja demanda de servicios de apoyo. Esto está estrechamente vinculado con la deficiencia de redes.
- Ausencia de una conducta exportadora sostenida en el tiempo. Si bien las exportaciones realizadas por las PyMEs han crecido en forma importante en los últimos años, en la gran mayoría de los casos se trata de esfuerzos aislados, eventuales, sin continuidad en el tiempo. Por lo tanto su desarrollo es por sobre todo dependiente de la evolución de la demanda interna.

Las PyMEs tienen recursos limitados en comparación con las grandes empresas. Tienen menos recursos financieros y empleados calificados. Estas, de manera general, atraviesan por dificultades para operar, por tal motivo se requieren cambios significativos que permitan su sobrevivencia y desarrollo para alcanzar la competitividad requerida. Los puntos anteriores indican los factores que obstaculizan su desenvolvimiento, pero muestran áreas de oportunidad muy importantes para su superación (FICAP, 2005).

1.5 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. Están conformadas 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 son manejadas como empresas sino como patrimonios familiares, no son competitivas, carecen de innovación y tecnología, lo que les dificulta mantenerse en el mercado.

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 está condicionada 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.

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.

La creación y funcionamiento de las PyMEs de este tipo exige que los territorios deben trabajar desde sus potencialidades no explotadas para garantizar, de modo efectivo y sostenible, un desarrollo económico que logre paulatinamente un equilibrio y una proporcionalidad a escala territorial (Plaza y Blanco, 2015).

1.5.1 Problemas que enfrentan las PyMEs agrícolas en el desarrollo económico.

Las PyMEs agrícolas no son manejadas como empresas sino como patrimonios familiares, lo que no ha permitido establecer una relación beneficio-costos y por lo tanto no podrán desarrollarse y afrontar los nuevos retos de la gestión pública en la cual están inmersas. Su inapropiada organización se ve reflejada en el escaso nivel tecnológico, la baja calidad de la producción, ausencia de normas y altos costos, falta de crédito por los altos costos y el difícil acceso, mano de obra sin calificación, producción orientada al mercado interno, incipiente penetración del mercado internacional, además de ser insuficientes los mecanismos de apoyo para el financiamiento, capacitación, y uso de tecnologías avanzadas.

En la comercialización de los productos agrícolas, el estado fija los precios oficiales en función de la oferta y la demanda del producto, existiendo insuficientes e inadecuados canales de comercialización para los productos de las PyMEs agrícolas (Plaza y Blanco, 2015).

1.5.2 PyMEs agrícolas en Cuba

Cuba trabaja en la puesta en marcha de estas empresas para el procesamiento de frutas y vegetales, con el objetivo de elaborar materia prima para grandes industrias y aprovechar los picos de cosecha.

Estas, con tecnología cubana, se instalan en empresas y cooperativas del país, como parte de un programa del Ministerio de la Agricultura para fomentar el cultivo de frutales. La existencia de esas pequeñas industrias satisface las necesidades, tanto de colectivos campesinos, Unidades Básicas de Producción Cooperativa, como de otras entidades de carácter estatal. De esa forma se elimina una de las principales problemáticas de los productores, quienes en los picos de cosecha no podían comercializar.

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

Cuba requiere impulsar su desarrollo en este ámbito. Los desencuentros entre el campo y la industria han sido lamentables en pasadas campañas frutícolas.

Si las frutas, vegetales y viandas llegaran a expresar su potencial productivo a plenitud, estos inmensos volúmenes, sin un respaldo de la industria, podrían tirar literalmente a la basura cultivos, dilapidar recursos y malgastar esfuerzos.

De la capacidad industrial que dispone el país para procesar frutas y vegetales, el Grupo Empresarial Agrícola posee cerca del 35 %. Estas potencialidades se concentran en seis industrias: el Combinado Victoria de Girón (de Jagüey Grande, Matanzas), la industria de Ceballos (en Ciego de Ávila), la de Contramaestre (en Santiago de Cuba), la de Banes (en Holguín), una en el municipio especial Isla de la Juventud y recientemente se incorporó Citrus (en Pinar del Río). Además de estas industrias, el grupo empresarial cuenta con mini-industrias y microindustrias que también procesan frutas. Durante 2015 y 2016 crecieron en cerca de 15 mini-industrias, de ellas 11 de factura nacional, que fueron puestas a disposición del programa de las cooperativas de frutales. También adquirieron por importación dos mini-industrias y tres les fueron otorgadas por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Colectivo de autores, 2016).

Según MINAG (2017), en estos momentos se cuenta con 206 unidades productoras integradas al movimiento, entre cooperativas de créditos y servicios (CCS), de producción agropecuaria (CPA), y unidades básicas de producción cooperativa (UBPC), que están obligadas a diversificar las producciones de frutas frescas en las más de 14 000 hectáreas incorporadas hasta ahora. De estas 206 cooperativas hay 21 en Matanzas, donde se encuentran 10 en Jagüey Grande y una en cada uno de los municipios restantes.

1.5.2.1 Principales deficiencias.

Actualmente lo que más limita el desarrollo de la agroindustria en el país son los envases. Son insuficientes los que se han contemplado para este propósito hasta el momento, por lo que se necesita de un programa que facilite respuestas a los problemas que hoy se tienen y se tendrán en lo adelante.

Fundamentalmente se apuesta a la producción de envases a partir de la hojalata. Los bidones son la primera demanda que se tiene, y también las latas de distintos formatos. El país ya dispuso y se importó un molde, donde se producirán bidones de 20 litros para ser reutilizados con tapas herméticas desechables. Eso resolvería, en parte, el problema de las PyMEs para poder almacenar los productos por un tiempo determinado.

La mayoría de las producciones se envasa en latas de 3,2 kg, que son demasiado grandes para el mercado minorista. Cuando se logre adquirir envases de menor formato, se prevé que la salida del producto en el mercado sea inmediata (Colectivo de autores, 2016).

1.6 PyMEs de alimentos.

El término *industrias alimentarias* abarca un conjunto de actividades industriales dirigidas al tratamiento, la transformación, la preparación, la conservación y el envasado de productos alimenticios. En general, las materias primas utilizadas son de origen vegetal o animal y se producen en explotación es agrarias, ganaderas y pesqueras.

Las PyMEs de producción de alimentos actualmente han experimentado un intenso proceso de diversificación y comprende desde pequeñas empresas tradicionales de gestión familiar, caracterizadas por una utilización intensiva de mano de obra, a grandes procesos industriales altamente mecanizados basados en el empleo generalizado de capital. Muchas de las ramas de esta industria dependen totalmente de la agricultura o las pescas locales. En el pasado, esta dependencia daba lugar a una producción estacional y a la contratación de trabajadores por temporadas. Las mejoras de las tecnologías de tratamiento y conservación de los alimentos han atenuado parcialmente la presión afrontada por los trabajadores debida a la necesidad de procesar con rapidez para evitar el deterioro de los productos. De este modo, se han reducido las fluctuaciones estacionales en el empleo. Con todo, en ciertos sectores siguen desarrollándose este tipo de actividades de temporada, como en el tratamiento de la fruta fresca y las verduras o en la producción de pasteles y chocolates, que aumenta en períodos vacacionales. Mujeres y trabajadores extranjeros suelen engrosar sus filas Luna (2012).

Las PyMEs de alimentos pertenecen al grupo de industrias manufactureras conocidas como agroindustrias, industrias de procesamiento agrícola o industrias de agroprocesamiento. Estas industrias típicamente reciben materias primas y materiales intermedios del sector agrícola, los

elaboran y producen alimentos para el consumo humano o materiales semiprocesados o subproductos que a la vez servirán como materias primas para otros procesos. La industria alimentaria, por definición y por naturaleza, agrega valor y estimula la producción agrícola contribuyendo a la expansión del mercado y generando actividades colaterales y servicios industriales. En términos generales, el sector de agroprocesamiento o sector agroindustrial transforma la materia prima producida en el campo, los bosques e incluso en los ambientes acuáticos, por lo que comprende actividades muy variadas. El sector va desde industrias con procesos muy simples y pocas operaciones, la mayoría de las cuales manejan productos frescos, semiprocesados o productos de proceso muy simple, hasta aquellas que entregan productos con insumos tecnológicos modernos y que además pueden ser intensivas en trabajo y/o capital (Castañón *et al.*, 2003).

Generalmente la industria de alimentos constituye uno de los principales sectores demandantes de bienes agrícolas. La producción de los mismos varía acorde con las características geográficas y climáticas que posea un país, lo que permite identificar la capacidad de cada región para cultivar los alimentos y posteriormente efectuar una clasificación que facilite establecer subsectores de producción.

Las pequeñas empresas procesadoras de alimentos se caracterizan por su estrecha conexión con las actividades pecuarias, principalmente la avicultura, la porcicultura, y la ganadería; además, es uno de los principales sectores demandantes de bienes agrícolas por lo que es una de las industrias más influyentes en el desarrollo del sector agropecuario, el cual tiene una importante tradición agroindustrial con vocación exportadora. Las agroindustrias están representadas en la producción agropecuaria, pesquera y maderera y en el procesamiento de alimentos y bebidas, como también en múltiples cultivos transitorios y permanentes (Reina y Zúñiga, 2009).

La característica específica de este tipo de empresa radica en la naturaleza biológica de sus materias primas que han sido parte de organismos vivos y que, por lo tanto, son perecederas. Las materias primas a menudo son estacionales y sujetas a variaciones geográficas, climáticas y ambientales y a enfermedades y contaminantes, lo cual puede causar considerables pérdidas. Por lo dicho anteriormente, son necesarias una cuidadosa planificación y organización de la producción agroindustrial y excelente coordinación entre productores y procesadores (Castañón *et al.*, 2003)

1.6.1 Diseño de procesos de alimentos en las PyMEs.

Saravacos y Kostaropoulos (2016) describen la identificación de la ingeniería de alimentos y sus objetivos dentro de la ciencia de los alimentos. El diseño sistemático del proceso se adopta gradualmente en el diseño de procesos alimentarios, reemplazando los enfoques empíricos del pasado. Además de los principios y las técnicas del diseño de procesos químicos, el diseño de los procesos alimentarios debe basarse en los principios y la tecnología de la ciencia e ingeniería de los alimentos.

Las tecnologías de fabricaciones exitosas y eficientes, desarrolladas en otras industrias, se pueden adaptar, modificar e implementar en la industria alimentaria. La calidad de los alimentos y la inocuidad de los alimentos deben recibir una consideración especial, al tiempo que se aplican los principios y las técnicas de ingeniería.

El procesamiento de alimentos implica varias operaciones físicas de unidades y procesos microbiológicos, bioquímicos y químicos, que apuntan a los productos alimenticios seguros y nutricionales a gran escala económica. La tecnología de preservación y conversión de alimentos ha avanzado considerablemente en los últimos años.

La ingeniería de alimentos se ha convertido en un área interdisciplinaria de ciencia aplicada e ingeniería, basada principalmente en la ingeniería química y la ciencia de los alimentos. Las operaciones unitarias tradicionales de ingeniería química se han adaptado al procesamiento de alimentos, teniendo en cuenta la complejidad de los materiales alimenticios y su sensibilidad a las condiciones de procesamiento.

Las operaciones físicas del procesamiento de alimentos pueden analizarse aplicando los conceptos establecidos de operaciones unitarias y fenómenos de transporte de la ingeniería química. Además de las consideraciones de ingeniería tradicionales sobre el costo del proceso, la optimización de la energía y el control del proceso, se deben satisfacer las demandas de calidad y seguridad de los alimentos. En este sentido, la aplicación de los principios y avances de la ciencia de los alimentos es esencial.

La tendencia para mejorar la calidad del producto en todas las industrias (ingeniería de producto) debe tomarse en consideración en todas las etapas del diseño del proceso. Esto involucra todos los aspectos, comenzando con el procesamiento de "materias primas" o con el procesamiento posterior de productos prefabricados. Además de la fabricación de alimentos, un diseño eficiente también debe considerar aspectos de suministro, manipulación y almacenamiento, y el tipo

sucesivo de comercio de alimentos. En la industria alimentaria, deben considerarse los avances en el campo en desarrollo de la ciencia de los materiales alimenticios, con respecto al efecto de la manipulación, procesamiento y almacenamiento de los alimentos sobre la estructura y calidad de los productos alimenticios. En la fabricación, los requisitos básicos son: la fabricación de productos de alto valor añadido; la producción constante de productos manufacturados, en la medida de lo posible; y la alta calidad permanentemente constante de alimentos producidos. Mientras, los requisitos de calidad son: la seguridad de los alimentos, la idoneidad dietética, la idoneidad del proceso, y las características sensoriales, tales como olor y propiedades ópticas, textura, propiedades acústicas (por ejemplo, productos crujientes) y sabor.

1.7 Conclusiones parciales del capítulo

1. Las PyMEs resultan muy complejas de definir ya que existen diferentes criterios donde se destacan la definición de acuerdo al personal de trabajo, activos totales y el volumen de negocio.
3. Este tipo de empresa tienen gran importancia en la economía de mercado desarrollado, satisfacen los mercados locales y pequeños, desempeñan un papel importante en la innovación tecnológica y se adaptan fácilmente a las circunstancias del mercado.
4. Las pequeñas y medianas empresas tienen gran capacidad de adaptabilidad gracias a su estructura pequeña, y su mayor ventaja es su capacidad de cambiar rápidamente su estructura productiva en el caso de variar las necesidades de mercado.
5. Las PyMEs agrícolas en Cuba básicamente con tecnologías cubanas se instalan en empresas y cooperativas del país para fomentar el cultivo de frutales; su existencia satisface las necesidades tanto del colectivo campesino como de otras entidades de carácter estatal, y de esa forma se eliminan las principales problemáticas de los productores, quienes en los picos de cosecha no podían comercializar.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se aplica la metodología de síntesis para el diseño de una mini-industria para el proceso de producción de mermeladas a partir de frutas. Como parte de ello se propone el diagrama de flujo del proceso, se describe el procedimiento para diseñar los equipos que conforman la planta, así como los pasos para obtener los principales indicadores de factibilidad económica.

2.1 Síntesis del nuevo proceso de producción

La síntesis de procesos es una de las tareas más complejas y exigentes confrontadas por el ingeniero químico (Scenna y Benz, 1999; García 2017; Benz *et al.*, 2008). Un proceso está vinculado al tratamiento de materiales, mediante transformaciones físicas, químicas, biológicas, y procesos de separación física. En forma genérica, se denomina proceso a la unidad o sistema estructural de transformación por medio del cual los materiales que ingresan se transforman en los productos deseados. Este está compuesto por módulos (equipos u operaciones unitarias) encargados de realizar tareas específicas (separación, calentamiento, etc.) (García, 2017; Scenna y Benz, 1999). Los módulos se interconectan para garantizar la transformación global y queda conformado el diagrama de flujo del proceso (Seider *et al.*, 1999). Cuando este se estructura, se debe llevar a cabo un balance de materia y energía para predecir el comportamiento del proceso. En este caso, para el diseño del proceso se debe partir de las significativas producciones de frutas en Cuba. En el caso del municipio Limonar, ubicado en la provincia de Matanzas, se generan altas producciones de mango, guayaba, piña y fruta bomba. Estas frutas pueden ser transformadas en alimentos (pastas) con un mayor poder de duración, por lo que se considera de interés su producción y una vía para sustituir importaciones.

Actualmente el municipio no cuenta con una tecnología capaz de transformar estos productos, y manifiesta un gran interés por el desarrollo de una empresa de este tipo en su región que sea capaz de procesar sus volúmenes de producción. Por esta razón se propone la creación de un nuevo proceso de producción de mermeladas de frutas.

