

Universidad de Matanzas
Sede “Camilo Cienfuegos”
Facultad de Ciencias Técnicas
Departamento de Química



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

Título: Propuesta preliminar de una mini-industria para la fabricación de mermelada de fruta bomba en el municipio Unión de Reyes.

Autor: Delvis R. Cabrera González.

Tutores: MSc. Heydi Liliet Rivero Gutiérrez.
Ing. Loretta Brito Pérez.

Consultante: DrC. Jesús D. Luis Orozco.

Matanzas, 2022.

Declaración de autoridad

Yo, Delvis Ronald, declaro ser el único autor de este trabajo de diploma que lleva como título: “Propuesta preliminar de una mini-industria para la fabricación de mermelada de fruta bomba en el municipio Unión de Reyes”, que pertenece 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.

Declaración de autoridad

Largo y colmado de esfuerzos y de mucha perseverancia ha sido el camino para llegar al final de este sueño.

Muchas personas contribuyeron decididamente a que se hiciera realidad por lo que quisiera agradecerle especialmente a:

- A mi familia, por estar siempre hay apoyándome en cada momento de debilidad y por todo su amor y paciencia. Si ella nada de esto hubiera sido posible
- A mis tutoras Ing. Loreta Brito Pérez y Heydi L Rivero Gutiérrez por ceder su mano cuando más lo necesitaba y por creer en mis además de brindarme su tiempo tan desinteresadamente. Además de su apoyo y de todas las orientaciones brindadas ya que fueron decisivas en la realización de este trabajo.
- A todos los que de una forma u otra brindaron su colaboración en la realización de este trabajo
- A mis compañeros de aula por los años de aula y en especial a Eysin.

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo brindar una base teórica que sirva de apoyo para el diseño preliminar de una mini-industria basada en la producción de mermelada de fruta bomba en el municipio Unión de Reyes. Para ello se definieron, a partir del análisis de la bibliografía especializada, las principales características de las pequeñas y medianas empresas, del producto a elaborar y de las materias primas involucradas en el proceso. Se asumió una capacidad de procesamiento para la planta de 400 kg diarios por lo que se determinó que el proceso sería discontinuo. Además, se construyó un diagrama de bloques a partir de las etapas y operaciones del proceso y se realizó una descripción detallada del mismo. También se realizaron balances de materia para determinar los flujos de entrada y de salida de los equipos, y definir así sus capacidades para su posterior selección. Otro factor a tener en cuenta fue la necesidad de realizar un análisis de los principales indicadores de eficiencia de la inversión y la producción que demostró la factibilidad de la propuesta.

Abstract

The objective of this research is to provide a theoretical basis that serves as support for the preliminary design of a small and medium-sized company based on the production of papaya jam in the Unión de Reyes municipality. For this, the main characteristics of small medium-sized companies, the product to be produced and the raw materials involved in the process were defined through various analyzes of specialized bibliographies. A processing capacity for the plant of 400 kg per day was assumed, so for this it will be extended that the process would be discontinuous, as well as it will be built from the stages and operations involved in the process and making a detailed description of it, a blocks diagram. Material balances were also carried out to determine the input and output flows of the equipment, and thus define their capabilities for subsequent selection. Another factor to take into account was the need to carry out an analysis of the main efficiency indicators of investment and production that arises from the feasibility of the process in question.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1: Estado del Arte	4
1.1- Pequeñas y medianas empresas (PyMEs). Definición.	4
1.2- El mundo y las PyMEs.	4
1.3- Cuba y las PyMEs.	6
1.3.1- PyMEs agropecuarias en Cuba.	7
1.4- Importancia y limitaciones.	8
1.5- PyMEs de elaboración de conservas de frutas y vegetales en Cuba.	9
1.6- Métodos de conservación.	10
1.6.1- Técnicas principales de envasado	11
1.7- Mermelada.	12
1.8- Proceso de elaboración de la mermelada	12
1.9. Principales propiedades de la fruta bomba	13
1.9.1. Clasificación taxonómica	15
1.10. Principales operaciones unitarias.	16
1.11. Evaluación del impacto ambiental.	16
1.12. Conclusiones parciales del capítulo.	19
Capítulo 2. Materiales y Métodos.	21
2.1- Etapa 1: concepción y definición.	21
2.1.1- Problema primitivo.....	21
2.1.2- Macrolocalización.	22
2.1.3- Definición del tipo de proceso.	22
2.2- Etapa 2: desarrollo del diagrama de flujo.....	23
2.2.1- Capacidad de la planta.....	23
2.2.2- Balances de materia y energía.	23
2.3- Etapa 3: Diseño de los equipos.	28
2.3.1- Características de los equipos del proceso.	28
2.3.2- Materiales de construcción.	29
2.3.3- Variables controladas.	29
2.3.4- Selección y diseño de los principales equipos.	30
2.4- Etapa 4: Análisis Económico.	31
2.4.1- Costos de inversión.....	31
2.4.2- Costos de producción.	33
2.4.3- Indicadores económicos de la producción.	37

2.4.4- Indicadores de la eficiencia económica de la inversión.	39
2.5- Valoración del impacto ambiental de la mini-industria.	40
2.5.1- Elaboración de la matriz de importancia.	40
2.6- Conclusiones parciales del capítulo.	41
Capítulo 3: Análisis de Resultados.	42
3.1 Definición de la propuesta.	42
3.1.1- Macrolocalización de la planta.	42
3.2- Características y definición del proceso tecnológico.	42
3.2.1- Capacidad de la planta.	43
3.2.2- Descripción general del proceso.	43
3.2.3- Calidad de la mermelada.	46
3.2.4- Definición de la jornada laboral.	47
3.2.5- Cantidad de operarios.	47
3.2.6- Resultados del balance de materia y energía.	47
3.3- Selección de los principales equipos.	48
3.3.1- Selección de los materiales de construcción.	50
3.4- Análisis económico.	50
3.4.1- Estimación de la inversión.	50
3.4.2- Costos de producción.	51
3.4.3- Indicadores económicos del proceso productivo.	53
3.5- Evaluación cualitativa del impacto ambiental.	55
3.6- Conclusiones parciales del capítulo.	55
Conclusiones	56
Recomendaciones	57
Bibliografía	58
Anexos	64

Introducción

En la actualidad, las pequeñas y medianas empresas son consideradas uno de los sectores productivo más importantes de muchas economías. Aunque en sus orígenes no fueron del todo aceptadas, jugaron un papel importante a lo largo de la historia impidiendo que colapsara la economía de varios países por conflictos sociales provocados por el desempleo producto de las diferentes crisis económicas mundiales, por lo que se cree que surgen como negocios familiares que se fueron transformando en el sustento de dichas familias.

Las PyMEs son entidades independientes con alta influencia en el mercado, ya que pueden realizar productos individualizados en contraposición con grandes empresas que se enfocan en productos más estandarizados, auxiliándose la mayoría de miniempresas subcontratadas para realizar operaciones, o actividades productivas donde es más apropiado trabajar con empresas pequeñas, por ser muy diversas en cuanto a modelos de negociación, abarcando desde las profesiones liberales y las microempresas del sector de servicios hasta empresas industriales de gama media, desde oficios tradicionales a empresas emergentes de alta tecnología. También está de más decir que ofrecen soluciones innovadoras a desafíos como el cambio climático, el uso eficiente de los recursos y la cohesión social.

En Cuba las PyMEs tienen una mayor ventaja, ya que es un país agrícola y tiene gran capacidad de adaptabilidad, cambiando rápidamente su estructura productiva en el caso de variar las necesidades del mercado, siéndole más difícil a una gran empresa debido a su gran número de empleados y a sus grandes sumas de capital invertido.

En fecha reciente Cuba aprobó una estrategia económico-social cuyo propósito es impulsar el desarrollo en un contexto marcado por complejidades y crecientes tensiones, así como hacer frente a la crisis mundial generada por la pandemia de la Covid-19, manteniendo los principios de una planificación centralizada, priorizar la producción nacional y suprimir la mentalidad importadora, regular el mercado principalmente mediante métodos indirectos, tener en cuenta la complementariedad de los múltiples actores económicos, considerar el rol de dinamizar las demandas internas para la economía, otorgar más autonomía al

sector empresarial, así como adoptar políticas ambientales coherentes con el ordenamiento social.

Siendo las PyMEs una opción para el aprovechamiento de las producciones locales, constituye pieza clave en la economía de muchos territorios, sobre todo en la actualidad cuando el ahorro y la eficiencia revisten especial significación.

Bajo las premisas de hacer más con menos y satisfacer las necesidades de la población, es necesario el fortalecimiento de las mini-industrias y su creación en todas las cooperativas o poblaciones con condiciones para ello, ya que es una política del gobierno encaminada al desarrollo territorial, como vía para el autoabastecimiento local y generar excedentes para otros destinos. Esto contribuye a aprovechar más racionalmente los productos agropecuarios, sin embargo, ven limitado su desarrollo por problemas como la insuficiencia productiva y el difícil acceso a los insumos. Por ello se valora realizar un levantamiento de las ubicaciones y potencialidades existentes para la implementación de mini-líneas de producción para el procesamiento de frutas, que puedan ser ubicadas en zonas donde se cuente con un flujo constante y variado de estos cultivos, apoyando así la economía del país.