2.2 Metodología del proceso de síntesis

En el presente trabajo se desarrollan dos etapas: creación del nuevo proceso y desarrollo preliminar del caso base. En la primera etapa se crea una base de datos preliminar, las etapas del

proceso con sus operaciones, el diagrama de flujo preliminar del proceso, se representan los posibles equipos por etapas y las variables que se controlan en cada una. Mientras, en la segunda etapa se efectúa el desarrollo preliminar del caso base, para lo cual se crea el diagrama de flujo detallado, la metodología para los balances de masa y energía, entre otros aspectos.

2.2.1 Creación del nuevo proceso

2.2.1.1 Creación de la base de datos preliminar

Generalmente el problema de diseño está subdefinido en sus orígenes, y a menudo se basa en una cantidad de información mínima, que constituye el punto de partida para la tarea de diseño preliminar. Este paso permite recopilar abundante información del proceso, para facilitar el trabajo posterior de síntesis. (García, 2017).

Los datos que se requieren acerca del municipio Limonar para la creación de la base de datos preliminar son: cantidad de unidades productivas en el municipio, productos agrícolas que se cosechan, volúmenes de producción, picos de producciones de los diferentes cultivos, principales destinos de las producciones y pérdidas de las mismas. La información necesaria para la creación de la base de datos preliminar se muestra en el **Anexo (4, 5)**.

En la siguiente tabla se muestran los volúmenes de producción que se van a procesar teniendo en cuenta el pico de producción de las distintas frutas. Para ello se asume que dicha cantidad se recoge en un solo mes, con el propósito de efectuar un sobre diseño de la planta que permita enfrentar situaciones como: sobreproducciones en el propio municipio, necesidad de asimilación de las cosechas de otras regiones, e incluso el solapamiento de los picos de producción de las distintas frutas (**Anexo 6**).

Tabla 2.1: Flujo mensual de las materias primas a procesar

Cultivos	Temporada	Producción (kg/mes)
Mango	Mayo - Septiembre	35 945,26
Guayaba	Enero - Diciembre	12 672,49
Piña	Enero - Diciembre	1 748,39
Fruta bomba	Enero - Diciembre	10 701,01

Fuente: Modelo 3361.

A continuación se presentan los precios de los productos agropecuarios (**Tabla 2.2**) y de los insumos (**Tabla 2.3**) necesarios para el proceso productivo.

Tabla 2.2: Listado de precios de los productos agropecuarios

Productos	Precio de adquisición (CUP/Kg)
Mango	1,33
Guayaba	0,93
Piña	1,43
Fruta bomba	1,23

Fuente: Resolución 157/2016MFP

Tabla 2.3: Listado de precios de los insumos

Insumos	Precio de adquisición (CUP/Kg)
Azúcar	1.25
Conservante	0.35
Ácido cítrico	0.45
Pectina	0.65

Fuente: elaboración propia

2.2.1.2 Síntesis preliminar del proceso

En la etapa de síntesis preliminar del proceso se definen los productos y las materias primas disponibles, así como sus características. También se deben tener en cuenta las operaciones del proceso: separación mecánica, cambios de temperatura, cambios de presión y mezclado o división de corrientes (López, 2013) (García, 2017).

Con las operaciones definidas se construye el diagrama de flujo en los primeros pasos de la síntesis. Posteriormente se precisan las operaciones unitarias y los equipos a utilizar, y se seleccionan todas las operaciones necesarias para convertir las materias primas en productos.

2.2.1.2.1 Definición y características de la materia prima y los insumos

(Coronado y Hilario, 2001; Villanueva, 2016)Elaborar unas buenas pastas es un proceso complejo, que requiere de un óptimo balance entre el nivel de azúcar, la cantidad de pectina, la acidez y de la fruta que se trate. En la tabla siguiente se muestran las frutas e insumos que se deben utilizar en el nuevo proceso de elaboración de mermeladas.

Tabla 2.4: Materias primas e insumos que se emplean en la producción de mermelada

Materia prima	Insumos
Mango	Azúcar
Guayaba	Ácido cítrico
Piña	Pectina
Fruta bomba	Conservantes (benzoato de sodio y sorbato de potasio)

Fuente: Elaboración propia

Fruta: Lo primero a considerar es la fruta, que será tan fresca como sea posible. Con frecuencia se utiliza una mezcla de fruta madura con fruta que recién ha iniciado su maduración, y los resultados son bastante satisfactorios. La fruta demasiado madura no resulta apropiada para preparar mermeladas, ya que no gelifica adecuadamente. En este caso, las frutas que se emplean en la elaboración de mermeladas son: mango, guayaba, piña y fruta bomba.

Es necesario conocer qué cantidades de azúcar, ácido cítrico, pectina y conservante se debe adicionar a un volumen determinado de pulpa para mermelada, ya que estos insumos son los que determinan los parámetros de calidad de la misma.

Azúcar: El azúcar es un ingrediente esencial. Desempeña un papel vital en la gelificación de la mermelada al combinarse con la pectina. Es importante señalar que la concentración de azúcar en la mermelada debe impedir tanto la fermentación como la cristalización. Resultan bastante estrechos los límites entre la probabilidad de que fermente una mermelada porque contiene poca cantidad de azúcar y aquellos en que puede cristalizar porque contiene demasiada azúcar.

En las mermeladas en general la mejor combinación para mantener la calidad y conseguir una gelificación correcta y un buen sabor suele obtenerse cuando el 60 % del peso final de la mermelada procede del azúcar añadido. La mermelada resultante contendrá un porcentaje de

azúcar superior debido a los azúcares naturales presente en la fruta. Cuando la cantidad de azúcar añadida es inferior al 60 % puede fermentar la mermelada y por ende se propicia el desarrollo de hongos, y si es superior al 68 % existe el riesgo de que cristalice parte del azúcar durante el almacenamiento. El azúcar a utilizarse debe ser de preferencia azúcar blanca, porque permite mantener las características propias de color y sabor de la fruta. Cuando el azúcar es sometida a cocción en medio ácido, se produce la inversión de la sacarosa, desdoblamiento en dos azúcares (fructosa y glucosa) que retardan o impiden la cristalización de la sacarosa en la mermelada, resultando por ello esencial para la buena conservación del producto el mantener un equilibrio entre la sacarosa y el azúcar invertido (Coronado e Hilario, 2001; Villanueva, 2016; CPMLN, 2012).

Ácido cítrico: Si todas las frutas tuviesen idéntico contenido de pectina y ácido cítrico, la preparación de mermeladas sería una tarea simple, con poco riesgo de incurrir en fallas, sin embargo el contenido de ácido y de pectina varía entre las distintas clases de frutas. El ácido cítrico es importante no solamente para la gelificación de la mermelada sino también para conferir brillo al color de la mermelada, mejorar el sabor, ayudar a evitar la cristalización del azúcar y prolongar su tiempo de vida útil. El ácido cítrico se añadirá antes de cocer la fruta ya que ayuda a extraer la pectina de la fruta. El ácido cítrico se vende en forma comercial bajo la forma granulada y tiene un aspecto parecido a la azúcar blanca, aunque también se puede utilizar el jugo de limón como fuente de ácido cítrico (Coronado y Hilario, 2001).

Pectina: La fruta contiene en las membranas de sus células una sustancia natural gelificante que se denomina pectina. La cantidad y calidad de pectina presente, depende del tipo de fruta y de su estado de madurez. En la preparación de mermeladas la primera fase consiste en reblandecer la fruta de forma que se rompan las membranas de las células y extraer así la pectina. La fruta verde contiene la máxima cantidad de pectina, mientras que la madura contiene algo menos. Las proporciones correctas de pectina, ácido cítrico y azúcar son esenciales para tener éxito en la preparación de mermeladas. La materia prima para la obtención de pectina proviene principalmente de la industria de frutas cítricas; es un subproducto extraído de las cáscaras y cortezas de naranjas, pomelos, limones y toronjas. El valor comercial de la pectina está dado por su capacidad para formar geles (Coronado y Hilario, 2001).

Conservante: Los conservantes son sustancias que se añaden a los alimentos para prevenir su deterioro, evitando de esta manera el desarrollo de microorganismos, principalmente hongos y levaduras. Los conservantes químicos más usados son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio. El sorbato de potasio tiene mayor espectro de acción sobre microorganismos. Su costo es aproximadamente 5 veces más que el del benzoato de sodio. Este último actúa sobre hongos y levaduras, y es el más utilizado en la industria alimentaria por su menor costo, pero tiene un mayor grado de toxicidad sobre las personas. Además, en ciertas concentraciones produce cambios en el sabor del producto (Coronado y Hilario, 2001).

2.2.1.2.2 Definición del tipo de proceso

En este paso se selecciona el modo de procesamiento: continuo o discontinuo.

2.2.1.2.3 Etapas del proceso y creación del diagrama de flujo

En este paso se definen las etapas del proceso y las operaciones que se realizan en cada una de ellas, y se construye el diagrama de flujo preliminar.

Tabla 2.5: Etapas y operaciones del proceso

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

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinadas las etapas con sus diferentes operaciones se procede a crear el diagrama de flujo en bloques.

A continuación se muestra una relación de las operaciones del proceso (en cada etapa) con los equipos en los cuales se llevan a cabo.

Etapa 1- Preparación de la materia prima

Tabla 2.6: Equipos involucrados en las operaciones de preparación de la materia prima

Operaciones del proceso	Equipos
Recepción de la materia prima	Área de recepción
Pesado	Pesa
Preselección y rechazo	Mesa
Lavado y enjuague	Tina de lavado Tina de enjuague Bomba Filtro
Selección, pelado y troceado	Mesa

Fuente: Elaboración propia

Etapa 2- Trituración y cocción de la materia prima

Tabla 2.7: Equipos involucrados en las operaciones de trituración y cocción

Operaciones del proceso	Equipos
Triturado	Molino triturador de martillo Molino deshuesador
Precocción	Marmita con camisa de vapor
Repasadora refinadora de pulpa	Molino refinador
Cocción	Marmita con camisa de vapor

Fuente: elaboración propia

Etapa 3-Preparación de insumos y almacenamiento

Tabla 2.8: Equipos involucrados en las operaciones de preparación de insumos y almacenamiento

Operaciones del proceso	Equipos
Preparación del jarabe	Tanque calentable para agua Tanque de jarabe Filtro Pesa
Preparación de la pectina	Tanque de pectina
Almacenamiento del ácido cítrico y Conservantes adición	Dos tanques de almacenamiento, respectivamente

Fuente: Elaboración propia

Etapa 4- Envasado y tapado

Tabla 2.9: Equipos involucrados en las operaciones de envasado y tapado

Operaciones del proceso	Equipos
Almacenamiento temporal de la mermelada	Tanque de almacenamiento
Envasado	Tina de lavado de envases Tina de enjuague Bomba
Tapado	Mesa Embotelladora

Fuente: Elaboración propia

Etapa 5- Esterilización del producto terminado

Tabla 2.10: Equipos involucrados en las operaciones de esterilización del producto terminado

Operaciones del proceso	Equipos
Pasteurización	Tanque
Tinas de enfriamiento	Tanque
Etiquetado	Mesa
Almacenamiento del producto	Almacén

Fuente: Elaboración propia

Etapa 6- Generación de vapor

Tabla 2.11: Equipos involucrados en la operación

Operaciones del proceso	Equipos
Generación de vapor	Caldera Tanque de combustible Bomba

Fuente: Elaboración propia

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

En algunos de los equipos mencionados existen parámetros que deben ser estrictamente controlados para obtener un producto de calidad, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.12: Variables que se controlan en los equipos

Equipo	Variable	Rango	Según
Tina de lavado de frutas	Concentración de cloro en agua	0,5 - 1 ppm	(Díaz, 2017)
Marmita para la precocción	Temperatura	75 - 80 °C	(Villanueva, 2016)
Marmita para la cocción	Temperatura	100 °C	(CPMLN, 2012)
Tanque para agua caliente	Temperatura	55-75 °C	-
Tanque de almacenamiento temporal	Temperatura	80 - 85 °C	(Coronado y Hilario, 2001; CANAINCA, 2013; Villanueva, 2016)
Tina de lavado de envases	Concentración de cloro en agua	0,8 – 1,2 ppm	(Coronado y Hilario, 2001; CANAINCA, 2013; Villanueva, 2016)
Pasteurizador	Temperatura	80 – 85 °C	(Crossier, 2016)

Fuente: Elaboración propia

Una vez establecidas las etapas del proceso se procede a construir un diagrama preliminar de flujo en bloques.

2.3 Desarrollo preliminar del caso base

Cuando se culmina la etapa de creación del proceso, se procede al desarrollo detallado del diagrama de flujo. Los flujos involucrados se determinan mediante un balance de materia y energía para los equipos utilizados en el proceso.

2.3.1 Diagrama de flujo

Los procesos de producción suelen esquematizarse mediante un diagrama de flujo en bloques, 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 (Villanueva, 2016; García, 2017).

2.3.2 Capacidad de la planta

La capacidad de la planta se debe definir considerando varios factores: en base a un estudio de mercado, a un análisis de la factibilidad técnica y económica del proyecto, y a la disponibilidad de la materia prima. En algunas ocasiones también puede influir la capacidad de los equipos de línea existentes en el mercado (Villanueva, 2016).

2.4 Metodología para los balances de materia y energía

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

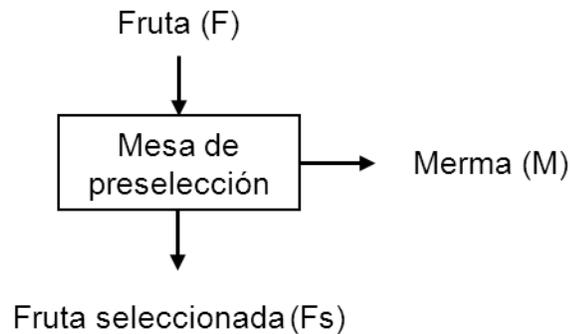
Una vez definida la capacidad de la planta y el diagrama de flujo del proceso, se realiza el balance de materia y energía para las líneas de procesamiento de cada producto, el cual se puede realizar tomando como base el diagrama elaborado (Villanueva, 2016).

2.4.1 Metodología para los balances de masa

Luego del análisis de las corrientes que intervienen en el proceso, se hace necesario emplear un balance de materia en cada equipo debido al desconocimiento de algunas de ellas.

2.4.1.1 Balances de masa en la etapa preparación de la materia prima

2.4.1.1.1 Balance de masa en la mesa de preselección



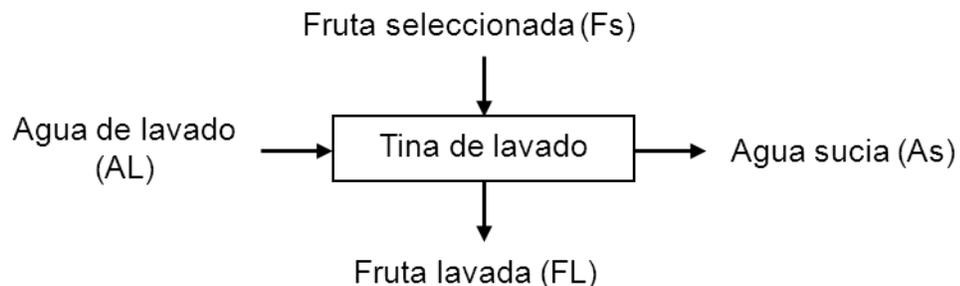
La fruta proveniente del almacén de materia prima es trasladada hacia la mesa de preselección, donde se considera para cada fruta un porcentaje de merma según la (Coronado y Hilario, 2001). El balance total se muestra en la ecuación 2.1.

$$F = M + Fs \quad \text{Ec. 2.1}$$

La cantidad de fruta desechada se determina a partir de su porcentaje de merma mediante la ecuación 2.2.

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

2.4.1.1.2 Balance de masa en la tina de lavado



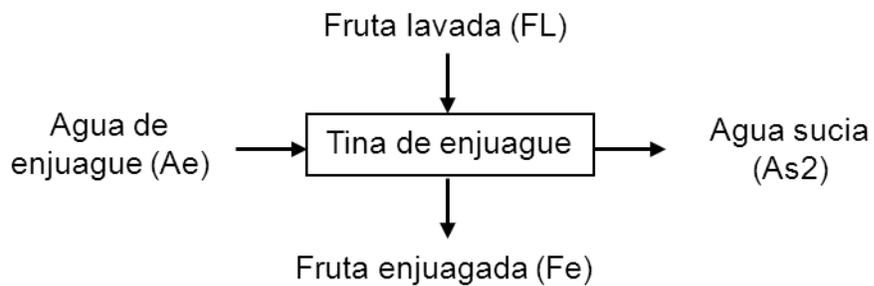
En la tina de lavado, el agua que entra es la misma que sale, y la fruta seleccionada proveniente de la mesa de preselección sale limpia. A continuación se muestran las ecuaciones.

$$F_s = FL \quad \text{Ec. 2.3}$$

$$AL = As \quad \text{Ec. 2.4}$$

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

2.4.1.1.3 Balance de masa en la tina de enjuague



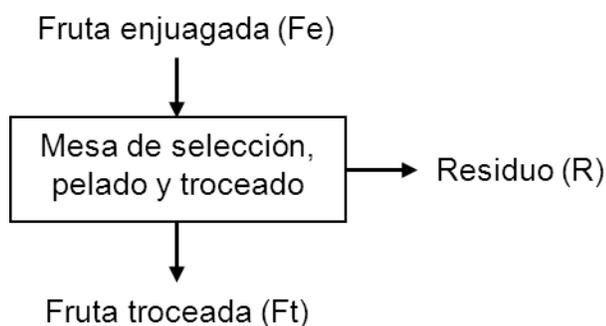
Como se puede observar, los flujos de entrada son iguales a los de salida, por lo que las expresiones a utilizar son las siguientes.

$$FL = Fe \quad \text{Ec. 2.5}$$

$$Ae = As2 \quad \text{Ec. 2.6}$$

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).

2.4.1.1.4 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 2.7.

$$Fe = R + F \quad \text{Ec. 2.7}$$

Los residuos se calculan mediante las siguientes expresiones.

$$Rc = Fe \cdot \% \text{ decáscara} \quad \text{Ec. 2.8}$$

$$Rh = Fe \cdot \% \text{ de hueso} \quad \text{Ec. 2.9}$$

$$R = Rc + Rh \quad \text{Ec.2.10}$$

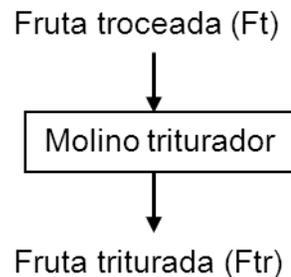
Donde:

Rc: Residuo de cáscara (kg/h)

Rh: Residuo de hueso (kg/h)

2.4.1.2 Balances de masa en la etapa trituración y cocción de la materia prima

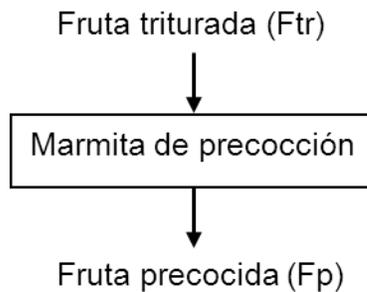
2.4.1.2.1 Balance de masa en el molino triturador



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

$$Ft = Ftr \quad \text{Ec.2.11}$$

2.4.1.2.2 Balance de masa en la marmita de precocción

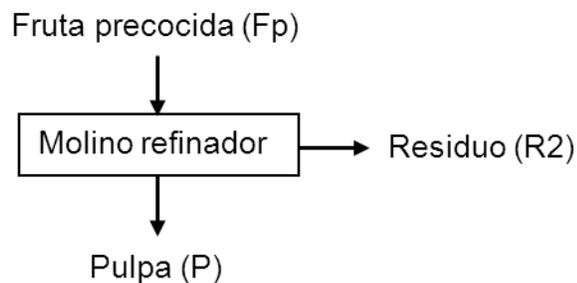


Como en este caso no se evapora agua ni se incorpora ningún aditivo, el balance se puede plantear de la forma siguiente:

$$F_{tr} = F_p$$

Ec.2.12

2.4.1.2.3 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 2.13.

$$F_p = P + R_2$$

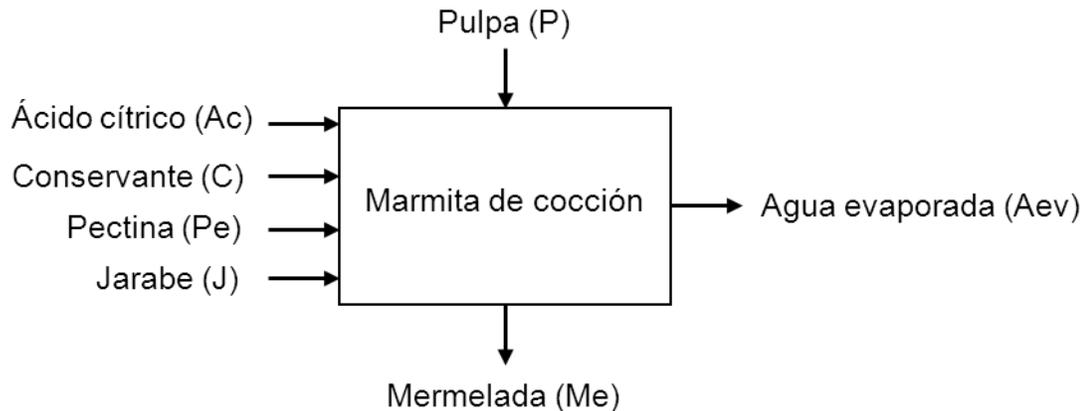
Ec.2.13

Donde:

$$R_2 = F_p \cdot \% \text{ de desecho}$$

Ec.2.14

2.4.1.2.4 Balance de masa en la marmita de cocción



La pulpa entra a la marmita, donde es cocida hasta obtener la mermelada. En este equipo se agregan todos los insumos necesarios para alcanzar los parámetros de calidad. El balance total está dado por la ecuación 2.15.

$$P + J + Pe + C + Ac = Aev + Me \quad \text{Ec.2.15}$$

Se conoce que el jarabe está compuesto por agua y azúcar, por lo que:

$$J = Az + A \quad \text{Ec.2.16}$$

Las relaciones de proporción entre los flujos de insumos y el de pulpa se encuentran registradas en la bibliografía (Coronado y Hilario, 2001; CPMLN, 2012).

$$Az = P \cdot 0,8 \quad \text{Ec.2.17}$$

$$A = Az \cdot 0,63 \quad \text{Ec.2.18}$$

$$Pe = P \cdot 0,015 \quad \text{Ec.2.19}$$

$$C = P \cdot 0,0005 \quad \text{Ec.2.20}$$

$$Ac = P \cdot 0,005 \quad \text{Ec.2.21}$$

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

$$Aev = (Ap + A) \cdot 0,3 \quad \text{Ec.2.22}$$

$$Ap = P \cdot \% \text{ de humedad de la fruta} \quad \text{Ec.2.23}$$

Donde:

Az: Azúcar (kg/h)

A: Agua (kg/h)

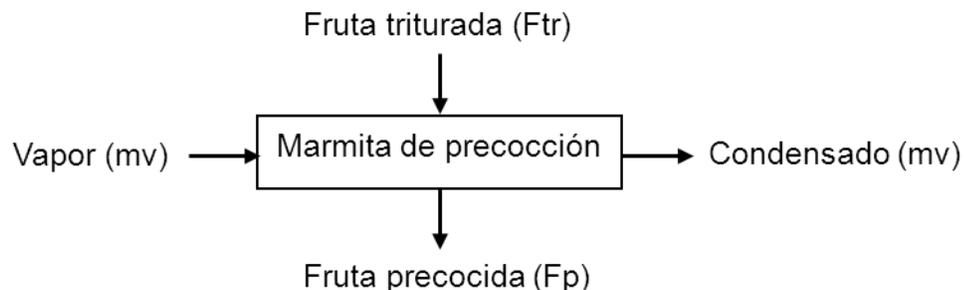
A_p : Agua contenida en la pulpa (kg/h)

2.4.2 Metodología para los balances de energía

Luego del análisis de los equipos que consumen vapor en el proceso, 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.

2.4.2.1 Balance de energía en la etapa trituración y cocción de la materia prima

2.4.2.1.1 Balance de energía en la marmita de precocción



Se conoce que en el equipo la masa de fruta se precocce a expensas del calor cedido por la corriente de vapor. Para ello, el balance de energía se puede plantear de la siguiente forma.

$$Q_{abs} + Q_{per} = Q_{ced} \quad \text{Ec.2.24}$$

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

$$Q_{per} = 10\% \cdot Q_{ced} \quad \text{Ec.2.25}$$

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

$$Q_{abs} = 0,9 \cdot Q_{ced} \quad \text{Ec.2.26}$$

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.

$$Q_{abs} = F_{tr} \cdot C_{pf} \cdot \Delta T \quad \text{Ec.2.27}$$

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)

ΔT : Variación de temperatura (°C)

La Cp de la fruta se determina según (Fernández y Montes, 1986) por la ecuación 2.28.

$$C_{pf} = 4,190 \cdot X_w + (1,370 + 0,0113 \cdot T) \cdot (1 - X_w) \quad \text{Ec.2.28}$$

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.

$$Q_{ced} = m_v \cdot \lambda_v \quad \text{Ec.2.29}$$

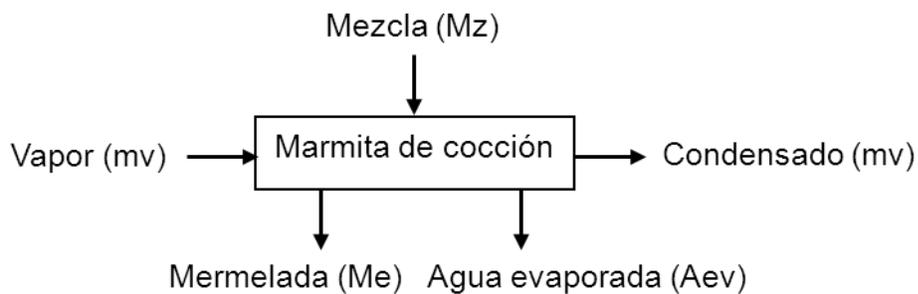
Donde:

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

m_v : Flujo de vapor (kg/h)

λ_v : Calor de vaporización (kJ/kg)

2.4.2.1.2 Balance de energía en la marmita de cocción



Para realizar el balance de energía en la marmita de cocción, se hace uso de las mismas expresiones que en el caso de la marmita de precocción, con la excepción de la ecuación 2.27, ya que el calor absorbido por la mezcla de pulpa y aditivos no sólo provoca un incremento de la temperatura de la misma, sino que alcanza la temperatura de cambio de fase del agua, haciendo que una parte de esta se evapore y concentrando la masa de frutas hasta obtener la mermelada.

Por lo tanto, la expresión queda planteada de la siguiente manera:

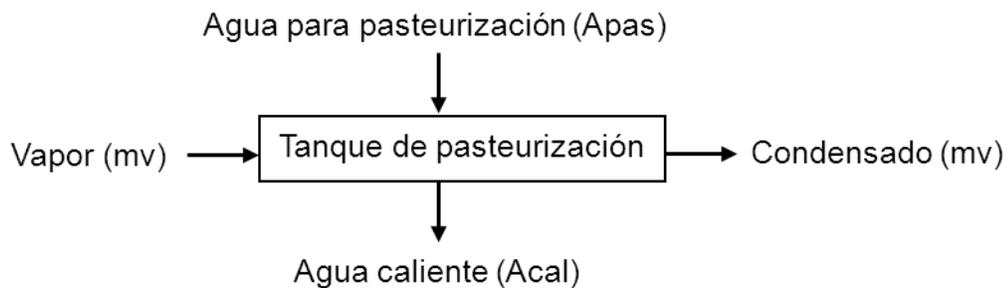
$$Q_{abs} = (M_z \cdot C_{pmz} \cdot \Delta T) + (A_{ev} \cdot \lambda_v) \quad \text{Ec.2.30}$$

$$M_z = P + A_c + C + P_e + J \quad \text{Ec.2.31}$$

Donde:

C_{pmz} : Calor específico de la mezcla (kJ/kg·°C)

2.4.2.1.3 Balance de energía en el tanque de pasteurización



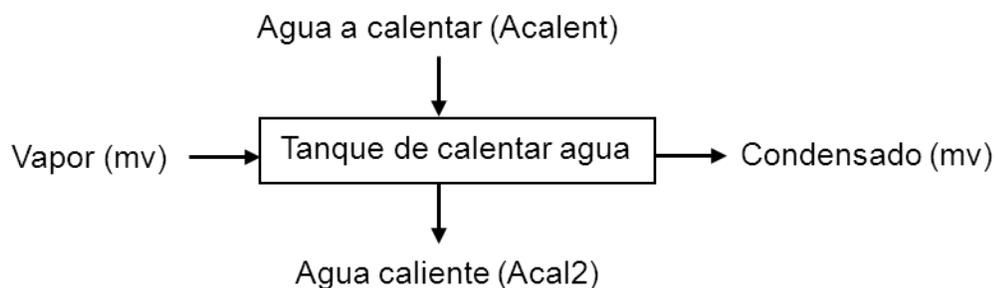
Para efectuar el balance de energía en el tanque de pasteurización se utilizan las mismas ecuaciones que en los casos anteriores, variando solamente la del calor absorbido, ya que en este caso la sustancia que absorbe energía es el agua que se encuentra en el interior del tanque con el objetivo de elevar su temperatura hasta lograr el proceso de pasteurización. Para ello, la expresión es la que sigue a continuación.

$$Q_{abs} = A_{pas} \cdot C_{pA} \cdot \Delta T \quad \text{Ec.2.32}$$

Donde:

C_{pA} : Calor específico del agua (kJ/kg·°C)

2.4.2.1.4 Balance de energía en el tanque de calentar agua



El balance energético en el tanque que calienta agua para la preparación de insumos (jarabe y pectina) se lleva a cabo a partir de las mismas ecuaciones que en los casos anteriores. En el caso del calor absorbido, la sustancia que se calienta es el agua, por lo que la expresión para el cálculo es igual que en el caso del tanque de pasteurización, excepto que varía la temperatura de salida de la misma. La ecuación queda de la siguiente manera:

$$Q_{abs} = A_{calent} \cdot C_p A \cdot \Delta T \quad \text{Ec.2.33}$$

2.5 Metodología para la selección y diseño de los principales equipos

2.5.1 Selección de los tanques involucrados en el proceso

Los tanques necesarios en la planta se seleccionan a partir de los consumos y capacidades de la misma. Se deben tener en cuenta los materiales de construcción que sean menos costosos, fáciles de adquirir y que se encontraran recomendados en las normas cubanas de alimentos (NC 475: 2006)

2.5.2 Diseño de los intercambiadores de calor

Para determinar el área de transferencia de calor de los intercambiadores que conforman la planta se emplean las siguientes expresiones.

$$Q = U \cdot A \cdot F_T \cdot LMTD \quad \text{Ec.2.34}$$

$$LMTD = \frac{\Delta T_{mayor} - \Delta t_{menor}}{\ln\left(\frac{\Delta t_{menor}}{\Delta T_{mayor}}\right)} \quad \text{Ec.2.35}$$

Donde:

Q: calor intercambiado (W)

U_D : Coeficiente global de transferencia de calor (W/m²°C)

A: Área del intercambio de calor (m²)

F_T : Factor de corrección

LMTD: es la diferencia de la temperatura media logarítmica (°C)

2.5.3 Selección de los equipos de trituración y molienda

Los factores que influyen en la selección de equipos de trituración y molienda son, según (Saravacos y Kostaropoulos, 2016):

1. La textura y el estado del producto a ser molido
2. La temperatura y la sensibilidad a la oxidación del producto
3. La producción de subproductos finos durante la molienda (molienda húmeda y ceca)
4. La capacidad requerida
5. La resistencia al desgaste de las herramientas de molienda

2.6 Cálculo de la inversión inicial

El costo de adquisición de los equipos (C_{bm}) se determina a partir de la bibliografía especializada. En el **Anexo 8** se muestran los costos directos e indirectos del módulo simple.