Problema:

¿Cómo reducir las pérdidas de fruta bomba en el municipio Unión de Reyes y otros territorios vecinos?

Hipótesis:

Si se realiza la propuesta preliminar de una PyME de producción de mermelada de fruta bomba se podrán reducir las pérdidas en el municipio y satisfacer necesidades alimentarias.

Objetivo general:

Proponer el diseño preliminar de una PyME para la elaboración de mermelada de fruta bomba que asimile los volúmenes de producción del municipio Unión de Reyes y los territorios cercanos.

Objetivos específicos:

1. Definir, consultando la bibliografía especializada, las características y clasificaciones de las PyMEs.
2. Establecer el diagrama de flujo del nuevo proceso de elaboración de mermelada de fruta bomba y la descripción del mismo.
3. Seleccionar los principales equipos que intervienen en el proceso productivo.

4. Evaluar económicamente el proceso propuesto.
5. Valorar el impacto que genera la mini-industria sobre el medio ambiente.

Capítulo 1: Estado del Arte

En el actual capítulo se exponen los diferentes fundamentos teóricos para el diseño de las pequeñas y medianas empresas. También se realiza un análisis bibliográfico en el cual se determinan las distintas definiciones de las mismas tanto en el mundo como en Cuba, además de demostrar su importancia para la economía a nivel mundial.

1.1- Pequeñas y medianas empresas (PyMEs). Definición.

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

El término PyMEs, MiPyMEs no son más que los acrónimos utilizados a la hora de hablar de las pequeñas y medianas empresas o microempresas que generalmente son entidades independientes, con gran eficiencia y rentabilidad, caracterizadas por contar con un bajo número de trabajadores que no supera ciertos límites, presentando un volumen de negocio e ingresos moderados en comparación con las grandes corporaciones industriales o mercantiles teniendo sus propias aspiraciones y capacidades técnicas. Radican principalmente en varios sectores como: comercial, servicios, industrial, minería o agropecuario entre otros (Weistreicher, 2021).

1.2- El mundo y las PyMEs.

En la actualidad, a escala global, las pequeñas y medianas empresas forman parte de un intenso debate conceptual-político-económico. Con escasas excepciones, a nivel internacional no existen países en los que las PyMEs no sean objeto de apoyo para la economía mediante diversos programas e instrumentos (Peters, 2004). Las PyMEs fueron diseñadas bajo las premisas del emprendimiento, su lógica, cultura, espíritu e intereses a pesar de ser entidades autónomas con alta predominancia en el mercado, siendo muy diversas en cuanto a modelos de negocio, tamaños, edades y perfiles de los empresarios.

En muchos países existen reglamentos y leyes para definir y apoyar el tejido conformado por las PyMEs. Además de atender sus necesidades específicas ya que la PyMEs son responsables de 50% del producto interno bruto (PIB) a nivel mundial, algunos estados brindan apoyo permitiéndoles competir en sectores estratégicos (Comisión Europea, 2020).

Estas empresas se destacan mayormente debido al capital, que es proporcionado por pocas personas o instituciones que establecen una “sociedad” que dirigen la marcha de la misma. Dominan y abastecen un mercado más amplio, no siendo siempre locales o regionales, sino que pueden también ampliar su producción para el mercado nacional e internacional. Están en constante crecimiento, aunque tienen un número reducido de trabajadores, registran ingresos moderados dependiendo de varias categorías que están sujetas a su vez a varios factores como: las ventas totales anuales, el valor de los activos o la cantidad de empleados según sea el sector al que pertenece la empresa y a la política económica de cada país.

Muchas pequeñas y medianas empresas están bien equipadas, ya que son flexibles, altamente tecnológicas e innovadoras y están comprometidas con los valores que impulsan la sostenibilidad, aportando una economía ágil a las comunidades donde están ubicadas además de darle un uso razonable y eficiente a los recursos ambientales.

Según Chiatchoua y Porcayo (2017), unificar los criterios facilitará los intercambios comerciales entre socios tanto dentro de los países como en el exterior. La importancia de estrechar los lazos radica en la aplicación de los incentivos fiscales a las empresas, dicho de otra manera, que no desequilibre los intercambios a la hora de aplicar los aranceles o reducir o exonerar entre las empresas, evitar perjudicar algunas empresas y facilitar el acceso equitativo al financiamiento de subsidios por parte de las empresas.

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

1.3- Cuba y las PyMEs.

Las PyMEs cubanas se inscriben en la particularidad del modelo económico de la Isla. Por tanto, la validez de fórmulas probadas en otras latitudes no es automática para la empresa de pequeño formato en Cuba.

Desde que el país inició la reforma institucional y económica, un área importante de la misma, ligada al mercado y a las PyMEs, ha sido la ampliación y diversificación del trabajo por cuenta propia y más recientemente la creación de las diversas cooperativas no agropecuarias (Yarbredy, 2014).

El modelo económico cubano tiene implícito un proceso de modernización de todo el sistema, y en particular de las empresas, tanto estatales como privadas. Modificar la forma de pensar, y derrotar dogmas, es la tarea titánica de este imprescindible empeño. La empresa se convierte de hecho y derecho en el eslabón básico de la economía. Por el carácter social de los medios fundamentales de producción, la empresa estatal posee la forma de propiedad preponderante, siendo las pequeñas y medianas empresas privadas, un complemento para alcanzar productos y servicios de calidad y competitividad en el escenario de una nueva y dinámica economía a la que le urge mayor eficiencia, eficacia y competitividad (Álvarez y Durán, 2009).

En fecha reciente, Cuba aprobó una estrategia económico-social cuyo propósito es impulsar el desarrollo en un contexto marcado por complejidades y crecientes tensiones, así como hacer frente a la crisis mundial generada por la pandemia de la COVID-19. Principios como mantener la planificación centralizada, priorizar la producción nacional y suprimir la mentalidad importadora, regular el mercado principalmente mediante métodos indirectos, tener en cuenta la complementariedad de los múltiples actores económicos, considerar el rol dinamizador de la demanda interna para la economía, otorgar más autonomía al sector empresarial, así como adoptar políticas ambientales más coherentes con el ordenamiento social, sintetizan las esencias que guiarán ahora los rumbos para el avance y crecimiento de la Mayor de las Antillas. Todos estos aspectos están en sintonía con el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030. Quizá uno de los asuntos más novedosos para el escenario socioeconómico de la Isla resulte el inicio del diseño de micro, pequeñas y medianas empresas.

En mayo del 2014, el Consejo de Ministros aprobó el perfeccionamiento de actores de la economía cubana, como las micro, pequeñas y medianas empresas, las cooperativas no agropecuarias y el trabajo por cuenta propia, convocados todos a impulsar desde su ámbito el desarrollo de la nación, señaló en su intervención el Viceprimer Ministro y titular de Economía y Planificación (MEP) Alejandro Gil Fernández (Yarbredy, 2014).

En este sentido, las micros, pequeñas y medianas empresas constituirán un actor novedoso con un papel dinamizador en el escenario económico cubano. Con el objetivo de incrementar su participación en la economía del país en aras del desarrollo y la diversificación de la producción, así como propiciar encadenamientos productivos que generen mayor valor agregado nacional y fomentar el empleo y el bienestar económico y social, resulta necesario regular la creación y funcionamiento de estas (Rivero, 2019).

En correspondencia, el Consejo de Estado aprobó el decreto-ley "Sobre las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas", que facilita su inserción de forma coherente en el ordenamiento jurídico como actor que incide en la transformación productiva del país, delimita los procedimientos para su creación y extinción, y define los criterios de clasificación y los principios de su funcionamiento, entre otras cuestiones (Rodríguez, 2020).

A los efectos de esta norma, se entiende como micro, pequeñas y medianas empresas a aquellas unidades económicas con personalidad jurídica, que poseen dimensiones y características propias, y que tienen como objeto desarrollar la producción de bienes y la prestación de servicios que satisfagan necesidades de la sociedad. Estas pueden ser de propiedad estatal, privada o mixta, y se clasifican según el indicador del número de personas ocupadas, incluidos los socios, en: micro-empresa –cuyo rango de ocupados es de 1 a 10 personas–, pequeña empresa –de 11 a 35 personas– y mediana empresa –de 36 a 100 personas– (Sánchez, 2020).

1.3.1- PyMEs agropecuarias en Cuba.

En el sector agropecuario cubano cabe iniciar el análisis por la composición de las diversas formas o bases productivas existentes y apoyado en dos indicadores fundamentales, que posibiliten medir, en primer lugar, la escala productiva por cooperativa, fundamentalmente Cooperativa De Créditos y Servicios (CCS) y Cooperativas Agropecuarias (CPA) y en segundo lugar, las hectáreas, por

miembro integrante o poseedor de la tierra, esta última para todas las bases productivas. Estas futuras pyme, además pueden brindar servicios a las Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC), las cuales ocupan el 23 % de la tierra agrícola y a las entidades estatales (33 %). De igual forma los servicios jurídicos, trámites, contabilidad y auditoría; podrán formar parte de las actividades de las pyme en apoyo al sector agropecuario (Otero, 2018).

Sin duda las mismas radicarán en los territorios (municipios), y harán gestión de promoción y venta en la solución de los problemas productivos propios de la región. Como pyme tendrán cuenta bancaria, personalidad jurídica propia y cumplirán las obligaciones fiscales establecidas.