2.6.1 Costo total del módulo (C_{tm})

El costo total del módulo se conforma por los costos de contingencia, que tienen en cuenta todas las pérdidas en el tiempo de instalación que pueden ser circunstancias imprevistas como pérdidas de tiempo por tormentas o accidentes, pequeños cambios en el diseño, incrementos de precios imprevistos. Se estima en un 15 % del C_{bm} . Además incluye los servicios del contratista, que varían en función del tipo de planta, se estima en un 3 % del C_{bm} .

$$C_{tm} = 1,18 \cdot \Sigma C_{bmi}$$

Ec.2.36

2.6.2 Costo de desmonte y construcción (C_{gr})

Se aplica cuando se comienza la construcción en un lugar sin desarrollo, y por lo tanto incluye:

- Desarrollo del lugar (costo del terreno, excavación, agua, drenaje, viajes, parqueos, aceras, instalaciones eléctricas).
- Construcciones auxiliares (oficina de administración, taller de mantenimiento, sala de control, taquillas, cafeterías, consultorios).
- Exteriores y utilidades (almacenes de materia prima y de productos; los equipos que suministran las utilidades como: agua, vapor, electricidad; equipos de control ambiental y de protección contra incendios).

Esto incluye el costo de facilidades auxiliares, el cual representa un 35 % del C_{bm} .

$$C_{gr} = C_{tm} + 0,35 \Sigma C_{bm} \quad \text{Ec.2.37}$$

$$C_{gr} = FCI \quad \text{Ec.2.38}$$

Donde:

FCI: Capital fijo invertido o capital total inmovilizado (CUP).

Luego, el capital circulante (IC) se determina como:

$$IC = (15 - 20)\% \cdot FCI \quad \text{Ec.2.39}$$

Por lo tanto, el costo de inversión inicial se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_i = FCI + IC \quad \text{Ec.2.40}$$

2.7 Estimación de costos operacionales

El costo de operación (COM) puede ser estimado cuando los costos siguientes son conocidos o han sido estimados previamente:

1. Capital Fijo Invertido (FCI)
2. Costo de Mano de Obra (C_{OL})

Se determina:

$$C_{OL} = Sal \cdot OL \quad \text{Ec.2.41}$$

$$OL = 4,5 \cdot N_{OP} \quad \text{Ec.2.42}$$

Donde:

Sal: Salario anual (CUP/a)

OL: Número de operadores necesarios

N_{OP} : Número de operadores por equipos

3. Costo de Utilidades (C_{UT})

Incluye costos de electricidad, combustible, agua de la planta, azúcar, ácido cítrico, pectina y conservante **(Anexo 7 , 8)**

Para el cálculo de consumo de combustible en el generador de vapor se emplea la siguiente expresión.

$$\eta = \frac{mv \cdot \lambda v}{\beta \cdot VCN} \quad \text{Ec.2.43}$$

Donde:

m_v : masa de vapor (kg/h)

λ_v : calor de vaporización (kJ/kg)

VCN : valor calórico neto (kJ/kg)

η : eficiencia de la caldera (%)

β : flujo de combustible (kg/h)

4. Costo de Materia Prima (C_{RM}).

Dentro de este figuran los costos del mango, la fruta bomba, la guayaba y la piña.

En el **(Anexo 9)** se muestran los operadores requeridos para cada equipo y los factores para estimar el costo de operación.

El costo de operación se determina como:

$$COM = DMC + FMC + GE \quad \text{Ec.2.44}$$

Donde:

DMC : Costos directos de operación (CUP)

FMC : Costos fijos de operación (CUP)

GE : Gastos generales de operación (CUP)

2.8 Principales indicadores económicos del proceso

2.8.1 Cálculo del valor de la producción

El valor de la producción es el valor económico de lo producido, conocido también como ingresos.

Depende del volumen de producción y del precio unitario del producto.

$$V_p = p_{up} \cdot N \quad \text{Ec.2.45}$$

Donde:

V_p : valor de la producción (CUP)

p_{up} : Precio unitario del producto (CUP/botella)

N : Volumen de producción (botellas)

2.8.2 Cálculo de la ganancia de la producción

La ganancia o utilidad económica se determina como la diferencia existente entre el valor de la producción y el costo de producción total. Este debe tener signo positivo, pues de lo contrario indicaría pérdidas económicas.

$$G = Vp - COM \quad \text{Ec.2.46}$$

Donde:

G: ganancia de la producción (CUP)

2.8.3 Cálculo del costo unitario del producto

El costo unitario es el costo variable que se produce por cada unidad de producción. Su valor es siempre fijo para el mismo nivel de eficiencia.

$$CUP = \frac{COM}{N} \quad \text{Ec.2.47}$$

Donde:

CUP: costo unitario del producto (CUP/botella)

2.8.4 Cálculo del punto de equilibrio o punto de ganancia nula

El punto de equilibrio es el punto donde los ingresos totales recibidos se igualan a los costos asociados con la venta de un producto. Se utiliza comúnmente en las plantas industriales para determinar la posible rentabilidad que resultaría de vender determinado producto.

$$N = \frac{COM}{pup} \quad \text{Ec.2.48}$$

Donde:

N_0 : punto de equilibrio (botellas)

2.9 Indicadores de la eficiencia económica de la inversión

2.9.1 Retorno de la inversión

Este indicador permite evaluar el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada, expresándose en proporción o porcentaje. Se puede obtener mediante la siguiente relación:

$$Rn = \frac{G}{I_i} \cdot 100$$

Ec.2.49

Donde:

Rn: retorno de la inversión (%)

2.9.2 Plazo de recuperación de la inversión

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

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

Ec.2.50

2.9 Conclusiones parciales del capítulo

1. Se estableció la metodología de síntesis del nuevo proceso de producción para el diseño preliminar de una PyME para la obtención de mermeladas a partir de frutas como el mango, piña, futa bomba y guayaba, en base a las experiencias y a la literatura.
2. Mediante las etapas del proceso se conocen las operaciones del mismo y los equipos necesarios.
3. Se creó la metodología para el balance de masa y energía que permita determinar las corrientes que intervienen en el proceso y el consumo de energía de la planta.
4. Se describen las ecuaciones fundamentales para el análisis de factibilidad económica de la PyME propuesta.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el presente capítulo se analizan los resultados obtenidos al desarrollar el diseño preliminar del caso base para la producción de mermeladas de frutas, se explica detalladamente el diagrama de flujo del proceso, se muestran los parámetros de diseño de los principales equipos, se determina el costo de inversión inicial de la planta y se calculan los principales indicadores económicos de producción (valor de la producción, punto de equilibrio y ganancia), de eficiencia económica de inversión (retorno de la inversión y plazo de recuperación de la inversión).

3.1 Diagrama de flujo y descripción del proceso tecnológico

3.1.1 Diagrama de flujo detallado del proceso

Una vez creadas las etapas del proceso con sus equipos y las corrientes que intervienen en el mismo, se realiza el diagrama de flujo detallado del nuevo proceso (**Anexo 10**)

3.1.2 Descripción del nuevo proceso

A continuación se describen las etapas que conforman el proceso.

1. Recepción: Al ser recibida la materia prima (MP) en la planta se muestrea para inspeccionar su calidad en base a los estándares previamente establecidos, ya que la calidad de la misma influye directamente en el rendimiento y calidad del producto. Si esta no cumple con los parámetros de calidad debe ser rechazada. Se registran sus características principales, tales como proveedor, procedencia, costo y peso. El diseño de la planta deberá tomar en cuenta la logística en la recepción de la materia prima para determinar el espacio requerido de almacén temporal y de ser necesario bajo condiciones de temperatura y humedad controlada, si es que no se pudiera procesar inmediatamente la materia prima recibida. La materia prima aceptada se procede a pesarla (Villanueva, 2016).

2. Pesado: La MP es trasladada del área de recepción o almacén hacia la pesa manualmente, y así determinar el rendimiento y calcular la cantidad de los otros ingredientes que se añadirán en etapas posteriores. El tamaño de la pesa dependerá de la capacidad de la planta.

3. Preselección y rechazo de la MP: Después de ser pesada la MP 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.

4. Lavado: La MP preseleccionada es transportada hacia la tina de lavado manualmente, para separar la tierra y materiales extraños, residuos de pesticidas, y reducir la carga bacteriana presente en los frutos. Además, en un fruto limpio se incrementa la eficiencia de los procesos térmicos, pues se parte de una carga microbiana menor a aquella con la que se recibe del campo y se tiene mayor facilidad en la penetración del calor. El lavado es por inmersión de la MP 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, estas son lavadas manualmente (Díaz, 2017). El cloro llega a la tina de lavado manualmente desde el tanque T3 de almacenamiento de cloro.

5. Enjuague: El fruto lavado es trasladado manualmente hacia la tina de enjuague para eliminar el cloro presente en la fruta. Ya que la limpieza del producto se acompaña de desinfectantes, donde la eficiencia de los diferentes tratamientos depende del tipo y concentración del sanitizante, del tiempo de exposición al mismo, de la naturaleza del microorganismo a remover, del tipo de fruta a desinfectar, por lo que se debe enjuagar bien la fruta.

En el área de lavado y enjuague se cuenta con una bomba B2 unido a un filtro de manga, el agua de la tina de lavado y enjuague es descargada a una cisterna de agua residual.

6. Mesa de selección, pelado y troceado: La fruta después de ser lavada y enjuagada es trasladada en cajas hacia la mesa donde es seleccionada nuevamente. Los operadores están situados a cada lado de la mesa, donde estos seleccionan y retiran de esta las que se encuentran en mal estado o cortan las partes dañadas de las mismas como son cáscara, semilla, hoyos, algunos defectos mecánicos o de apariencia es una operación manual. Para varios de los productos a elaborar se requiere de una presentación en trozos, para facilitar trituración de la fruta.

7-8 Trituración: Las frutas que son peladas y troceadas son conducidas al deshuesador o triturador, en dependencia del tipo de núcleo o semilla, ya sean grandes o pequeñas. Las pequeñas se procesarán en el molino de martillo y las de núcleo grande como el mango en el deshuesador. Estas son transportadas manualmente mediante cubetas.

9. Pre-cocción: La pulpa es enviada a la etapa de pre-cocción, donde se cuece suavemente hasta antes de añadir el azúcar. Este proceso de cocción es importante para romper las membranas celulares de la fruta y extraer toda la pectina. 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 75–80 °C durante unos minutos. En esta etapa se tomará muestras de pulpa y se verificará el pH, acidez, etc., para determinar qué cantidad de los otros insumos se adicionarán en la etapa de cocción.

10. Repasadora refinadora: Después de la pre-cocción, la masa es transportada manualmente, hacia la repasadora refinadora de pulpa. El principio de operación del equipo para la refinación es similar al del despulpador, de hacer pasar la pulpa a través de un tamiz de un tamaño de orificio menor al utilizado en el despulpado, de manera que sólo permita el paso a la parte pulposa y no a la fibra. La pulpa es descargada en cubetas plásticas cuya capacidad dependerá de las características del molino rectificador.

11. Cocción: Esta pulpa es transportada mediante una bomba monofásica desde la cubeta rectangular hacia el área de cocción o manualmente, donde esta es la operación que tiene mayor importancia sobre la calidad de la mermelada; por lo tanto requiere de mucha destreza y práctica de parte del operador. La temperatura de cocción debe ser de 100–105°C y el tiempo de cocción depende de la variedad y textura de la materia prima, pero se considera de un 20-25 min después que alcanza la temperatura de ebullición. Al respecto un tiempo de cocción corto es de gran importancia para conservar el color y sabor natural de la fruta y una excesiva cocción produce un oscurecimiento de la mermelada debido a la caramelización de los azúcares. Durante la cocción se disminuye la humedad de los productos mediante la evaporación parcial del agua contenida en la mezcla. La cocción se realiza con una marmita de vapor.

3.1.2.1 Preparación de los insumos a agregar durante la etapa de cocción

Preparación y adición del jarabe: En un tanque de doble pared calentable con vapor, se calienta el agua para preparar el jarabe de alta concentración en azúcar por separado. Para ello se mide una determinada cantidad de agua, que se calienta y se somete a agitación suave. Lentamente se vierte el azúcar (por lo común, sacarosa-azúcar de caña o remolacha), la cual irá disolviéndose. Una vez disuelto, se pesan las cantidades necesarias de jarabe para introducirlo en la etapa de cocción (CANAINCA, 2013). Una vez que el producto está en proceso de cocción y el volumen se haya reducido en un tercio, se procede a añadir la mitad del azúcar en forma directa. La mermelada debe removerse hasta que se haya disuelto todo el azúcar. Una vez disuelta, la

mezcla será removida lo menos posible y después será llevada hasta el punto de ebullición rápidamente.

La regla de oro para la elaboración de mermeladas consiste en una cocción lenta antes de añadir el azúcar y muy rápida y corta posteriormente. El tiempo de ebullición dependerá del tipo y de la cantidad de mermelada, si la fruta se ha cosido bien antes de la incorporación del azúcar no será necesario que la mermelada endulzada hierva por más de 20 minutos. Si la incorporación del azúcar se realiza demasiado pronto de forma tal que la fruta tenga que hervir demasiado tiempo, el color y el sabor de la mermelada serán de inferior calidad. El equipo más común es el mismo que se utiliza en la etapa de cocción (Coronado e Hilario, 2001). A la salida del depósito de preparación del jarabe es conveniente que éste se filtre para eliminar las impurezas del azúcar. Esto puede realizarse con un filtro de manga de tela apropiada previamente bien lavada y recién hervida, que pueda ser cambiado y lavado con facilidad.

Preparación y adición de la pectina: En un depósito separado se prepara la solución de pectina, operación que se realiza lentamente, por lo que es conveniente que este depósito vierta al tanque de alimentación de pectina, para que mientras se consume una carga, pueda ser preparada la siguiente. Muchas industrias tienen este depósito calentable a vapor para facilitar la disolución de la pectina en agua (CANAINCA, 2013). Finalmente la adición de la pectina se realiza mezclándola con el azúcar que falta añadir, evitando de esta manera la formación de grumos. Durante esta etapa la masa debe ser removida lo menos posible. La cocción debe finalizar cuando se haya obtenido el porcentaje de sólidos solubles deseados, comprendido entre 64-68%. Para la determinación del punto final de cocción se deben tomar muestras periódicas hasta alcanzar la concentración correcta de azúcar y de esta manera obtener una buena gelificación.

Almacenamiento y adición del ácido cítrico y conservante: En esta área se cuenta con dos tanques de almacenamiento uno para el ácido y otro para el conservante. Una vez que el producto está en proceso de cocción y el volumen se haya reducido en un tercio, se procede a añadir el ácido cítrico. Al alcanzar el punto de gelificación, se agrega el conservante. Este debe diluirse con una mínima cantidad de agua. Una vez que esté totalmente disuelto, se agrega directamente a la olla. El porcentaje de conservante a agregar no debe exceder al 0,05% del peso de la mermelada.

Trasvase: Una vez llegado al punto final de cocción se retira la mermelada de la fuente de calor. Inmediatamente después, la mermelada debe ser trasvasada a otro recipiente con la finalidad de evitar la sobre-cocción, que puede originar oscurecimiento y cristalización de la mermelada. El trasvase puede ser realizado manualmente o con una bomba monofásica.

Almacenamiento temporal de la mermelada: Después del trasvase se deposita en un tanque cilíndrico provisto de un agitador, donde el objetivo de esta etapa es mantener el producto que sale de la etapa de cocción a 85-90°C, la cual favorecerá la etapa siguiente que es el envasado. También en esta etapa se toman muestras del producto y se le hace una verificación final a los parámetros que caracterizan una excelente mermelada (Coronado e Hilario, 2001).

Envasado y tapado: Después de verificarse los parámetros de calidad de la mermelada se realiza el envasado de la misma, que se realizara en el mismo equipo donde se almacena temporalmente. La mermelada se envasa en caliente a una temperatura no menor de 85-90°C. Esta temperatura mejora la fluidez del producto durante el llenado y a la vez permite la formación de un vacío adecuado dentro del envase por efecto de la contracción de la mermelada una vez que ha enfriado. Esto ayuda a alcanzar la temperatura de cierre más rápidamente y permite asegurar mínimas cargas microbiológicas presentes en los productos, lo cual facilita su posterior tratamiento de esterilización en su caso, Para evitar el choque térmico del envase de vidrio con el producto caliente, el envase debe estar aún caliente después de salir de la enjuagadora con agua caliente. En el momento del envasado se deben verificar que los recipientes no estén rajados, ni deformes, limpios y desinfectados. El llenado se realiza hasta el ras del envase y se coloca inmediatamente la tapa. El producto caliente se vierte en el depósito de la llenadora. Esta llenadora puede ser manual, y mediante una llave se deja caer por gravedad el producto en el interior del envase. También podría ser automática, como la de pistón, la cual aspirará una determinada cantidad, que inmediatamente enviará al envase al cerrarse la válvula de admisión y abrirse la de expulsión. La capacidad del envase se regula mediante el movimiento o desplazamiento del émbolo (CANAINCA, 2013).

Los frascos, tapas y envases en general, deben ser inspeccionados y enjuagados con agua caliente a 75°C, sin utilizar jabón, para eliminar cualquier material extraño que pudiera estar presente y reducir la carga bacteriana antes de usarse. Aun cuando muchos proveedores aseguran la sanidad de sus envases, normalmente la logística de su manejo y almacenamiento

pueden provocar contaminaciones, por eso es recomendable lavarlos. Se utilizará un tanque cilíndrico con una ducha de agua caliente y los frascos se inspeccionarán manualmente. Este equipo suele integrarse a la línea de envasado.

Pasteurización: Una vez envasada la mermelada y tapada es transportada mecánicamente o manual hacia las tinas de pasteurización donde el envase es sumergido dentro de la tina. Este método consiste en calentar el producto envasado, mantenerlo caliente cierto tiempo. El envase es sumergido en agua caliente que calienta el envase y su contenido. Este proceso se efectúa durante un determinado período de tiempo a temperaturas específicas según el producto, para asegurar la destrucción de los microorganismos. Esta operación se puede llevar a cabo en un tanque abierto o autoclave con agua caliente donde se introducen los frascos en canastilla.

Tinas de enfriamiento: Después del tratamiento térmico aplicado a los productos envasados, se deben someter a enfriamiento, que debe ser lo más rápido posible para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro del envase. Al enfriarse el producto, ocurrirá la contracción de la mermelada dentro del envase, lo que viene a ser la formación de vacío, que viene a ser el factor más importante para la conservación del producto, para evitar deterioro en el producto debido a una sobre-cocción o degradación de componentes sensibles a la temperatura que podría repercutir en el cambio de color del fruto o en la modificación de su textura, además se evita que se reproduzcan las bacterias termófilas.

En el caso de productos envasados en frasco de vidrio, la fragilidad de este material al choque térmico no permite llevar a cabo el enfriamiento de manera abrupta, por lo que se debe hacer de manera paulatina rociando agua tibia e ir bajando la temperatura del agua conforme se va enfriando el frasco. Para los envases de vidrio se utiliza una tina de agua con una ducha unida a una válvula para regular la entrada de agua caliente a fría.

Etiquetado: Una vez enfriado el envase de la mermelada se procede al etiquetado del producto, la constituye la etapa final del proceso de elaboración de mermeladas. La etiqueta se pega con silicato al envase de vidrio por medio de una máquina o manual. En la etiqueta se debe incluir toda la información sobre el producto como: fábrica elaboradora, dirección, fecha de elaboración o caducidad, lote de producción, código de barras, ingredientes, contenido y número de registro de la Secretaría de Salubridad, etc. Para la aplicación de etiquetas e impresión de códigos, es necesario que el envase esté seco. Para ello se pueden utilizar ventiladores o sopladores de aire

que aceleran la evaporación del agua que moja al envase. Los envases ya etiquetados son empacados normalmente en cajas de cartón para su fácil manejo, distribución e identificación. Las cajas pueden ser estibadas sobre tarimas para formar *pallets* que pueden ser manejados mediante carros montacargas. Los *pallets* suelen envolverse con película plástica para protegerlos y facilitar su manejo tanto dentro del almacén como durante el transporte para su distribución.

Almacenamiento del producto envasado y empacado: El diseño de la planta debe considerar un espacio para el almacenamiento del producto terminado para su posterior distribución. Se considera como una etapa del proceso ya que implica costos que se incluyen en el costo de producción. Cuando los productos requieren cadena de frío para su conservación, deberá considerar almacenes con sistemas de refrigeración para mantenerlos a la temperatura deseada. Sin embargo si el producto no necesita de refrigeración este debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio semioscuros, seco, y con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su comercialización.

Este producto no se debe mover hasta 24 horas, después de su elaboración, lo cual permite que se termine la gelificación completa de la mermelada. De lo contrario, el movimiento antes de este tiempo provoca el rompimiento del gel que está aún muy tierno (gelificación pobre aún), provocando el drenado (sinéresis) del producto que puede traer como consecuencia la formación de colonias de hongos y la descomposición de la mermelada, además de tener una presentación pobre, ya que el producto se ve aguado.

El tamaño del almacén se estima en base al esquema de producción de la planta y al número de días de almacenamiento requerido (inventario de producto). Mientras más desarrollada se tenga la logística de distribución y venta, menores podrán ser los inventarios.

El transporte hacia el cliente deberá realizarse de preferencia en camiones especiales para evitar en lo posible que los envases de la mermelada tengan mucho movimiento, lo cual provoca el rompimiento del gel originando los problemas comentados anteriormente. La carga y descarga deberá realizarse sin golpear las cajas de los envases (Villanueva, 2016).

3.1.3 Cálculo del ácido cítrico, conservante, pectina y azúcar para su adicción

Azúcar

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

Ácido Cítrico

La cantidad que se emplea de ácido cítrico varía entre 0,15 y 0,2% del peso total de la mermelada (Villanueva, 2016). También según Coronado e Hilario (2001), el ácido cítrico se añade en dependencia del pH de la fruta que se esté tratando. La Tabla 3.12 muestra las proporciones que se debe añadir en función de su acidez.

Tabla 3.1: Cantidades de ácido cítrico a añadir en dependencia del pH de la fruta

pH de la Pulpa	Cantidad de Ácido Cítrico a añadir
3,5 a 3,6	1 a 2 gr. / kg. de pulpa
3,6 a 4,0	3 a 4 gr. / kg de pulpa
4,0 a 4,5	5 gr. / kg de pulpa
Más de 4,5	Más de 5 gr. / kg de pulpa

Fuente: Coronado e Hilario (2001)

Pectina

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

Conservante

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

3.1.4 Calidad de la mermelada

La mermelada, como todo alimento para consumo humano, debe ser elaborada con las máximas medidas de higiene que aseguren la calidad y no ponga en riesgo la salud de quienes la consumen. Por lo tanto debe elaborarse en buenas condiciones de sanidad, con frutas maduras, frescas, limpias y libres de restos de sustancias tóxicas. Puede prepararse con pulpas

concentradas o con frutas previamente elaboradas o conservadas, siempre que reúnan los requisitos mencionados. En general, los requisitos de una mermelada se pueden resumir de la siguiente manera:

- **Sólidos solubles por lectura (°Brix) a 20°C:** mínimo 64%, máximo 68%.
- **pH:** 3,25 – 3,75.
- **Contenido de alcohol etílico en %(V/V) a 15 °C/15°C:** máximo 0,5.
- **Conservante:** Benzoato de Sodio y/o Sorbato de Potasio (solos o en conjunto) en g/100 mL: máximo 0,05
- No debe contener antisépticos.
- Debe estar libre de bacterias patógenas. Se permite un contenido máximo de moho de cinco campos positivos por cada 100.

El punto final de cocción se puede determinar mediante el uso de los siguientes métodos:

Prueba de la gota en el vaso con agua: Consiste en colocar gotas de mermelada dentro de un vaso con agua. El indicador es que la gota de mermelada caiga al fondo del vaso sin desintegrarse.

Prueba del termómetro: Se utiliza un termómetro de alcohol tipo caramelero, graduado hasta 110°C. Para realizar el control se introduce la parte del bulbo hasta cubrirlo con la mermelada. Se espera que la columna de alcohol se estabilice y luego se hace la lectura. El bulbo del termómetro no deberá descansar sobre el fondo de la cacerola ya que así reflejaría la temperatura de la cacerola y no la correspondiente a la mermelada. El porcentaje de azúcar suele ser el correcto cuando la mermelada hierve a 104,5°C. Considerando que la mezcla contiene las proporciones correctas de ácido y de pectina ésta gelificará bien.

Prueba del refractómetro: Su manejo es sencillo, utilizando una cuchara se extrae un poco de muestra de mermelada. Se deja enfriar a temperatura ambiente y se coloca en el refractómetro, se cierra y se procede a medir. El punto final de la mermelada será cuando marque 65°Brix, momento en el cual se debe parar la cocción (Coronado e Hilario, 2001).

3.2 Definición del tipo de proceso

El caso de estudio se propone que sea un proceso discontinuo, ya que aunque puede ser que algunas operaciones específicas sean continuas, el conjunto de todas las operaciones del proceso en general conforma un proceso discontinuo. Según García (2017), un sistema

discontinuo debe tener flujos menores que 5000 t/a. En el proceso caso de estudio se manejan flujos de hasta 395,395 t/a, lo que quiere decir que cumple con este criterio. Además, según Turton (2013) los procesos discontinuos son dominantes en las industrias de alimentos y están más lejos de trabajar de forma óptima cuando están diseñados discontinuamente.

Según Saravacos y Kostaropoulos (2016), los sistemas de concentración pueden clasificarse también en sistemas continuos y discontinuos. Los equipos discontinuos o *batch* son particularmente útiles en el caso de volúmenes pequeños o cuando la industria elabora muchos productos diferentes. En el proceso de estudio se producen diferentes procesos, por lo que concuerda con el criterio antes mencionado.

3.3 Características generales de la planta

3.3.1 Definición de la jornada de trabajo

Ateniendo a las temporadas de frutas, el mango está presente durante 5 meses (mayo – septiembre), mientras que, en mayor o menor medida, la piña, guayaba y fruta bomba se manifiestan el año entero. Por esta razón se decide que la planta trabaje 11 meses al año, destinando 1 mes para realizar el mantenimiento de los equipos, limpieza de los mismos y de la instalación en general. Esta operará 25 días al mes, con una jornada laboral de 8 horas al día por las características que definen a este tipo de industria.

La planta cuenta con 20 trabajadores directamente con la planta, lo cual se determina por experiencias y según VARONA (2017). Además existe un jefe de planta, jefe de producción, contador, almacenero, económico, laboratorista, dos de mantenimiento y dos custodios. Según la Cooperativa 13 de marzo (2018) el salario medio de los trabajadores es de 350 CUP.

3.3.2 Micro-localización de la planta

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

En esta zona la mano de obra posee vasta experiencia en el cultivo de los distintos productos a procesar, como son: mango, piña, guayaba y fruta bomba. Por otra parte, el municipio Limonar limita cerca de los municipios Unión de Reyes, Jovellanos y Pedro Betancourt, los cuales constituyen grandes productores de estas frutas en la provincia. Además, el municipio manifiesta

un gran interés por este tipo de industria y asegura la existencia de personal calificado para trabajar en una planta como la que se propone instalar.

Los estudios realizados para determinar las potencialidades, demostraron que el municipio presenta elevadas producciones de las frutas de interés, por lo que las fuentes de materias primas son elevadas. Por ser un municipio donde predomina la agricultura se cuenta con los medios de transporte y comunicación necesarios para el movimiento de la materia prima hacia la zona de procesamiento. Se cuenta con la disponibilidad de agua abundante en el territorio, según la Delegación Municipal de la Agricultura y un mercado muy amplio para la venta de los productos.

3.3.3 Plano preliminar de distribución en planta

Una vez que fueron definidos y seleccionados los equipos para integrar las líneas de producción y diseñado el diagrama de flujo preliminar, se hace un análisis de los espacios requeridos para su instalación y la manera en que se acomodarán para darle fluidez y continuidad al proceso, evitando el flujo cruzado de materiales que pudieran generar contaminación.

Los espacios deben estar debidamente acondicionados para mantener la máxima higiene tanto en el aire del ambiente como en todas las superficies para que sean fácilmente limpiables y se reduzca ese riesgo de contaminación.

En base a este análisis se diseñan los espacios requeridos para la planta, plasmándolo en un diagrama donde se representan los equipos con su vista en planta para ubicarlos adecuadamente (**Figura 3.1**). Con esto se puede definir el tamaño de la nave y las dimensiones del terreno requerido para la instalación de la planta, extendiendo el diseño no solamente a las áreas de proceso sino también a las áreas de personal como oficinas, pasillo, patio de maniobras, etc.(Villanueva, 2016).