1.4- Importancia y limitaciones.

Es muy importante enfatizar que, a pesar de utilizar un mismo criterio para clasificar a las empresas, existen muchas diferencias en su aplicación. Cada país define a las MiPyMEs utilizando pautas esencialmente cuantitativas que, si bien tienen ciertas características similares, también tiene diferencias significativas.

Uno de los puntos fuertes de las pequeñas y medianas empresas es la gran capacidad para generar empleos, es decir, absorbe una importante parte de la población económicamente activa. También asimila con facilidad los diferentes tipos de tecnología, produciendo bienes y servicios que generalmente, están destinados a surtir los mercados locales. Pueden establecerse en diversas regiones, lo que facilita el desarrollo regional. Otra ventaja (aunque también pudiese ser considerado un riesgo) es la baja cantidad de personal involucrado, lo que le permite al empresario conocer a los colaboradores facilitando la resolución de los problemas que se presenten. Un dato a señalar es que en la mayoría de los casos existe una relación directa con los consumidores, lo que garantiza la conformidad del producto o servicio. En general las PyMEs tienen margen para precios competitivos debido a la rivalidad de las técnicas en el sector, permitiendo el desarrollo del mercado y manteniendo una unidad de mando, con una adecuada vinculación entre las funciones administrativas y las operativas. Es necesario reflejar que este modelo de empresas es más vulnerable a las condiciones del mercado que las grandes empresas, ya que tienen más dificultad al encontrar financiación a un coste y plazo adecuados. Además su rigidez laboral entorpece la búsqueda de mano de obra especializada, por lo que la formación previa del empleado es fundamental. Otra

afectación es que debido al pequeño volumen de beneficios que presentan estas empresas no pueden dedicar fondos a la investigación, por lo que tienen que asociarse con universidades o con otras empresas (Olivier, 2018).

Por su influencia en las economías nacionales, sus aportes a la producción y a la distribución de bienes y servicios, así como la flexibilidad para adaptarse a los cambios tecnológicos y el gran potencial de generación de empleos, factor clave en la reducción de la pobreza y el fomento del desarrollo. Es considerado como la columna vertebral de las futuras economías. En este sentido, la ONU hace un llamamiento a legisladores y empresarios para tomar medidas y alentar la formalización, la participación y el crecimiento de las PyMEs y MiPyMEs en los mercados internacionales, regionales y nacionales, en particular mediante el acceso de todos a la creación de capacidad y los servicios financieros (ONU, 2018).

1.5- PyMEs de elaboración de conservas de frutas y vegetales en Cuba.

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

Los planes de desarrollo agrícola para el cultivo de frutas y vegetales que se llevan a cabo en el país, permitirán el incremento de estas producciones en el futuro.

Las plantas elaboradoras de conservas de frutas y vegetales de nuestro país podrán convertirse en una de las principales fuentes de ingreso de divisa, lo cual contribuirá al desarrollo económico y social. Las unidades de este tipo constituyen importantes eslabones en la cadena productiva agropecuaria, pues aprovechan los excedentes no comprometidos con la venta directa a la población, para transformarlos en diferentes derivados, sin que el campesino sufra pérdidas (Gómez, 2015).

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

acompañada de transformaciones físico-químicas y bioquímicas como: cambios de color, aroma y sabor; transformaciones de azúcares, fermentaciones, desarrollo de mohos y otras. Además, hacen que el producto en estado natural sea perjudicial a la salud del hombre o no apto para el consumo. La conservación de productos alimenticios es extraordinariamente importante, pues permite mediante una adecuada planificación de áreas de cultivo, mantener la existencia de productos y suplir su carencia en épocas en que no pueden ser cosechadas (cambios de estaciones y alteraciones climáticas) (Acea ,2017).

1.6- Métodos de conservación.

Los métodos de conservación de alimentos, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- ✓ Conservación por calor.
- ✓ Conservación por frío.
- ✓ Conservación por reducción del contenido de agua.
- ✓ Conservación por concentración.
- ✓ Métodos no térmicos.
- ✓ Envasado en atmósferas controladas.

La conservación mediante la aplicación del calor persigue como objetivo la destrucción de microorganismos patógenos y sus esporas, así como la inactivación de los enzimas. Dependiendo de la temperatura y el tiempo aplicado, se pueden aplicar los siguientes tratamientos: Pasteurización, Esterilización, La uperización o procedimiento UHT, Escaldado, Cocción.

La conservación mediante la aplicación de frío consiste en detener los procesos químicos enzimáticos y de proliferación bacteriana que se producen en los alimentos a temperatura ambiente. Esta forma de conservación puede ser: Refrigeración, Congelación,

La conservación por reducción del contenido de agua tiene como objeto eliminar el agua de los alimentos impidiendo el crecimiento de microorganismos y la actividad enzimática. Aumenta la vida útil del alimento conservándose en perfectas condiciones durante un mayor periodo de tiempo. Podemos diferenciar: Deshidratación o secado, Liofilización.

La conservación por concentración se diferencia de la deshidratación en el contenido final de agua y en las características de los productos obtenidos.

Generalmente los alimentos que se concentran permanecen en estado líquido, mientras que la deshidratación produce alimentos sólidos o semisólidos, con un contenido de agua significativamente más bajo. Existen muchas formas para concentrar líquidos, si bien las más utilizadas en el procesado de alimentos son: Concentración por evaporación, Concentración por membranas. Crioconcentración

El principal problema de los tratamientos térmicos radica en su inespecificidad, dado que, al tiempo que inactivan microorganismos y enzimas, producen una serie de cambios químicos en los componentes de los alimentos cuyas consecuencias son la pérdida de su calidad nutritiva, sensorial y funcional. Los tratamientos de conservación de alimentos no térmicos son poco agresivos y tienen la ventaja de ofrecer productos muy semejantes a los frescos, pero sin perder sus garantías de seguridad alimentaria.

La conservación de alimentos mediante envasado en atmósferas controladas se basa en la sustitución de la atmósfera que rodea el alimento por otra preparada específicamente para cada tipo de producto y que inhibe el crecimiento de microorganismos y ejerce un control sobre las reacciones químicas y enzimáticas indeseables. Actualmente se está aplicando este método extensamente en los denominados productos de cuarta gama (ensaladas y hortalizas troceadas y listas para su preparación y consumo) (Otero, 2018).

1.6.1-Técnicas principales de envasado

En la actualidad son cuatro las técnicas principales de envasado (Sánchez, 2020):

✓ Envasado tradicional

El principal objetivo es preservar el producto del exterior, evitando contaminaciones cruzadas con otros alimentos, manipuladores o el ambiente.

✓ Envasado al vacío

De forma muy general, esta técnica consiste en la eliminación del aire que rodea al alimento, reduciendo por tanto degradaciones de este por parte del oxígeno, así como dificultando el crecimiento de microorganismos. Es uno de los métodos empleados para envasar productos como el café, arroz o las especias.

✓ Envasado en atmósferas controladas (EAC).

En este tipo de envasado, el alimento se encuentra rodeado de una atmósfera preseleccionada, cuya composición base suele ser nitrógeno y dióxido de carbono. La composición de esta atmósfera gaseosa se mantiene constante a lo largo del tiempo mediante un control continuado.

✓ Envasado en atmósferas modificadas (EAM)

En este método se sustituye el aire que envuelve al alimento por un gas concreto o una mezcla de gases. Solo que, en este caso, la composición de gases se ajusta en el momento de envasar el alimento y posteriormente, dependiendo del tipo de alimento y del material del envase (si es permeable), esa composición se irá modificando con el tiempo.

1.7- Mermelada.

La mermelada constituye uno de los métodos más populares para la conservación de frutas. Esta permite a los seres humanos adquirir vitaminas y otros nutrientes a través de la mezcla de la pulpa de fruta con azúcar, que en un inicio permitía que las frutas se conservaran durante más tiempo.

La mermelada brinda además diversos beneficios a nuestro cuerpo, pues permite regular el sistema digestivo y el tránsito intestinal y trabaja en la mejora de absorción de grasas. También aporta una gran cantidad de vitaminas, que con la mezcla con los minerales permite una mayor absorción de electrolitos. Durante los últimos años el uso de mermeladas se ha estigmatizado debido a la creencia de que engordan y que adicionalmente crean problemas de salud, especialmente diabetes (Quirantes, 2016).

Aunque en el proceso de su elaboración muchas de las vitaminas desaparecen, otras se concentran en gran cantidad, haciendo que esta sea una excelente opción dentro de nuestra alimentación. Asimismo, la mermelada es apropiada para hacer diversas actividades físicas, debido a su gran aporte positivo de glucosa, grasa y energía en nuestro organismo.

Por tal motivo se ha tomado la decisión de crear una empresa que permitiera facilitar la creación de mermeladas artesanales a partir de la fruta bomba aprovechando los picos de producción del municipio de Unión de Reyes

1.8- Proceso de elaboración de la mermelada.

A continuación se hace una breve descripción del proceso de fabricación de mermelada.

- a) Selección: Primero se eliminan los frutos en estado de podredumbre.
- b) Pesado: En este proceso se determinan rendimientos y se calcula la cantidad de los demás ingredientes.
- c) Lavado: Al lavar la fruta se elimina cualquier tipo de partículas extrañas, suciedad y restos de tierra. Esta operación se puede realizar por inmersión, agitación o aspersion. Luego se usa una solución desinfectante como el hipoclorito de sodio.
- d) Pelado: Este proceso se puede hacer manualmente utilizando cuchillos o en forma mecánica con máquinas.
- e) Pulpeado: Consiste en obtener la pulpa, libre de cáscaras y semillas. Se pueden utilizar licuadoras o pulpeadoras. En este paso es importante pesar la pulpa porque de esto dependerá el cálculo del resto de ingredientes.
- f) Cocción: Una vez lista la fruta, se realiza la cocción, agregándole una tercera parte de azúcar luego otro de los tercios y casi al final de la cocción se le agrega la pectina con la última parte de azúcar. Luego se añade el ácido cítrico para ajustar el pH y por último los preservantes.
- g) Envasado: Luego de la cocción se realiza el envasado mientras la preparación esté más o menos a 85 °C.
- h) Enfriado: Este proceso se puede realizar por inmersión, aspersion o rociado.
- i) Etiquetado: Indica a los clientes de donde procede y la calidad del producto.
- j) Almacenamiento: El producto se debe almacenar en un lugar fresco y seco (bajo sombra) evitando la luz directa.

1.9. Principales propiedades de la fruta bomba

La fruta bomba es una fruta cuyo origen se encuentra en las tierras bajas de la América tropical desde el sureste de México hasta Costa Rica, aunque actualmente se encuentra en todas las regiones tropicales del mundo. Todas las especies de *Carica* son provenientes de América tropical, siendo aprovechadas para el consumo y también por sus diversas propiedades para la salud. Actualmente estas características no son relevantes para su comercialización pero priman las características organolépticas del fruto (Jiménez, 2003).

Carica papaya, es una especie de planta de la familia de las caricáceas. Su fruto se conoce comúnmente como papaya o papayón, papayo en Canarias, mamón, melón papaya, lechosa, melón de árbol o fruta bomba.

La fruta bomba es una de las frutas tropicales de mayor consumo en Cuba y que presenta un elevado número de propiedades medicinales. Fue llamada como “la fruta de los ángeles” por Cristóbal Colón.

Esta fruta es rica en azúcares, fibra, minerales, vitaminas B, C y A. La vitamina C y los carotenos constituyen dos de los principales antioxidantes y favorecen la eliminación de los peligrosos radicales libres generados por el propio organismo, así como de los procedentes del exterior.

Una taza de trozos de fruta bomba de 140 gramos proporciona 86,5 miligramos de vitamina C, prácticamente la dosis diaria recomendada. También contiene buenas cantidades de vitaminas B1, B2 y Niacina o B3, todas del Complejo B. Es rica en minerales como calcio, fósforo, magnesio, hierro, azufre, silicio, sodio y potasio. También esta deliciosa fruta contiene papaína, una enzima con propiedades parecidas a otras dos propias del organismo, una de ellas forma parte de los jugos gástricos y otra de los jugos pancreáticos. Este tipo de enzimas, conocidas como proteolíticas, ayudan a disgregar las proteínas ingeridas con los alimentos y favorecen la digestión, evitando la gastritis y la formación de gases. Por su contenido en papaína resulta altamente digestiva. Como un dato interesante, la industria alimentaria utiliza esta enzima de la fruta bomba para tratar las carnes y hacerlas más masticables (González, 2019).

La fruta bomba es la fruta ideal para quienes deseen reducir el peso corporal, pues es baja en calorías, solo 53 por cada 100 gramos de fruta, además de rica en nutrientes. Sus componentes nutritivos regulan el sistema nervioso y el aparato digestivo, fortifican el músculo cardíaco, protegen la piel y el cabello y son esenciales para el crecimiento.

La fruta bomba previene la constipación pues actúa como un laxante suave. Además, agiliza cicatrizaciones externas e internas como son las úlceras gástricas. Sus semillas ayudan a eliminar los parásitos intestinales y refuerzan el sistema inmunológico gracias a su alto contenido en vitamina C. Previene la vejez prematura o retrasa el envejecimiento. Por su riqueza en potasio y por su bajo contenido en sodio evita la retención de líquidos (Quirantes, 2016).

Tabla 1.1- Composición nutricional de la fruta bomba.

Componente	Porcentaje (%)
Humedad	90

Proteína	0,5
Grasa	0,1
Ceniza	0,5
Fibra dietaria	0,8
Carbohidratos	8,9
Calcio	25
Fósforo	12
Hierro	0,4
Vitamina A mg	700
Riboflavina mg	0,02
Betacaroteno mg	595
Tiamina mg	0,03
Niacina mg	0,3
Vitamina C mg	75

Fuente: Jiménez (2003)

1.9.1. Clasificación taxonómica

La papaya es una de las frutas de mayor distribución en los países tropicales y subtropicales, caracterizada por un valor nutritivo importante y sabor aceptado por los consumidores, lográndose cotizar en los mercados internacionales. La fruta se caracteriza por ser blanda y jugosa, perteneciente a una familia de unas 71 especies de árboles, de los cuales 21 pertenecen específicamente a la especie *Carica*. En el siguiente cuadro (Tabla 1.2) puede observarse la descripción botánica de la fruta bomba.

Tabla 1.2- Descripción botánica de la fruta bomba.

Reino	<i>Embroyenta</i>
Subreino	<i>Magnoliophyta</i>
Subclase	<i>Dillenidae</i>
Orden	<i>Parietales</i>
Familia	<i>Caricaceae</i>
Género	<i>Carica</i>
Especie	<i>Papaya</i>

Fuente: Jiménez (2003)

De acuerdo a García (2012), el fruto de la papaya puede ser cilíndrico, alargado, en forma de pera, ovalada o redonda, características del género *Carica* mencionado en el cuadro anterior, con potencial para obtener productos agroindustriales como papaína, pectina, esencias de aceites, néctares, conservas, jaleas, fruta deshidratada, mermeladas, jugos, como medio para elaboración de cultivos, ablandador de carnes, suavizadores de chicles, clarificación de cervezas entre otros usos.

1.10. Principales operaciones unitarias.

Según Rivero (2019), en el caso particular de las industrias enfocadas en los frutales, se puede deducir que las principales operaciones unitarias que se llevan a cabo son:

- ✓ Lavado: Proceso mediante el cual la materia prima es limpiada mediante la utilización de agua como disolvente, cepillos como removedores y solución clorada como desinfectante.
- ✓ Pelado y cortado: Luego del lavado, se retira la cáscara de las frutas, y se cortan en trozos más pequeños para facilitar los procesos posteriores.
- ✓ Despulpado: Proceso por el cual se separará la pulpa de la fruta. Este se llevará a cabo en una máquina despulpadora o un molino triturador.
- ✓ Filtrado: Proceso por el cual la pulpa obtenida en el anterior proceso, pasará por un colador con la finalidad de separar del líquido algunos sólidos que hayan quedado. Generalmente el colador está integrado al propio molino.
- ✓ Cocción: El jugo será calentado hasta su ebullición y se irán añadiendo los insumos con el fin de obtener el producto.
- ✓ Envasado: El producto final se deposita en recipientes adecuados que permitan su preservación.

1.11. Evaluación del impacto ambiental.

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

Conesa (2010) indica que la mayoría de las metodologías hacen referencia a impactos ambientales determinados, siendo muy difícil generalizar alguna. Estos métodos están sistematizados en las siguientes categorías: matrices causa-efecto, lista de chequeos, sistemas de interacciones o redes, sistemas cartográficos, análisis de sistemas, métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación, métodos cuantitativos y 23 métodos ad hoc. De todas estas metodologías, las ad-hoc son las de mayor uso, especialmente Conesa, y Leopold (Conesa, 2010; Momtaz & Zovaidul, 2013; Toro et al, 2014). Listas de chequeo: la principal función de esta lista es la de servir en las primeras etapas para identificar los impactos ambientales, su contenido cambia según el tipo de proyecto y el medio de actuación, por lo que no son inmutables. Hay dos tipos de componentes a conocer, unos ambientales en los que se incluyen elementos de la naturaleza física, biológica y humana, y otros que serían los componentes del proyecto en la que se incluyen las actuaciones realizadas en las etapas de preconstrucción, construcción y explotación. Estas no propician el establecimiento de los vínculos causa-efecto en las diferentes actividades del proyecto y generalmente no incluye una interpretación global del impacto.

Matrices causa-efecto (Matriz de Leopold): no es un sistema de evaluación ambiental, es esencialmente un método de identificación y puede ser usado como un método de resumen para la comunicación de resultados. Esta fuerza a considerar los posibles impactos de acciones proyectuales sobre diferentes factores ambientales. Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental; permite la comparación de alternativas, desarrollando una matriz por cada opción y sirve como resumen de la información contenida en el informe del impacto ambiental. Tiene como desventaja la difícil reproducibilidad, debido al carácter subjetivo del proceso de evaluación, pues no contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia del impacto; no tiene en consideración las interacciones entre diferentes factores ambientales; no distingue entre efecto a corto y largo plazo y los efectos no son exclusivos o finales, existe la posibilidad de considerar un efecto dos o más veces.