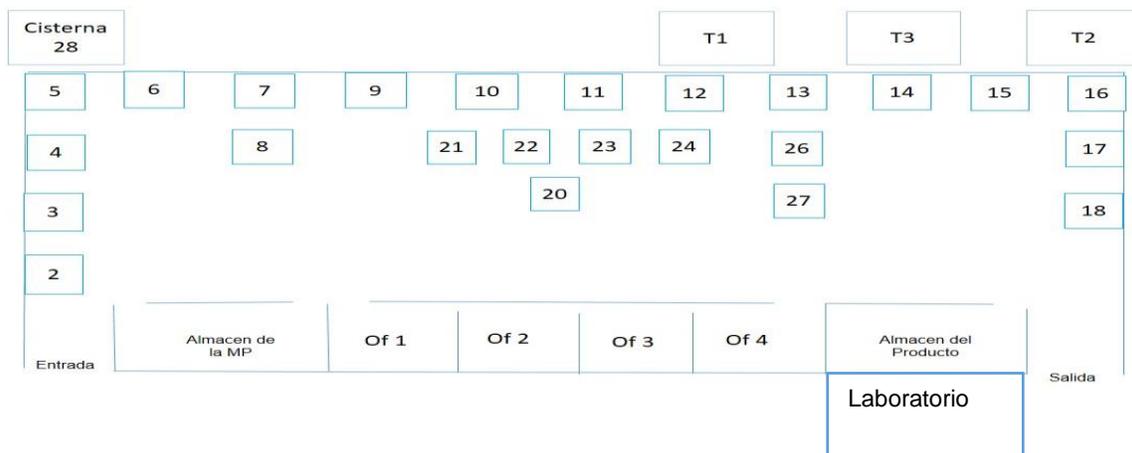


Fig.3.1 Plano preliminar de distribución en planta

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Of. oficinas

3.4 Resultados de los balances de masa y energía

3.4.1 Resultados del balance de masa

A partir de los datos de los balances de masa del **(Anexo 11)** se obtienen los siguientes resultados.

Tabla3.2 Resultados del balance de masa para el mango

Operaciones del proceso	Flujo que entra (kg/h)	Flujo que sale (kg/h)	Residuos (kg/h)
Almacén	179,73	179,73	-
Mesa de pre-selección	179,73	170,74	8,99
Tina de lavado(agua)	512,23	512,23	-
Tina de enjuague (agua)	512,23	512,23	-
Mesa de selección	170,74	129,7624	40,9776
Molino deshuesador	129,76	109	20,761484
Marmita(pre-cocción)	109	109	-
Molino refinador	109	106,82	2,18
Marmita (cocción)	248,283	206,49	41,793

Fuente: Elaboración propia

Tabla3.3 Resultados del balance de masa para la piña

Operaciones del proceso	Flujo que entra (kg/h)	Flujo que sale (kg/h)	Residuos (kg/h)
Almacén	8,74	8,74	-
Mesa de pre-selección	8,74	8,65	0,09
Tina de lavado(agua)	25,95	25,95	-
Tina de enjuague (agua)	25,95	25,95	-
Mesa de selección	8,65	5,19	3,46
Molino triturador	5,19	5,19	-
Marmita(pre-cocción)	5,19	5,19	-
Molino refinador	5,19	5,0343	0,1557
Marmita (Cocción)	7,5801	9,64	2,0599

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4 Resultados del balance de masa para la guayaba

Operaciones del proceso	Flujo que entra (kg/h)	Flujo que sale (kg/h)	Residuos (kg/h)
Almacén	63,36	63,36	-
Mesa de pre-selección	63,36	60,19	3,168
Tina de lavado(agua)	180,576	180,576	-
Tina de enjuague (agua)	180,576	180,576	-
Mesa de selección	60,19	58,986	1,2038
Molino triturador	58,986	58,986	-
Marmita (pre-cocción)	58,986	58,986	-
Molino refinador	58,986	50,138	8,848
Marmita (cocción)	117,561	97,62	19,941

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5 Resultados del balance de masa para la fruta bomba

Operaciones del proceso	Flujo que entra (kg/h)	Flujo que sale (kg/h)	Residuos (kg/h)
Almacén	47,77	47,77	-
Mesa de pre-selección	47,77	46,81	0,96
Tina de lavado(agua)	140,43	140,43	-
Tina de enjuague (agua)	140,43	140,43	-
Mesa de selección	46,81	40,725	6,085
Molino triturador	40,725	40,725	-
Marmita (pre-cocción)	40,725	40,725	-
Molino refinador	40,725	40,521	0,204
Marmita (cocción)	40,725	67,7729	27,0479

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Resultados del balance de energía

Mango

Tabla 3.6 Pre-cocción

Parámetros	Resultados
Masa de flujo de Mango (kg/h)	109
Cp (kJ/kg °C)	3,826
ΔH (kJ/kg)	2202,6
Masa de vapor (kg/h)	11,571

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 3.7 Cocción

Parámetros	Resultados
Masa de flujo de mango (kg/h)	248,283
Cp (kJ/kg °C)	3,558
ΔH (kJ/kg)	2202,6
Masa de vapor (kg/h)	56,49
Masa de agua evaporada (kg/h)	41,789
λ de vaporización del agua (kJ/kg)	2257

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 3.8 Pasteurización.

Parámetros	Resultados
Masa de flujo de agua (kg/h)	500
Cp del agua (kcal/kg °C)	4,19
ΔH (kJ/kg)	2202,6
Masa de vapor (kg/h)	61,78

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 3.9 Tanque de agua caliente.

Parámetros	Resultados
Masa de flujo de agua (kg/h)	200
Cp del agua (kcal/kg °C)	4,19
ΔH (kJ/kg)	2202,6
Masa de vapor (kg/h)	13,87

Fuente: *Elaboración propia***Piña****Tabla 3.10** Pre-cocción

Parámetros	Resultados
Masa de flujo de Piña (kg/h)	5,19
Cp (kJ/kg °C)	3,88
ΔH (kJ/kg)	2202,6
Masa de vapor (kg/h)	0,5587

Fuente: *Elaboración propia***Tabla 3.11** Cocción

Parámetros	Resultados
Masa de flujo de Piña(kg/h)	11,701
Cp (kJ/kg °C)	3,937
ΔH (kJ/kg)	2202,6
Masa de vapor (kg/h)	2,81
Masa de agua evaporada (kg/h)	2,0599
λ de vaporización del agua (kJ/kg)	2257

Fuente: *Elaboración propia*

Fruta Bomba

Tabla 3.12 Pre-cocción

Parámetros	Resultados
Masa de flujo de Fruta Bomba(kg/h)	40,725
Cp (kJ/kg °C)	3,843
ΔH (kJ/kg)	2202,6
Masa de vapor (kg/h)	4,36199

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 3.13 Cocción

Parámetros	Resultados
Masa de flujo de Fruta Bomba(kg/h)	67,9719
Cp (kJ/kg °C)	3,456
ΔH (kJ/kg)	2202,6
Masa de vapor (kg/h)	16,973
Masa de agua evaporada (kg/h)	13,52
λ de vaporización del agua (kJ/kg)	2257

Fuente: *Elaboración propia*

Guayaba

Tabla 3.14 Pre-cocción

Parámetros	Resultados
Masa de flujo de Guayaba(kg/h)	58,9862
Cp (kJ/kg °C)	3,7886
ΔH (kJ/kg)	2202,6
Masa de vapor (kg/h)	6,2

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 3.15 Cocción

Parámetros	Resultados
Masa de flujo de Guayaba(kg/h)	77,679
Cp (kJ/kg °C)	3,8687
ΔH (kJ/kg)	2202,6
Masa de vapor (kg/h)	25,7358
Masa de agua evaporada (kg/h)	19,941
λ de vaporización del agua (kJ/kg)	2257

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Selección de los principales equipos

Todos los equipos que interactúan directamente con la producción de alimentos son construidos de acero inoxidable AISI 304 según la NC 475:2006.

3.4.2.1 Equipos para la molienda

La reducción del tamaño o la ampliación de alimentos sólidos se pueden lograr mediante métodos mecánicos, sin el uso de calor. La reducción de tamaño se refiere a la producción de piezas grandes o pequeñas y varios tamaños de partículas. La ampliación incluye la aglomeración o el recubrimiento de pequeños trozos de alimentos o partículas, que pueden facilitarse mediante la adición de pequeñas cantidades de líquidos o vapor. En el caso de los líquidos, la reducción del tamaño de las partículas se logra en la homogeneización. Las principales fuerzas aplicadas durante la reducción de tamaño son compresión, impacto, cizalladura o combinaciones de estas fuerzas.

El molino seleccionado para la planta es el de martillo por su costo y por ser uno de los más usado en la industria de alimento.

El molino de martillos es uno de los equipos más utilizados para reducir el tamaño de los alimentos por las fuerzas de impacto. Se utiliza para producir una amplia gama de partículas medianas a finas. El producto molido puede ser seco, húmedo o incluso irregular, blando, quebradizo, cristalino o fibroso. Los molinos de martillo consisten en un rotor, que incluye varillas metálicas ensambladas axialmente, que giran en una cámara (estator), cuya parte inferior tiene una pantalla reemplazable. Dependiendo del producto alimentado y su requisito de tamaño final tiene diferentes herramientas.

Trituración: 0,15 cm-8 mm

Trituración fina: 8 mm-750 µm

Fresado: 750-50 µm

Fresado coloidal y fino: <50 µm

3.4.2.2 Equipo para la precocción y cocción de los alimentos

Se selecciona la marmita con camisa de vapor, ya que es el equipo que se utiliza para calentar y evaporar en las pequeñas y medianas industrias de alimentos. Son fáciles de controlar, limpiar, etc.

Las características de todos los equipos que intervienen en el proceso se muestran en el **(Anexo 12)**.

3.5 Resultados de la evaluación técnica – económica

Para determinar el capital fijo invertido (FCI) se estima el costo de adquisición de cada equipo involucrado en el proceso **(Anexo 13)** (Melena, 2017) y dadas las capacidades de la planta y el software eqcost14. Los costos fueron actualizados por los índices de costo del **(Anexo 14)**.

Los equipos que resultaron más costosos son el molino deshuesador de martillo (8350 CUP), molino triturador de martillo (9000 CUP), molino refinador de martillo (11500 CUP), las marmitas (18000 CUP) y la caldera (23000 CUP).

En la tabla 3.16 se muestra el costo de adquisición de los equipos, el costo total del módulo (CTM), el costo que incluye el desmonte y construcción (CGR), el capital de trabajo o circulante (FC) y el capital fijo invertido para el proceso.

Tabla 3.16 Costo de adquisición e inversión

Costos	CUP
Costo de adquisición o módulo simple (CBM)	124807,42
Costo del módulo total (CTM)	147272,7556
Costo del campo de hierba (CGR)	181593,03
Capital fijo invertido (FCI)	181593,03
Costo capital circulante (FC)	36318,606
Inversión inicial (Ii)	217911,636

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia, la inversión de la planta está en el orden de los cientos de miles de pesos, por lo que se puede decir que posee un valor relativamente bajo, el cual depende de los costos de adquisición de los equipos.

En el **(Anexo 15)** se identifican los principales indicadores económicos del proceso a partir de los volúmenes de producción del mango, piña, fruta bomba y guayaba. Se puede observar que es menos costoso fabricar el producto que venderlo, es decir que los costos unitarios son menores que el precio unitario del producto. Los costos totales de producción son inferiores al valor de la producción, lo que trae consigo que las ganancias sean positivas.

Para el cálculo de los principales indicadores económicos se asumió una ganancia de un 20% del costo de producción, ya que se desconoce el precio unitario del producto (pup). Para países subdesarrollados un ganancia del 10% es buena y para los países desarrollados se considera excelente para un 30 – 35%, por lo que el valor asumido se debe encontrar entre un 10 – 35%. De esta forma se calcula el pup para compararlo con los precios del mercado, lo cual resulta complicado ya que no se conoce el precio de los mismos, porque los existentes son enlatados, lo cual no es comparable debido a la estética y al material del envase. Una vez calculados todos los pup de los diferentes productos, se puede analizar que el precio de los productos es bastante moderado, excepto el de la piña, con un valor de 45,03 CUP/botella. Comparado con los otros precios, que son aproximadamente de 6,27 – 7,09 CUP/botella, es bastante alto; pero el precio real del mismo debería ser cercano al de los otros productos, lo que implicaría una ganancia negativa provocada por el bajo volumen de producción y lo costoso que resulta elaborar estos productos, por lo que se recomienda elevar el volumen de producción.

En la **(Anexo 16)** se identifican los principales indicadores de la eficiencia económica de la inversión a partir de diferentes flujos de producciones.

Para una ganancia del 20% se tiene que el retorno de la inversión es de un 173,32–266,53 %/año, por lo que los flujos de producciones se mueven dentro de estos valores, por lo que la inversión se recupera de un 1,73 a 2,66 veces en un año. El plazo de recuperación de la inversión es de 0,38–0,58 años para las diferentes líneas de producción, lo que demuestra que la inversión se recoge en menos de un año.

Conclusiones

1. Se realizó el diseño preliminar de una PyME de mermeladas capaz de asumir toda la cosecha de mango, piña, fruta bomba y guayaba, obteniéndose un producto de calidad que satisfaga las necesidades de la población.
2. A partir del análisis bibliográfico se clasificaron, caracterizaron y definieron las PyMEs.
3. A partir de un levantamiento en el municipio de Limonar se conocieron los picos de producciones, donde el mango es mayor con un pico de junio – agosto de 781,45 quintales, y la piña resultó ser la de menor pico con 38,01 quintales de julio – agosto.
4. Se realizó el diagrama de flujo detallado del nuevo proceso para la producción de mermeladas de frutas y se efectuó la descripción del mismo.
5. Se seleccionaron los equipos involucrados en el proceso, donde los más costosos son: los molinos, las marmitas de precocción y cocción y la caldera.
6. Se hizo un análisis económico, donde el costo de adquisición de los equipos es de 124807,42 CUP y la inversión de la planta es de 217911,636 CUP. A partir del cálculo de los costos operacionales, se comprobó que la planta es rentable para cuando se asume una ganancia de un 20%.

Recomendaciones

Con el objetivo de perfeccionar este diseño preliminar de una PyME capaz de asimilar los picos de producción de mango, guayaba, piña y fruta bomba del municipio Limonar se recomienda:

1. Realizar un estudio del impacto ambiental que genera la planta propuesta.
2. Analizar los riesgos a los que puede estar expuesta la planta.
3. Proponer un tratamiento a los residuales sólidos.
4. Establecer un sistema de tratamiento de agua para reducir dureza en el proceso de generación de vapor.
5. Realizar un estudio más detallado de la planta, teniendo en cuenta un análisis de laboratorio.

Bibliografía

1. Álvarez, M. y 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.
2. Ayyagari, M.; Beck, T.; Demirgüç - Kunt, A. (2005). *Small and Medium Enterprises across the Globe*. World Bank Research Project.
3. Barrios, D. (2009). *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.
4. Benz, S; Santa Cruz, A; Scenna, N. (2008). *Modelado, simulación y síntesis de procesos*. Curso de postgrado de actualización. Centro de aplicaciones informáticas en el modelado de ingeniería. Facultad Regional Rosario. República de Argentina.
5. Berish, G; Shiroka, J. (2012). *Defining Small and Medium Enterprises: a critical review*. University of Prishtina, Kosovo.
6. Castañeda, L. (2009). *Alta dirección en las PyMEs*. Ed. Poder. México, DF.
7. Castañón, R.; Solleiro, J.L.; Del Valle, M.C. (2003). *Estructura y perspectivas de la industria de alimentos en México*. Revista *La industria de alimentos en México. Comercio exterior*. Vol. 53, núm. 2. México.
8. 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.
9. Colectivo de autores (2016). *Incongruencias ¿enlatadas?* Disponible en: <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2016-12-24/incongruencias-enlatadas/>
10. 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.
11. Crossier, A. (2016). *Determinación del tiempo óptimo de limpieza de un pasteurizador de jugos y concentrados del Combinado de cítricos "Héroes de Girón"*. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico. Universidad de Matanzas. Cuba.