Método cuantitativo (método de Battelle-Columbus): fue elaborado para la planificación y gestión de recursos hídricos en Estados Unidos. Es usado para medir el impacto ambiental sobre el medio de diferentes proyectos de uso de

recursos hídricos y planificar a medio y largo plazo proyectos con el mínimo impacto ambiental posible. Este método tiene como desventaja que fue diseñado para determinar el impacto ambiental de proyectos hidráulicos, por lo que para otro tipo de proyectos se deben proponer nuevos índices ponderables y seleccionar las funciones de transformación que sean aplicables; además las unidades ponderables de los parámetros se asignan de manera subjetiva; el árbol de factores ambientales y el de acciones-actividades se deben adaptar al tipo de proyecto y al medio receptor y los factores ambientales 24 son limitados, en la vida real, y no es posible contar con todas las funciones de calidad ambiental para todos los proyectos posibles.

Sistemas cartográficos (Método de transparencia o de Mc. Harg): este método es utilizado para la evaluación de proyectos como el trazado de una autopista, una carretera, un ferrocarril, líneas eléctricas de alta tensión, oleoductos y gasoductos, aeropuertos, canales y algunos otros enfocados a la localización de usos en el territorio para distintas actividades sociales y económicas; puesto que tiene en cuenta las características del territorio, sin llegar a una evaluación profunda de los impactos, pero haciendo una identificación e inventario de los recursos para la integración del proyecto entorno, dejando íntegras las zonas de gran valor social, con el costo mínimo y la obtención de plusvalía.

Análisis de costos-beneficios: permite valorar un problema ambiental mediante una comparación de los costes por daños frente a los costes para evitarlos. Cuando existen datos, este sistema analítico de tipo económico, puede ser usado para comparar opciones alternativas.

Modelos de predicción: están basados en modelos de transporte y transformación de contaminantes en la atmósfera o el agua superficial o subterránea.

Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio: es una herramienta para el manejo de los datos espaciales, aportando soluciones a problemas geográficos complejos, lo cual permite mejorar la habilidad del usuario en la toma de decisiones en investigación, planificación y desarrollo. Es utilizado en proyectos de ingeniería ambiental, manejo de recursos naturales, geológicos hídricos y energéticos, proyectos de planeación urbana y formación y actualización catastral (Canales *et al.*, 2013).

Método de Conesa: tiene una mayor aplicación, pues la misma es más detallada y rigurosa en la evaluación de los impactos, de aquí su gran utilidad para los equipos multidisciplinarios que se ocupan de llevar a cabo los estudios de impacto ambiental (Dupin *et al.*, 2017). Este identifica, evalúa, valora y jerarquiza los impactos ambientales positivos y negativos a generarse en cada emplazamiento del proyecto. Se aplica para evaluar los aspectos ambientales según un orden de prioridad.

Martínez (2010), señala que el método de Conesa es usado con frecuencia, aunque solo en un 9% en su versión original. En el 58% de los casos, su ecuación original es modificada, lo cual sería una evidencia que no todos los analistas ambientales comparten plenamente el método.

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

1.12. Conclusiones parciales del capítulo.

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

1. Las PyMEs son entidades independientes que se clasifican en función de algunos aspectos como la cantidad de trabajadores y su volumen de ventas.
2. Cuba trabaja en la puesta en marcha de estas mini industrias de procesamiento de frutas y hortalizas para evitar las pérdidas de frutales.
3. La preparación de mermeladas es uno de los métodos más populares para la conservación de frutas.

4. Las principales operaciones unitarias que se llevan a cabo en las PyMEs de frutales son: lavado, pelado, cortado, despulpado, filtrado, cocción y envasado.
5. La metodología para evaluar los impactos ambientales de las industrias más utilizadas es la de Conesa.

Capítulo 2. Materiales y Métodos.

En este capítulo se aplica la metodología de síntesis para el diseño de una mini-industria 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- Etapa 1: concepción y definición.

En la primera etapa se deben especificar los niveles de precisión que se desean alcanzar, determinando entonces el objetivo de la planta, su capacidad, las materias primas involucradas, el tiempo asignado para el proyecto, entre otros aspectos.

Debido a que esta es la fase de concepción y definición donde se crean los pilares fundamentales del proceso, es necesario obtener la mayor información posible para la creación de una base de datos preliminar, aunque en ocasiones se realicen ciertas suposiciones que permitan progresar el proyecto basándose en experiencias pasadas, las cuales serán analizadas según se vaya obteniendo dicha información (Ulrich, 1985).

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

2.1.1- Problema primitivo.

La definición del problema primitivo es uno de los pasos más importantes a la hora de diseñar un nuevo proceso.

Se selecciona el municipio Unión de Reyes, que se encuentra ubicado en la provincia de Matanzas en la carretera #72, debido a que se encuentra entre las regiones con mayores potencialidades en el sector agrícola, cuenta con elevadas producciones de frutas, entre ellas la guayaba. Además, el territorio manifiesta un gran interés por el desarrollo de este tipo de empresas, ya que las frutas pueden ser transformadas en alimentos de mayor duración y que satisfagan las necesidades de la población, a la par que constituye una vía para sustituir importaciones. En la actualidad el municipio no cuenta con la tecnología necesaria capaz de transformar estos productos, por lo que se propone la creación de un nuevo proceso de elaboración de mermelada de guayaba.

2.1.2- Macrolocalización.

La macrolocalización de una planta industrial o instalación productiva, no es más que la ubicación física aproximada en un territorio geográfico dado de un asentamiento poblacional o una industria. De acuerdo con Helmut (2021) la macrolocalización de un proyecto o empresa consiste en definir la región más ventajosa donde se ubicará el mismo, describiendo la zona geográfica de manera general en la que se va encontrar el proyecto. Por tanto, es un requisito previo para una inversión, ya que el éxito o fracaso de esta dependerá con frecuencia del sitio que se elija.

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

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

2.1.3- Definición del tipo de proceso.

La clasificación en continua o discontinua del modo de procesamiento es uno de los pasos más importantes en la definición del proceso. Los procesos de forma continua se caracterizan por tener un flujo ininterrumpido, reduciendo el tiempo y aumentando la capacidad operativa, destacándose la no variación en las propiedades del sistema en función del tiempo. Mayormente son adoptados en la industria química de gran escala por disminuir los costos de mano de obra y facilitar el control automático.

Por su parte los procesos discontinuos son particularmente útiles en la producción de volúmenes pequeños o cuando la industria elabora muchos productos diferentes, ya que trabaja de forma intermitente de tal manera que puedan considerarse uniformes la composición y la temperatura en todas las coordenadas espaciales, en cada instante. En el mismo, la composición varía en función del tiempo, y esta es la variable independiente, ejemplificándose en las industrias farmacéuticas o alimenticias (Saravacos y Kostaropoulos, 2016).

2.2- Etapa 2: desarrollo del diagrama de flujo.

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

2.2.1- Capacidad de la planta.

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

2.2.2- 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, el cual se puede efectuar tomando como base el diagrama elaborado (Villanueva, 2016).

2.2.2.1- Balances de masa.

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

1. Etapa de preparación de la materia prima.

a) Mesa de preselección.

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

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

Donde:

F: Flujo de fruta (kg/d)

M1: Flujo de merma (kg/d)

FS: Flujo de fruta seleccionada (kg/d)

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

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

b) Tina de lavado.

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

$$FS = FL \quad 2.3$$

$$AL = AR1 \quad 2.4$$

Donde:

FL: Flujo de fruta lavada (kg/d)

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

AR1: Flujo de agua residual (kg/d)

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

c) Tina de enjuague.

En este equipo, los flujos de entrada y de salida son iguales, planteándose las ecuaciones 2.5 y 2.6.

$$FL = Fe \quad 2.5$$

$$Ae = AR2 \quad 2.6$$

Donde:

Fe: Flujo de fruta enjuagada (kg/d)

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

AR2: Flujo de agua residual (kg/d)

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

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

d) Mesa de selección, pelado y troceado.

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

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

Donde:

$R1$: Flujo de residuos (kg/d)

FT : Flujo de fruta troceada (kg/d)

Los residuos se calculan mediante las siguientes expresiones.

$$M2 = FE \cdot \%merma \quad 2.8$$

Donde:

$M2$: Flujo de merma (kg/d)

2. Etapa de trituración y cocción de la materia prima.

e) Molino triturador.

La fruta troceada entra al triturador para facilitar la precocción.

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

Donde:

FT_r : Flujo de fruta triturada (kg/d)

$R2$: Flujo de residuos (kg/d)

En este caso, el flujo de residuos incluye las semillas y se calcula por la expresión siguiente (pero se despreciará todo tipo de residuos en esta etapa):

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

f) Marmita de precocción.

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

$$FT_r = FP \quad 2.11$$

Donde:

FP: Flujo de fruta precocida (kg/d)

g) Molino refinador.

La fruta precocida entra al molino refinador para así obtener la pulpa y se separan los residuos, cuya cantidad varía según la fruta procesada (Coronado e Hilario, 2001; Benites, *et al.*, 2016). El balance total se expresa según las ecuaciones 2.12 y 2.13.

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

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

Donde:

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

R3: Flujo de residuos (kg/d)

h) Marmita de cocción.