12. D'Imperio, R. (2012). *Growing the global economy through SMEs*. SMEs in the global economy. Edinburgh Group.
13. 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.
14. 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.
15. Fomento Integral de Cadenas Productivas (FICAP) (2005). *Convenio de coordinación para el desarrollo de la competitividad de la micro, pequeña y mediana empresa que celebran la Secretaría de Economía y el Estado de Guanajuato*. Disponible en: <http://dof.vlex.com.mx/vid/convenio-competitividad-micro-mediana-28070321>
16. Galicia, F. (2017). *Definición de la pequeña empresa*. Disponible en: <https://www.scribd.com/doc/41944053/DEFINICION-DE-LA-PEQUENA-EMPRESA-f-f>.
17. García, J. (2012). *Clasificación de empresas por tamaño: Pymes y MiPymes*.
18. 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.
19. 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-miniindustrias-para-procesamiento-de-frutas-y-vegetales>
20. Gómez, P. (2008). *Plan General de Contabilidad de PyMEs*. Ed. Prentice Hall. México DF.
21. 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>
22. International Labour Office (ILO) (2015). *Small and medium-sized enterprises and decent and productive employment creation*. International Labour Conference. 104th Session. Report IV. Geneva, Switzerland
23. Kayanula, D.; Quartey, P. (2000). *The policy environment for promoting small and medium-sized enterprises in Ghana and Malawi*. Finance and development research programme working paper series. Paper No. 15. University of Manchester, England.

24. Longenecker, J. (2001). *Administración de pequeñas empresas: enfoque emprendedor*. Ed. McGraw Hill Interamericana. México, DF.
25. López, Y. (2013). *Propuesta y evaluación técnico - económica de un proceso de sacarificación de cáscara de arroz para la producción de etanol*. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad de Matanzas. Cuba.
26. 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
27. Martínez, M.I. (2008). *Factores de competitividad de la Pyme española*. Grupo EOI. Sevilla, España.
28. Ministerio de la Agricultura (2017). *Modelo 3361. Indicadores seleccionados de la agricultura no cañera en el municipio Limonar*. Matanzas, Cuba.
29. Ministerio de la Agricultura (MINAG) (2017). *Incrementos de la producción*. Disponible en: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2017/03/20/ministro-de-la-agricultura-cubano-aboga-por-incrementar-produccion-de-frutas/>
30. 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.
31. Moghavvemi, S.; Hakimian, F. (2012). *Competitive advantages through it innovation adoption by SMEs*. Social Technologies, 2(1), p. 24–39. Mykolas Romeris University. Malaysia, Kuala Lumpur.
32. Navarrete, F.E. (2017). *Las Micro, Pequeñas y Medianas empresas ubicadas en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)*. Factor de desarrollo económico regional, bajo la óptica de su cultura organizacional y su proceso de toma de decisiones. Universidad del Valle de Atemajac. México.
33. NC 475:2006. *Pastas de frutas y hortalizas – Especificaciones*. ININ/Oficina Nacional de Normalización.
34. Pinar, O.; Mylenko, N.; Saltane, V. (2011). *Small and Medium Enterprises A Cross-Country Analysis with a New Data Set*. Policy Research Working, Paper 5538. The World Bank, Financial and Private Sector Development. Colombia.

35. Plaza, P.M.; Blanco, B.E. (2015). *Análisis de los problemas que enfrentan las PyMEs Agrícolas para su participación en el desarrollo económico local*. Revista *Publicando*, 2(5), pp.256-264. ISSN 1390-9304.
36. Puentes, F. (2014). *Factores que promueven la efectividad de mercadeo en las pequeñas y medianas empresas del sector alimentos de Bogotá*. Colombia.
37. Ramos, Y. (2013). *La Pequeña y Mediana Empresa en Cuba*. Disponible en: <http://oncubamagazine.com/economia-negocios/la-pequena-y-mediana-empresa-en-cuba>
38. Real Academia Española (RAE) (2001). *Diccionario de la lengua española*. Vigésima segunda edición. Madrid, España.
39. Reina, S.; Zúñiga, D. (2009). *MSMEs in the food sector A powerful sector in the new global economy*. Universidad de San Buenaventura. Colombia.
40. Rivero, H.L. (2016). Integración energética en la sección de destilación atmosférica de una refinería de petróleo. Tesis presentada en opción al título de Ingeniera Química. Universidad de Matanzas. Cuba.
41. Saravacos, G.; Kostaropoulos, A.E. (2016). *Handbook of Food Processing Equipment*. Food Engineering Series. Springer. 2nd Edition. DOI 10.1007/978-3-319-25020-5_1. USA.
42. Scenna, N.J; Benz, S.J. (1999). *Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos*. Capítulo II. Introducción al diseño de procesos químicos. Breves nociones. ISBN: 950-42-0022-2.
43. Secretaría del Senado de la República de Colombia (2015). *Ley 590 de 2000. Artículo No.2: Definiciones*. Archivado desde el original el 24 de noviembre de 2015. República de Colombia.
44. Seider, W; Seader.J; Lewin,D. (1999). *Process design principles. synthesis, analysis and evaluation*. J. Wiley&Sons. USA.
45. Škarpová, L.; Grosová, S. (2015). *The Application of Business Network Approach for Small and Medium Enterprises (SME) with regard to their Buying Behavior*. *Journal of Competitiveness*, Vol. 7, Issue 3, pp. 62-74. University of Chemistry and Technology, Prague Technická 5, Praha, Czech Republic.
46. Turton, R. (2013). *Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes*. New York: Prentice Hall.
47. Unión Europea (UE) (2005). *Definición de microempresas, pequeñas empresas y medianas empresas*. Actividades de la Unión Europea. Síntesis de la legislación.

48. VARONA (2017). *Especificaciones técnicas generales. Mini-industria para el procesamiento de frutas y vegetales 1000 kg/h.* La Habana, Cuba.
49. Vergara, J.J.; De la Espriella, L.E. (2016). *Application of socio-environmental accounting in the smes of the industrial sector of Cartagena, challenges and benefits.* Disponible en: <http://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/panoramaeconomico/article/view/379>
50. Villanueva, S.J. (2016). *Introducción a la Tecnología del Mango.* CIATEJ. Tecnología Alimentaria. 1era Edición. Jalisco, México.
51. Villegas, D.I.; Toro, I.D. (2010). *SMEs: a view from a MBA's academic experiences.* Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.

ANEXOS

Anexo1: Definición de micro, pequeñas y medianas empresas

		Recomendación 1996		Recomendación 2003 (en vigor desde 1 de enero de 2005)	
Categoría de empresa	Número de empleados	Volumen de negocio	Balance general	Volumen de negocio	Balance general
Medianas empresas	< 250	≤ 40 mill.	≤ 27 mill.	≤ 50 mill.	≤ 43 mill.
Pequeñas empresas	< 50	≤ 7 mill.	≤ 5 mill.	≤ 10 mill.	≤ 10 mill.
Microempresas	< 10			≤ 2 mill.	≤ 2 mill.

Fuente: Cámaras de Comercio, Boletín de Información Europea No. 285

Anexo 2. Clasificación de los tipos de empresas para la región de América Latina

Región	Tipo de empresa	Criterios de clasificación			
		P _{ref}	V _{ref} (U\$S)	Coef de tamaño	Ventas anuales
Mercosur (Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Venezuela)	Microempresas	hasta 10	hasta 400000	hasta 0,52	
	Pequeñas empresas	11 – 50	hasta 2000000	hasta 2,58	
	Medianas empresas	51 -200	hasta 10000000	hasta 10	
Chile	Microempresas	Hasta 9			hasta 2400
	Pequeñas empresas	10 - 49			2400 – 25000
	Medianas empresas	50 – 199			25000 -10000
Costa Rica	Microempresas	Hasta 5			
	Pequeñas empresas	6-30			
	Medianas empresas	31-100			

Fuente: Elaboración propia

Donde:

P_{ref}: cantidad de empleados de la empresa.

V_{ref} (U\$S): ventas de referencia en dólares estadounidenses.

Coef: coeficiente de tamaño.

P: cantidad de empleados de la empresa.

V: ventas de la empresa en dólares estadounidenses.

Anexo 3. Criterios de clasificación para las diferentes empresas de la región de

Eurasia

Región	Tipo de empresa	Criterios de clasificación			
		Empleados	Facturación (millones de euro)	Total de Balance (millones de euros)	Inversión total
Unión Europea	Microempresas	Hasta 10	Hasta 2	Hasta 2	
	Pequeñas empresas	10-50	2-10	2-10	
	Medianas empresas	50-250	10-50	10-43	
Japón	Microempresas	Hasta 50			Hasta 50000000
	Pequeñas empresas	Hasta 100			Hasta 50000000
	Medianas empresas	Hasta100			Hasta 100000000

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Unidades productoras de los municipios de Limonar

	Unidades Productoras			
Municipios	UEB	UBPC	CPA	CCS
Limonar	1. Horacio R. 2. Fructuoso R. 3. Oliva	1. Horacio R. 2. El Francisco. 3. Chacón	1. Antonio B. 2. Crucero A. 3. Ramón M. 4. Mario M.	1. Conrado B. 2. Jesús M. 3. 17 de Mayo. 4. Juan Ávila. 5. Gustavo Al. 6. Victoria de G. 7. Horacio R. 8. Juan G. G.

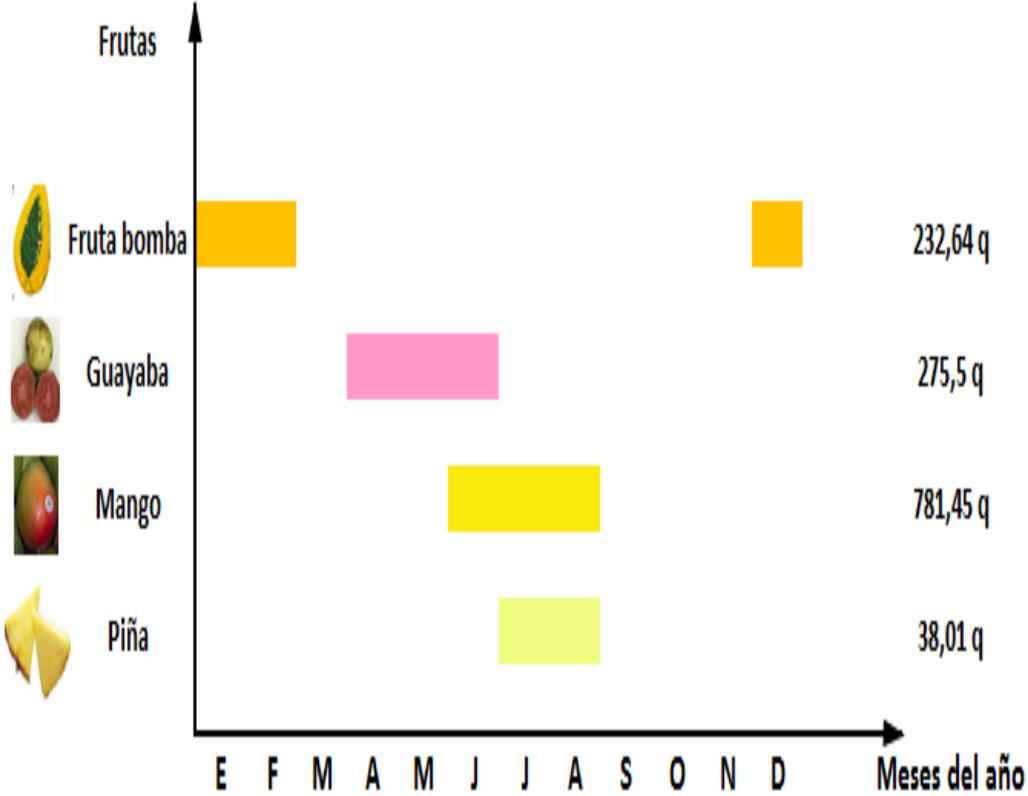
Fuente: Elaboración propia

Anexo5: Picos de producciones por mes para los diferentes cultivos.

Cultivos	Picos de producción (por meses)	Volumen de producción en estos meses
Mango	Junio - agosto	781,45
Guayaba	Abril - junio	275,5
Fruta bomba	Diciembre - febrero	232,64
Piña	Julio - agosto	38,01

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Solapamiento de los picos de producción de las distintas frutas.



Anexo 7: Costos unitarios de la electricidad

Consumo de electricidad KW-h	Precios
0 - 100	0,09
101 - 150	0,3
151 - 200	0,4
201 - 250	0,6
251 - 300	0,8
301 - 350	1,5
351 – 500	1,8
501 – 1000	2
1001- 5000	3
≥ 5000	5

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Costos unitarios de las utilidades

Utilidades	Costo Unitario
<i>Fuel oil</i>	5290 CUP/m ³ (Rivero,2016)
Agua	45 CUP/m ³ (Rivero, 2016)
Botella	1 CUP/ botella (13 de Marzo, 2018)
Chapa para botella	0,3 CUP / chapa (13 de Marzo, 2018)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Costos directos e indirectos

Costos directos

- Costo de adquisición del equipo en el lugar donde se fabrica.
- Materiales de instalación (tuberías, aislantes, protección al fuego cimientos y soportes, instrumentación, pintura del equipo y electricidad).
- Mano de obra para instalar el equipo.

Costos indirectos

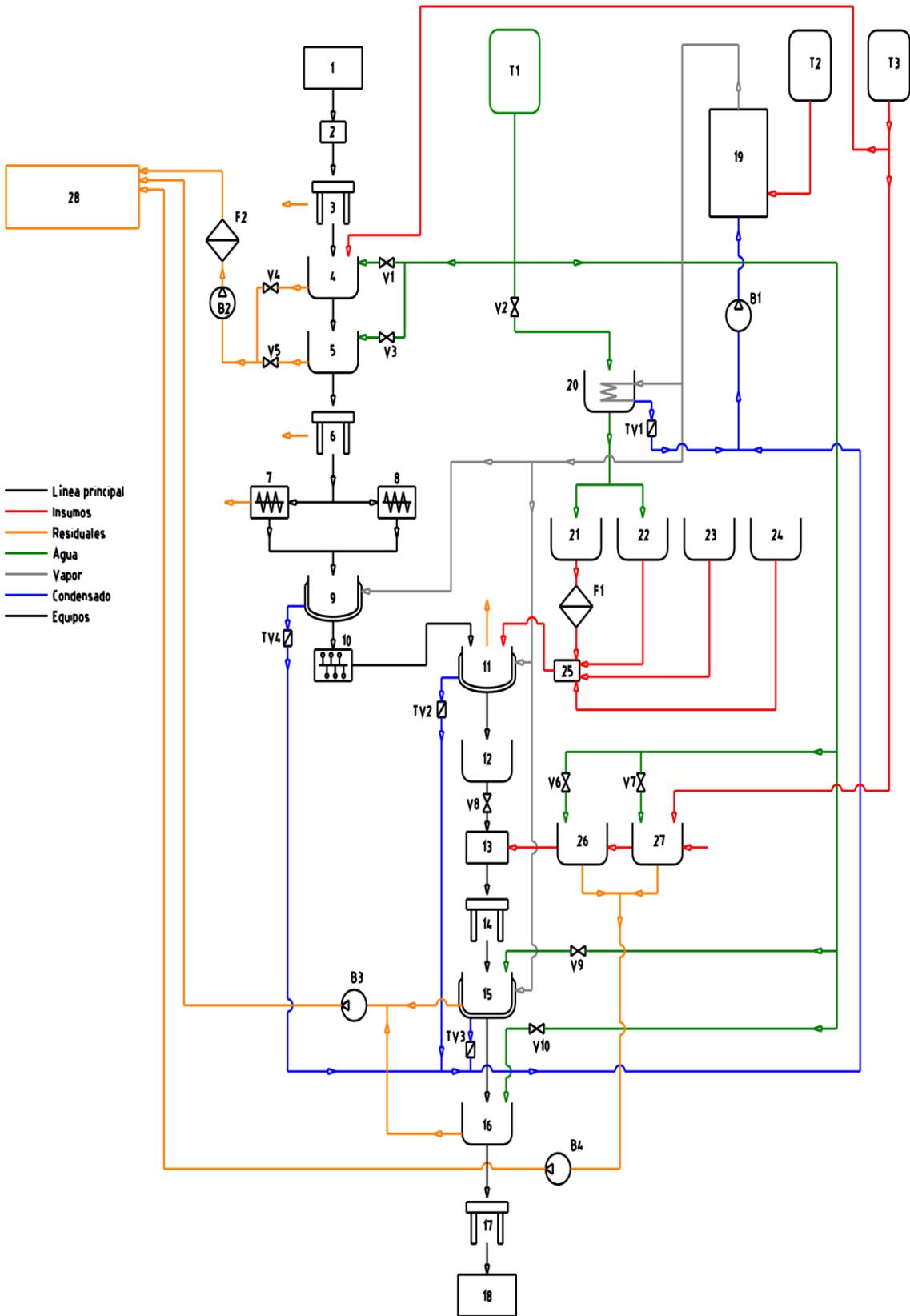
- Transporte, seguros e impuestos. Incluye todos los costos de transportación de equipos y materiales hasta la planta, los seguros e impuestos aplicables.
- Sobrecargas de construcción. Proporciona beneficios como: seguridad social, salarios, seguro de desempleo, enfermedad vacaciones y sobrecargas del personal supervisor).
- Gasto del contratista de ingeniería. Incluye los salarios y sobrecargas para el personal de ingeniería, dibujo y proyectos.