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

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

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

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

Donde:

J: Flujo de jarabe (kg/d)

Pe: Flujo de pectina (kg/d)

C: Flujo de conservante (kg/d)

Ac: Flujo de ácido cítrico (kg/d)

Aev: Flujo de agua evaporada (kg/d)

Me: Flujo de mermelada (kg/d)

Az: Flujo de azúcar (kg/d)

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

2.2.2.2 Cálculo del ácido cítrico, conservante, pectina y azúcar para su adición

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

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

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

Ácido cítrico: En el caso del ácido cítrico, la cantidad a utilizar depende del rango en que se encuentre el pH de la pulpa, tal como se muestra en el Anexo 1.

Villanueva (2016) afirma que en el equipo de cocción se evapora del 25 al 35 % del agua que se encuentra en el interior del mismo, lo cual incluye tanto el agua contenida en la pulpa como la que se incorpora como constituyente del jarabe. En este caso se considerará un valor intermedio de 30 %, para ello se emplean las ecuaciones 2.16 y 2.17.

$$A_{ev} = (A_p + A) \cdot 0.3 \quad 2.16$$

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

Donde:

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

2.2.2.3- Balances de energía.

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

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

Donde:

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

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

Q_{ced}: Calor cedido (kJ/d)

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

$$Q_{abs} = 0.9 \cdot Q_{ced} \quad 2.19$$

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

$$Q_{abs} = F_{Tr} \cdot C_{pF} \cdot \Delta T \quad 2.20$$

Donde:

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

ΔT : Variación de temperatura (°C)

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

$$C_{pF} = 4.19 \cdot X_w + (1.37 + 0.0113 \cdot T) \cdot (1 - X_w) \quad 2.21$$

Donde:

X_w : Fracción másica de agua

T : Temperatura media (°C)

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

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

$$Q_{abs} = M_z \cdot C_{pMz} \cdot \Delta T + A_{ev} \cdot \lambda_v \quad 2.22$$

$$M_z = P + A_c + C + P_e + J \quad 2.23$$

Donde:

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

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

2.3- Etapa 3: Diseño de los equipos.

2.3.1- Características de los equipos del proceso.

Estas características son imprescindibles tanto para determinar el tamaño aproximado de los equipos del proceso, como para la evaluación económica, además de ser necesarios para cálculos específicos de la planta empleándose a la vez los balances de masa y energía en cada uno de los procesos (Saravacos

y Kostaropoulos, 2016). Otra razón a tener en cuenta es que principalmente se elige utilizar métodos o procesos artesanales para las industrias alimenticias que tienen como base frutas y vegetales (Guerrero *et al.*, 2012).

2.3.2- Materiales de construcción.

Los materiales de construcción para los equipos del proceso son uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de la construcción de las PyMEs. Los requisitos para la selección de los materiales son: peso total de la unidad, cantidad de material relativamente caro utilizado (aislamiento), calidad de partes de repuesto (material eléctrico), fabricación (acabado de superficies, tipo de soldadura), calidad y cantidad de acero inoxidable utilizado, y protección anticorrosiva (galvanización doble o electrolítica, pinturas especiales).

Otros de los factores a tener en cuenta es la limpieza y sanidad en la construcción de los equipos ya que su superficie se encontrará en contacto con el alimento, por lo que deben mantenerse limpios y libres de material no deseado o que pueda interferir en el proceso, siendo considerado como un agente contaminante. Otro aspecto a tener en cuenta es la necesidad de mantener aisladas las partes mecánicas de las máquinas del proceso, así como la estandarización de partes de repuesto, importantes en procesos estacionarios mientras el equipo opera continuamente durante un tiempo corto. También se debe tener acceso para un fácil mantenimiento y una exactitud en las operaciones de pelado, llenado, empaquetado y pesado (Saravacos y Kostaropoulos, 2016).

2.3.3- Variables controladas.

Las variables de control son de gran importancia ya que si varían durante la operación pueden invalidar el proceso, por lo que deben mantenerse bien identificadas en los diferentes equipos para lograr un correcto funcionamiento de dicho proceso.

Tabla 2.1- Principales parámetros a controlar.

Equipo	Variable	Rango	Referencias
Tina de lavado de fruta	Concentración de cloro en agua	0,5-1ppm	Díaz (2017)
Marmita para la producción	Temperatura	75-80 °C	Villanueva (2016)

Marmita para la cocción	Temperatura	100-105 °C	CPMLN (2012) Varona (2017)
Tanque de almacenamiento temporal	Temperatura	80-85 °C	CANAINCA (2013) Villanueva (2016)
Tina de lavado de envases	Concentración de cloro en agua	2-3ppm	

Fuente: Sánchez, 2020.

2.3.4- Selección y diseño de los principales equipos.

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

- Dimensiones / peso.
- Facilidad de limpieza.
- Mantenimiento.
- Estandarización de repuestos.
- Calidad de los materiales.
- Resistencia / durabilidad.
- Automatización.

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

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

Las características operacionales son rasgos que facilitan el funcionamiento de los equipos de producción de alimentos. Para su selección, se deben tener en

cuenta aspectos como: la confiabilidad, la conveniencia, la seguridad, la instrumentación, la ergonomía, la eficiencia, la efectividad, la exactitud, y el impacto medioambiental (Saravacos y Kostaropoulos, 2016).

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

2.4- Etapa 4: Análisis Económico.

Un proceso industrial solo tiene estabilidad en el mercado y perspectivas de comercialización si su aspecto económico es favorable, por lo que el mismo debe ser técnicamente legítimo y económicamente atractivo (Turton, 2018).

El objetivo principal es conseguir que el valor del producto supere al de la materia prima y a los gastos de manufactura (Tovar, 2009). Por esta razón, Ulrich (1985) afirma que resulta vital la sabiduría en la etapa de decisión acerca de la factibilidad de construir la planta, para evitar la pérdida de dinero y de oportunidad.

2.4.1- Costos de inversión.

La puesta en marcha de una planta, implica un gran esfuerzo inicial, que genera gastos en recursos materiales y humanos, los cuales, expresados en términos financieros, constituyen los costos de inversión de la alternativa propuesta.

El método de Lang es un método clásico que permite estimar la inversión total de un proceso a partir del costo base de sus equipos principales, y multiplicar dicha sumatoria por un factor global de experiencia, que involucra el costo de tuberías, instrumentación y edificios, los honorarios de los ingenieros y contratistas, y las contingencias, según el material de construcción de los mismos (Tovar, 2009).

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

1. Determinar el costo base de los equipos del proceso.

Determinar el costo de adquisición del equipamiento tecnológico de una planta implica el conocimiento de los distintos equipos necesarios en la misma y de sus características físicas primordiales. Si se conocen las dimensiones

fundamentales de cada equipo, resulta posible estimar su costo de adquisición empleando para ello la literatura general disponible, la cual está constituida por manuales de información económica de carácter industrial, información económica específica sobre plantas previamente construidas en el país, catálogos de equipos, ofertas para la venta de equipos similares a los que se van a adquirir, entre otros. Normalmente la literatura económica correlaciona el costo de adquisición con una dimensión o característica física fundamental del equipo (Brizuela, 1987).

2. Calcular el costo total del equipamiento tecnológico de la planta.

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

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

Donde:

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

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

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

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

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

Donde:

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

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

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

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

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

O lo que sería lo mismo

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

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

$$f_L = (1 + \sum f_i) \cdot f_l \quad 2.28$$

En el Anexo 2 se muestran los valores del factor de Lang que se han reportado para distintos tipos de plantas, en función de las sustancias que procesan y del material de construcción de los equipos.

El factor de experiencia de Lang se deriva del análisis de varios procesos existentes. Esto refleja que los costos de los equipos, contrario a lo que tal vez pudiera esperarse, pueden representar en muchas ocasiones una fracción no muy considerable dentro de la inversión total de una planta.

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

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

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

Donde:

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

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

I1: Índice de costo en el año base

I2: Índice de costo en el año deseado

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

2.4.2- Costos de producción.

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

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

a) Costo de la materia prima (CMP)

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

b) Costo de los materiales de producción (CMProd)

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

c) Costo de mantenimiento o reparación (CMant)

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

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

d) Costo de la fuerza de trabajo utilizada en el proceso productivo (CFTrab)

El costo de la fuerza de trabajo directa está constituido por los salarios que devenga el personal, calificado y no calificado, que trabaja directamente en el proceso productivo, operadores del proceso, supervisores y en general, el personal de operación. En los procesos químicos industriales con un mediano

nivel de automatización, el costo de la fuerza de trabajo directa puede representar entre un 5 y un 10 % del costo de la producción total, mientras que en procesos con un bajo nivel de automatización este elemento puede representar entre un 15 y un 25 % del mismo.

e) Depreciación (D)

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

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

Donde:

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

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

V_0 : Valor económico inicial de la planta (CUP)

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

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

f) Costo de facilidades auxiliares (CFAux)

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

g) Costo de suministros de operación (CSum)

Durante la operación de la planta se emplean normalmente distintos materiales que se requieren para su funcionamiento normal y que por sus características no pueden ser considerados como materiales directos de la producción, ni tampoco

como materiales para el mantenimiento. Tal es el caso de los reactivos químicos usados para el control del proceso, lubricantes y grasas empleadas en las bombas y compresores, etc. Este costo constituye aproximadamente el 15 % del costo total de mantenimiento o reparación de la planta.

h) Costos de laboratorios (CLab)

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

i) Costos de embalaje (CEmb)

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

j) Costos generales (CGen)

Los costos generales están constituidos por los gastos económicos que se generan para asegurar el funcionamiento de ciertos servicios requeridos indirectamente por el proceso productivo. Entre estos se incluyen: salario devengado por el personal técnico que no trabaja directamente en la producción, costo de servicios médicos, de comedores y facilidades recreativas, de servicios de protección de la planta, de almacenes, de mantenimiento general (edificios), de la electricidad en edificios, de las comunicaciones internas de la planta y de la transportación del personal dentro de la planta, entre otros gastos. Los costos generales se correlacionan normalmente con el gasto total de la fuerza de trabajo directo y el mantenimiento, oscilando entre un 50 y un 70 % de la suma de ambos.

k) Costos de administración o dirección (CAdm)

Los costos administrativos están constituidos por gastos económicos relacionados con las actividades de carácter administrativo y de dirección de la fábrica, entre los que se encuentran los salarios del personal ejecutivo, secretarias, contadores y personal administrativo, costos de materiales de oficina y de comunicaciones externas. Estos costos dependen fundamentalmente del tamaño de la planta y de sus características, por lo que en ausencia de otros criterios es posible hacer un estimado de su magnitud considerando que oscila entre un 40 y un 60 % del costo de la fuerza de trabajo directa (Brizuela, 1987). El costo de producción total de una planta (CP) puede considerarse como la suma del costo variable total (CV) y del costo fijo total (CF), los cuales constituyen

a su vez la sumatoria de todos los costos variables y fijos de la planta, respectivamente, tal como se muestra en las siguientes expresiones, cuya nomenclatura ha sido declarada anteriormente.

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

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

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

2.4.3- Indicadores económicos de la producción.

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

a) Valor de la producción (VP)

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

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

Donde:

VP: Valor de la producción (CUP/a)

pup: Precio unitario del producto (CUP/t)

N: Volumen de producción (t/a)

b) Ganancia de la producción (G)

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

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

Donde:

G: Ganancia de la producción (CUP/a)

c) Costo unitario del producto (cup)

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

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

Donde:

cup: Costo unitario del producto (CUP/t)

d) Punto de equilibrio

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

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

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

Donde:

N_0 : Punto de equilibrio (t/a)

cuv : Costo unitario variable (CUP/t)

e) Rentabilidad

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

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

Donde:

$Rent$: Rentabilidad (%)

f) Costo por peso de producción

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

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

g) Estructura de costos

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

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

Donde:

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

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

2.4.4- Indicadores de la eficiencia económica de la inversión.

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

a) Retorno de la inversión

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

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

Donde:

Rn: Retorno de la inversión (%/a)

b) Plazo de recuperación de la inversión

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

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

Donde:

PRI: Plazo de recuperación de la inversión (a)

c) Valor actual neto

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

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

Donde:

VAN: Valor actual neto (CUP)

S: Movimiento de fondos (CUP)

i_1 : Tasa de interés vigente (%)

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

d) Tasa interna de rentabilidad

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

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

Donde:

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

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

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

2.5.1- Elaboración de la matriz de importancia.

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

La identificación de los factores ambientales y de los efectos que la acción provoca sobre ellos se sustenta en los métodos teóricos histórico-lógico y análisis-síntesis. Para ello se parte del análisis bibliográfico realizado y de consultas hecha a los expertos. En la elaboración de la matriz de importancia se desarrolla una valoración cualitativa a partir de determinar el valor de la importancia del impacto según la metodología propuesta por Conesa (2010).

La importancia del impacto viene representada por la siguiente expresión:

$$I = \pm(3ln + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad 2.46$$

Donde:

I: Importancia

\pm : Signo del impacto

ln: Intensidad (grado de destrucción)

EX: Extensión (área de influencia)

MO: Momento (plazo de manifestación)

PE: Persistencia (permanencia del efecto)

RV: Reversibilidad

SI: Sinergia (potenciación de la manifestación)

AC: Acumulación (incremento progresivo)

EF: Efecto (relación causa efecto)

PR: Periodicidad (regularidad de la manifestación)

MC: Recuperabilidad (reconstrucción por medios humanos)

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

2.6- Conclusiones parciales del capítulo.

1. Se propone la metodología para el diseño preliminar de una PyME para la obtención de mermelada de fruta bomba, a partir de las etapas propuestas por Ulrich (1985) para el diseño de un proceso químico, y adaptadas por Saravacos y Kostaropoulos (2016) al procesamiento de alimentos.

2. Mediante las etapas del proceso se conocen las operaciones del mismo y los equipos necesarios.

3. Se establece la metodología para el balance de masa y energía que permite determinar las corrientes que intervienen en el proceso y el consumo energético de la planta.

4. Se describen las ecuaciones fundamentales para el análisis de factibilidad económica de la PyME propuesta.

5. Se selecciona la metodología de Conesa (2010) para evaluar el impacto ambiental generado por la planta.

Capítulo 3: Análisis de Resultados.

En este capítulo se analizan los resultados obtenidos al desarrollar los aspectos clave del trabajo, principalmente el diseño preliminar del caso base para la producción de mermelada de fruta bomba en el municipio Unión de Reyes, además de la descripción del proceso, las especificaciones técnicas y los equipos utilizados. Se explica el diagrama de flujo del proceso obtenido, así como su balance de masa y de energía. También se hace énfasis en los análisis económicos y de impacto ambiental necesarios para la implementación de esta planta.

3.1 Definición de la propuesta.

Para lograr el diseño preliminar de la mini-industria se debe tener en cuenta la ubicación de la misma, así como de los datos disponibles para su funcionamiento.

3.1.1- Macrolocalización de la planta.

Los estudios realizados para determinar las potencialidades demostraron que la localidad cuenta con perfectas condiciones para su desarrollo, debido a que es prácticamente agrícola. Por ser una zona donde predomina este renglón, se cuenta con los medios de transporte y comunicación necesarios para el movimiento de la materia prima hacia la zona de procesamiento. Además, la mano de obra posee vasta experiencia en el cultivo de la fruta bomba, unido a la existencia de un mercado muy amplio para la venta de los productos, como asegura la Delegación Municipal de la Agricultura a tal punto que constituye una de las regiones con mayores potencialidades en el sector. Por otra parte, el municipio Unión de Reyes se encuentra en una excelente posición geográfica al encontrarse al suroeste de la provincia de Matanzas, limitando al norte con Limonar, al este con Pedro Betancourt, al sur con la Ciénega de Zapata y al oeste con los municipios pertenecientes a la provincia de Mayabeque: Nueva Paz y Madruga, los cuales son considerados de los más grandes productores de esta fruta en la provincia, lo que le da más facilidad de comercio (Bravo, 2018).

3.2- Características y definición del proceso tecnológico.

El conjunto de todas las etapas conforman en general un proceso discontinuo, ya que es procesado en forma intermitente, aunque algunas operaciones específicas pudieran ser continuas.

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

3.2.1- Capacidad de la planta.

El diseño preliminar de la planta se realizará considerando una capacidad de procesamiento de 400 kg diarios de fruta bomba, y en base a dicho valor se efectuarán los balances correspondientes, así como el análisis de factibilidad económica de la propuesta.

3.2.2- Descripción general del proceso.

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

Recepción: Al ser recibida la materia prima en la planta, se muestrea para inspeccionar visualmente su calidad en base a los estándares previamente establecidos, pues esta influye directamente en el rendimiento y calidad del producto. Se registran sus características principales, tales como proveedor, procedencia, costo y peso. El diseño de la planta deberá tomar en cuenta la logística en la recepción de la materia prima para determinar el espacio requerido de almacén temporal y, de ser necesario, bajo condiciones de temperatura y humedad controlada, si es que no se pudiera procesar inmediatamente la materia prima recibida.

Selección: Se separa la fruta que no tenga el grado de madurez adecuado, con defectos o podredumbre.

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

Lavado y desinfección: Se lava la fruta sana con agua limpia y clorada (con una concentración de 3 ppm de cloro).

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

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

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

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

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

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

Preparación y adición del jarabe: En un tanque se calienta el agua para preparar, por separado, el jarabe de alta concentración en azúcar. Para ello se mide una determinada cantidad de agua, que se calienta y se somete a agitación suave. Lentamente se vierte el azúcar, la cual irá disolviéndose. Una vez disuelto, se pesan las cantidades necesarias de jarabe para introducirlo en la etapa de cocción. Cuando el volumen se haya reducido en un tercio, se procede a añadir la mitad del azúcar en forma directa. La mermelada debe removerse hasta que se haya disuelto todo el azúcar, y entonces se revolverá lo menos posible y después se llevará rápidamente hasta el punto de ebullición. A la salida del depósito de preparación del jarabe, es conveniente que este se filtre para eliminar las impurezas del azúcar. Esto puede realizarse con un filtro de manga de tela apropiada, previamente lavada y hervida, que pueda ser cambiado y lavado con facilidad.