Anexo 10: Factores para estimar el costo de operación

Costos directos de operación (<i>DMC</i>)		
	Descripción	Costo
A	Materia prima	C_{RM}
B	Tratamiento de residuales	C_{WT}
C	Utilidades	C_{UT}
D	Mano de obra	C_{OL}
E	Supervisión	$(0,1 - 0,25)C_{OL}$
F	Mantenimiento	$(0,02 - 0,1)FCI$
G	Suplementos operacionales	$(0,1 - 0,2)(1E)$
H	Laboratorio	$(0,1 - 0,2)C_{OL}$
I	Patentes y marcas	$(0 - 0,06)COM$
Costos fijos de operación (<i>FMC</i>)		
A	Depreciación	$(0,05 - 0,1)FCI$
B	Impuestos y seguros	$(0,014 - 0,05)FCI$
C	Sobrecargos	$(0,5 - 0,7)(1D + 1E + 1F)$
Gastos generales de operación (<i>GE</i>)		
A	Administración	$0,15(1D + 1E + 1F)$
B	Distribución y ventas	$(0,02 - 0,2)COM$
C	Investigación y desarrollo	$0,05COM$

Fuente: García (2017)

Anexo 11: Diagrama de flujo del proceso de producción.



Anexo 11.1: Leyenda

No	Equipo
1	Almacén.
2	Pesa.
3	Mesa de pre-selección.
4	Tina de lavado de frutas.
5	Tina de enjuague de frutas.
6	Mesa de selección, pelado y troceado.
7	Molino triturador.
8	Molino deshuesador.
9	Marmita para la precocción.
10	Molino triturador refinador.
11	Marmita para la cocción.
12	Tanque de mermelada.
13	Envasado.
14	Tapado.
15	Pasteurizador
16	Tina de enfriamiento.
17	Mesa para etiquetado
18	Almacén.
19	Caldera.
20	Tanque calentador de agua.
21	Tanque de jarabe
22	Tanque de pectina.
23	Tanque de conservante.
24	Tanque de ácido cítrico.
25	Pesa
26	Tanque de enjuague de envases.
27	Tanque de lavado de envases.
28	Cisterna de agua residual.
T1	Tanque de almacenamiento de agua.
T2	Tanque de combustible.
T3	Tanque de cloro.
B1	Bomba.
B2	Bomba.
B3	Bomba.
B4	Bomba.
F1	Filtro de manga.
F2	Filtro de manga.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12: Datos para el balance de masa

Anexo12.1: Datos de la piña.

Piña		
Equipo	Parámetros	Valor
Mesa de pre-selección.	<ul style="list-style-type: none"> Flujo de piña que entra. % de merma 	8.74 kg/h 1%
Tina de lavado.	<ul style="list-style-type: none"> Flujo de agua 	3kg de agua / kg de piña.
Tina de enjuague.	<ul style="list-style-type: none"> Flujo de agua 	3kg de agua / kg de piña.
Mesa de selección, pelado y troceado.	<ul style="list-style-type: none"> % del residuo 	30% de cáscara 10% de hueso
Triturador de martillo.	<ul style="list-style-type: none"> % de residuo 	0%
Marmita para la pre-cocción.	<ul style="list-style-type: none"> % agua evaporada 	0%
Molino refinador.	<ul style="list-style-type: none"> % de residuo 	3%
Marmita para la cocción.	<ul style="list-style-type: none"> % de agua evaporada. Pectina (Pe). Conservante (C). Jarabe. .Azúcar .Agua pH de la pulpa. % de humedad de la pulpa de piña. 	25-35% kg de pulpa / 0.015kg de pectina. kg de pulpa / 0,005kg de conservante. kg de pulpa / 0,8kg de azúcar. kg de azúcar / 0,63kg de agua. 3,5 – 4,5 86%.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12.2: Datos para el Mango

Mango		
Equipo	Parámetros	Valor
Mesa de pre-selección.	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de mango que entra. • % de merma 	179,73 kg/h 5 %
Tina de lavado.	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de agua 	3 kg de agua / kg de mango
Tina de enjuague	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de agua 	3 kg de agua / kg de mango
Mesa de selección, pelado y troceado.	<ul style="list-style-type: none"> • % del residuo 	24 % de cáscara.
Molino deshuesadora.	<ul style="list-style-type: none"> • % de residuo 	16 % de semilla.
Marmita para la pre-cocción.	<ul style="list-style-type: none"> • % agua evaporada 	0 %
Molino refinador.	<ul style="list-style-type: none"> • % de residuo 	2 %
Marmita para la cocción.	<ul style="list-style-type: none"> • % de agua evaporada. • Pectina (Pe). • Conservante (C). • Jarabe. .Azúcar .Agua • pH de la pulpa. • % de humedad de la pulpa de piña. 	25-35 % Kg de pulpa / 0.015Kg de pectina. Kg de pulpa / 0.005 Kg de conservante. Kg de pulpa / 0.8 Kg de azúcar. Kg de azúcar / 0.63 Kg de agua. 4.5 - 5 83.46%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12.3: Datos para la Fruta Bomba

Fruta Bomba		
Equipo	Parámetros	Valor
Mesa de pre-selección.	<ul style="list-style-type: none"> Flujo de Futa Bomba que entra. % de merma 	53.50 Kg/h 2 %
Tina de lavado.	<ul style="list-style-type: none"> Flujo de agua 	3 Kg de agua / Kg de fruta bomba.
Tina de enjuague	<ul style="list-style-type: none"> Flujo de agua 	3 Kg de agua / Kg de fruta bomba.
Mesa de selección, pelado y troceado.	<ul style="list-style-type: none"> % del residuo 	12 % de cascara. 1% de semilla.
Triturador de martillo.	<ul style="list-style-type: none"> % de residuo 	0%
Marmita para la pre-cocción.	<ul style="list-style-type: none"> % agua evaporada 	0 %
Molino refinador.	<ul style="list-style-type: none"> % de residuo 	0.5 %
Marmita para la cocción.	<ul style="list-style-type: none"> % de agua evaporada. Pectina (Pe). Conservante (C). Jarabe. Azúcar Agua pH de la pulpa. % de humedad de la pulpa de piña. 	25-35 % Kg de pulpa / 0.015Kg de pectina. Kg de pulpa / 0.005 Kg de conservante. Kg de pulpa / 0.8 Kg de azúcar. Kg de azúcar / 0.63 Kg de agua. 5 - 6 86%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12.4: Datos para la Guayaba

Guayaba		
Equipo	Parámetros	Valor
Mesa de pre-selección.	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de Futa Bomba que entra. • % de merma 	<p>63.36 Kg/h</p> <p>5 %</p>
Tina de lavado.	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de agua 	3 Kg de agua / Kg de fruta bomba
Tina de enjuague	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de agua 	3 Kg de agua / Kg de fruta bomba
Mesa de selección, pelado y troceado.	<ul style="list-style-type: none"> • % del residuo 	2%
Triturador de martillo.	<ul style="list-style-type: none"> • % de residuo 	0%
Marmita para la pre-cocción.	<ul style="list-style-type: none"> • % agua evaporada 	0 %
Molino refinador.	<ul style="list-style-type: none"> • % de residuo 	15 %
Marmita para la cocción.	<ul style="list-style-type: none"> • % de agua evaporada. • Pectina (Pe). • Conservante (C). • Jarabe. .Azúcar .Agua • pH de la pulpa. • % de humedad de la pulpa de piña. 	<p>25-35 %</p> <p>Kg de pulpa / 0.015Kg de pectina.</p> <p>Kg de pulpa / 0.005 Kg de conservante.</p> <p>Kg de pulpa / 0.8 Kg de azúcar.</p> <p>Kg de azúcar / 0.63 Kg de agua.</p> <p>4.5 - 5</p> <p>82.18%</p>

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo 13: Características de todos los equipos de la planta..

Equipos	Cantidades	Materia l	Característi cas	Costo , CUP	Detalles	Uso
Tinas	5	Cemento	1x1x1m Capacidad de 1m ³	1289,61	Azulejada por dentro y bordes.	Para lavar, enjuagar y enfriar
Cisterna	1	Cemento	Capacidad de 8m ³	15350	-	Almacenamiento de aguas residuales
Mesa	4	Acero inox, AISI 304	Mesa con desnivel de 45° 1200 x800mm y alto 900mm.	2500	División a 200mm Bordes para contención del producto.	Trabajos varios
Pesa(balanza mecánica)	1	Acero al carbono	Capacidad: hasta 250kg	950	Mecánica	Comprobar el peso de las materias primas y productos.
Balanza	1	Acero al carbono	Capacidad: 5kg	400	mecánica	Comprobar el peso de los insumos.
Balanza analítica	1	-	Capacidad 1kg	3200	De precisión	Pesar todo lo del laboratorio
Marmita	2	Acero inox, AISI 304	Capacidad: 200L	18000	Con eje de volteo, y tapa.	Cocción y precocción.
Molino deshuesador	1	Acero inox, AISI 304	Tipo: de martillo Consumo: 7.5 KW Capacidad: 250kg/h Tamiz: 0,15 – 0,35cm	8350	Con kit de mallas de acero inox.	Deshuesar el mango.
Molino triturador	1	Acero inox, AISI 304	Tipo: de martillo Consumo: 3 KW Capacidad: 250kg/h Tamiz: 0,15 cm-8 mm	9000	Con kit de mallas de acero inox.	Triturar la fruta.
Molino despulpador	1	Acero inox, AISI 304	Tipo: de martillo Consumo: 3 KW Capacidad:	11500	Con kit de mallas de acero inox.	Pulpadora de fruta

Equipos	Cantidades	Materia l	Características	Costo , CUP	Detalles	Uso
			250kg/h Tamiz: 8 mm-750 µm			
Tanque de almacenamiento temporal	1	Acero inoxidable 304	Capacidad: 1m ³	2500	-	Almacenar mermelada
Tanque de pasteurización	1	Acero al carbono	Capacidad: 1m ³	3500	Enchafetado	Pasteurizar botellas
Tanque calentable	1	Acero al carbono	Capacidad: 200L A= 6,47ft ²	3500	Enchafetado	Calentar agua
Tanque de agua elevado	1	Acero al carbono	Capacidad: 8m ³	3000	-	Almacenamiento de agua
Bombas centrifugas	3	Acero al carbono	Modelo: 1 DK/14 Voltaje: 110 V Max 9/14 m Carga: 0.23 Potencia:0,172 Kw	1150	-	Para bombear agua
Tanques plásticos	3	Plásticos	Capacidad: 65L	115	-	Preparación de insumos
Tanques plásticos	2	Plásticos	200	250	-	Insumo Cloro
Filtro	2		Modelo: manga	50	-	Filtrar el agua
Caldera	1	Metal	Capacidad:0.2 t/h	23255		General vapor
Tanque de combustible	1	Acero al carbono	Material: acero al carbono Capacidad: 1000 l	700	-	Almacenamiento de combustible

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14: Costo de adquisición de los equipos

Equipos	Costo equivalente (CUP)
2	950
3	2500
4	1289.61
5	1289.61
6	2500
7	8350
8	9000
9	18000
10	11500
11	18000
12	2500
14	2500
15	3500
16	1289.61
17	2500
19	23255
20	3500
21	250
22	115
23	115
24	115
25	500
26	1289.61
27	1289.61
28	15350
T1	3000
T2	700
T3	250
B1	1150
B2	1150
B3	1150
B4	950
F1	50
F2	50

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Índices de costo

Año	Índice de costo
2015	556,80
2016	541,70
2017	535,30

Fuente: CEPCI (2017)

Anexo 16: Indicadores económicos del proceso

Productos	Indicadores económicos	Valor	Unidades
MANGO	Volumen de producción	514405.29	Bot/a
	Precio unitario del producto	6.78	CUP/bot
	Costo unitario del producto	5.65	CUP/bot
	Valor de la producción	3485214.492	CUP/a
	Costo total de producción	2904345.41	CUP/a
	Ganancia	580809.082	CUP/a
PIÑA	Volumen de producción	50327.48	Bot/a
	Precio unitario del producto	45.03	CUP/bot
	Costo unitario del producto	37.52	CUP/bot
	Valor de la producción	2266112.736	CUP/a
	Costo total de producción	1888427.28	CUP/a
	Ganancia	377685.456	CUP/a
FRUTA BOMBA	Volumen de producción	411161.335	Bot/a
	Precio unitario del producto	7.09	CUP/bot
	Costo unitario del producto	5.91	CUP/bot
	Valor de la producción	2914885.982	CUP/a
	Costo total de producción	2429071.652	CUP/a
	Ganancia	485814.330	CUP/a
GUAYABA	Volumen de producción	532787.556	Bot/a
	Precio unitario del producto	6.27	CUP/bot
	Costo unitario del producto	5.23	CUP/bot
	Valor de la producción	3341309.773	CUP/a
	Costo total de producción	2784424.811	CUP/a
	Ganancia	556884.962	CUP/a

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Indicadores de la eficiencia económica de la inversión

Frutas	Indicadores de eficiencia	Valor	Unidades
MANGO	Retorno de la inversión	266,53	% / año
	Plazo de recuperación de la inversión	0,38	año
PIÑA	Retorno de la inversión	173,32	% / año
	Plazo de recuperación de la inversión	0,58	año
FRUTA BOMBA	Retorno de la inversión	222,94	% / año
	Plazo de recuperación de la inversión	0,45	año
GUAYABA	Retorno de la inversión	255,56	% / año
	Plazo de recuperación de la inversión	0,39	año

Fuente: Elaboración propia