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

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

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

Envasado y tapado: Después de verificarse los parámetros de calidad de la mermelada, se procede al envasado de la misma, que se realizará en el propio equipo donde se almacena temporalmente. La mermelada se envasa en caliente a una temperatura no menor de 85-90 °C, la cual mejora la fluidez del producto durante el llenado y, a la vez, permite la formación de un vacío adecuado dentro del envase. En el momento del envasado se debe verificar que los recipientes

no estén rajados ni deformes, sino limpios y desinfectados. El llenado se realiza hasta el ras del envase y se coloca inmediatamente la tapa. Los envases llenos y cerrados se dejan en reposo para su enfriamiento y la solidificación de la mermelada. Una vez fríos, serán lavados por su parte exterior, etiquetados y guardados en cajas para su expedición y venta. Es conveniente analizarlos, sobre todo organolépticamente, para comprobar que se fabrica un producto de calidad.

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

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

Almacenamiento del producto envasado y empacado: El diseño de la planta debe considerar un espacio para el almacenamiento del producto terminado para su posterior distribución. Se considera como una etapa del proceso, pues implica costos que se incluyen en el costo de producción (Villanueva, 2016).

3.2.3- Calidad de la mermelada.

Según Sánchez, (2020), los factores que influyen sobre la calidad de la mermelada son: el color (que debe ser brillante y expresar el propio de la fruta), la consistencia (que debe lograrse con una buena gelificación sin ser demasiado rígida) y el sabor, que debe ser característico. 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.

3.2.4- Definición de la jornada laboral.

Debido a que la fruta escogida (la fruta bomba) se puede cosechar los 12 meses del año con un pico de producción del cultivo de 4 meses (noviembre-febrero) se decide que la planta trabajará 10 meses al año, tomando los 2 meses restantes para el mantenimiento y la limpieza de los equipos. Se asume entonces una jornada laboral de 8 horas diarias y 24 días al mes, siendo esta una característica que define a este tipo de empresas (Rivero, 2019).

3.2.5- Cantidad de operarios.

Atendiendo al criterio de diferentes autores como Villanueva (2016), Benites *et al.* (2016), Coronado e Hilario (2001) y Torres (2007), y a las experiencias de mini-industrias similares, en este caso, la planta contará con 5 trabajadores directamente en la producción, además de otros empleados como un económico, un técnico de laboratorio, un responsable de mantenimiento, un custodio y un jefe de planta, para un total de diez trabajadores.

3.2.6- Resultados del balance de materia y energía.

A partir del diagrama de bloques construido (Anexo 3) y de los flujos de materias primas a procesar y las relaciones entre estos y las cantidades de insumos, se realizan los balances de materiales y energía obteniéndose los siguientes resultados.

3.2.6.1- Resultados del balance de masa.

Basándose en los datos de los insumos utilizados en el proceso y en las expresiones pertinentes se obtuvieron los resultados que aparecen en el Anexo 4.

Se considera que en este caso no hay pérdidas de fruta durante la etapa de preselección, debido a que el gran tamaño de la fruta bomba permite apreciar

fácilmente los defectos físicos que pudiese presentar, y en el momento de la adquisición de la materia prima resulta más sencillo elegir las frutas de mayor calidad para el proceso.

Es necesario decir que no se tomaron en cuenta las pérdidas en los recipientes ni en los equipos utilizados. Además, como la pectina se debe disolver antes de añadirse a la mezcla existente en la marmita al inicio de la cocción para así lograr la gelificación y evitar que se descomponga cuando alcancen las altas temperaturas, se decidió que este proceso de disolución se realizara en el agua de preparación del jarabe para incorporar así la menor cantidad posible de el líquido a la mezcla.

3.2.6.2- Resultados del balance de energía.

En el Anexo 5 se muestran los resultados obtenidos mediante las ecuaciones necesarias para efectuar los balances de energía tanto en la marmita de precocción como en la de cocción.

Uno de los factores a tener en cuenta fue la temperatura de entrada de la fruta triturada, estimándose un valor de 25 °C, ya que provenía del proceso de lavado y enjuague. Debido a que la media atmosférica en ocasiones se encuentra por encima, se deberían considerar diversos factores que inciden en su variabilidad, como su posible procedencia del manto freático, la estación del año que transcurra en el momento de su utilización e incluso el instante del día en que se haga fluir dicha sustancia, entre otros (Rivero, 2019). En el caso de la temperatura de la pulpa se tomó un valor de 69 °C, ya que se disipan 8 °C en el molino refinador, tal como afirma Villanueva (2016). Por ello se asume un 10% de pérdidas para las marmitas de precocción y cocción, al igual que en la mayoría de los equipos de transferencia de calor, y para lograr alcanzar la temperatura deseada con el gasto mínimo de energía fue necesario basarse en un proceso adiabático.

3.3- Selección de los principales equipos.

Para la selección de los equipos se tuvieron en cuenta sus especificaciones, la cantidad de unidades a utilizar, el volumen de materias primas a procesar y las operaciones del proceso de producción, además del objetivo de cada uno de ellos. Para ello se valoraron diferentes propuestas, las cuales fueron consultadas

en catálogos de distintos fabricantes. Los factores que más influyeron en la selección fueron: que las características de los equipos se ajustaran a las necesidades de la planta y que el mismo tuviera el menor costo posible. En el Anexo 6 se pueden observar los equipos seleccionados y sus principales características.

a) Equipos para la molienda.

El molino seleccionado para la planta es de martillo, debido a que su costo no es tan elevado y constituye uno de los más usados en la industria de alimentos.

Para el proceso se necesitan dos molinos: uno para triturar la materia prima y otro para refinar la pulpa obtenida después de la precocción. En este caso se usará uno solo ya que, en aras de economizar la inversión, se empleará el mismo molino triturador para la refinación de la pulpa, pero sustituyéndole el tamiz por otro cuyo tamaño de orificios se ajuste a los requerimientos de la refinación. Las características técnicas del molino seleccionado se pueden observar en el Anexo 7.

b) Equipos de cocción.

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

Para el caso de estudio se necesitan dos marmitas: una para llevar a cabo el proceso de precocción y la otra para el de cocción. Las marmitas seleccionadas para el diseño preliminar son eléctricas, aunque el funcionamiento de estos equipos puede ser también a base de vapor o gas. La ficha técnica de la marmita seleccionada se muestra en el Anexo 8.

c) Mesa de trabajo.

En el caso de estudio se necesitan cuatro mesas de este tipo: una para la preselección, otra para la selección y otras dos para el envasado y el etiquetado, respectivamente. Sus principales características pueden observarse en el Anexo 6, y se encuentra ejemplificada en el Anexo 9.

d) Complementos de la instalación.

Estos complementos son los siguientes: cestas plásticas para el transporte de la fruta dentro de la fábrica, cubos de plástico de aproximadamente unos 20 L, para transportar la pulpa por las diferentes etapas, cuchillos de acero inoxidable, báscula para materia prima, tinas de lavado y enjuague, filtro de manga, tanque de lavado de envases (botellas), balanza técnica (para los insumos), tanque de preparación del jarabe (y pectina), termómetro, refractómetro, tanque de almacenamiento temporal de la mermelada y enchapadora mecánica (Sánchez, 2020).

3.3.1- Selección de los materiales de construcción.

Se utilizará el acero inoxidable AISI 304 como material de construcción para los equipos, ya que el pH de las materias primas y productos involucrados no es demasiado bajo, mientras que los utensilios de trabajo a utilizar durante el proceso podrán ser de plástico, madera, vidrio o el propio acero inoxidable.

3.4- Análisis económico.

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

3.4.1- Estimación de la inversión.

Según los autores Ulrich (1985), Brizuela (1987), Jiménez (2003), Tovar (2009) y Turton (2018), se selecciona la metodología de Lang para estimar la inversión de la planta en cuestión, ya que es el método más comúnmente utilizado debido a su bajo grado de complejidad, la rapidez de sus resultados, y a que aunque el propio tipo de estimado no exige una elevada precisión, esta técnica es capaz de alcanzar una mayor exactitud que los métodos generales. Dicho método elige el equipo como elemento que define una instalación industrial y la diferencia de otras, ya que es precisamente el equipo el que permite realizar las operaciones del proceso. Este planteamiento de que solamente requiere del diagrama de flujo del proceso y de los principales equipos que conforman el mismo, especificando

sus dimensiones y materiales de fabricación, corresponde perfectamente con la estimación de estudio, la cual incluso se conoce también como equipamiento fundamental.

Basándose en el método de Lang se logró estimar el capital invertido en la planta, pero para ello primeramente fue necesario hallar el costo base de los principales equipos del proceso (Anexo 6) Los costos fueron extraídos de catálogos de fabricantes y de industrias similares, reportados para los años 2017, 2018 y 2019, por lo cual debieron ser actualizados empleando el índice de costo CEPCI del año 2020 (596,70).

Además, a partir de consultas con especialistas de la construcción y empleando los costos reales de los materiales de fabricación, se pudo hallar el costo de las tinas y la cisterna, y se tuvieron en cuenta los útiles de la instalación en los costos del proceso.

Finalmente, fue necesario utilizar la expresión 2.24 para calcular el costo total del equipamiento tecnológico, dando como resultado un valor de 321453,94 CUP. Teniendo en cuenta que la mini-planta manejará sólidos y fluidos, y que el material de construcción principal el acero inoxidable (AISI 304), se afecta el costo total del equipamiento tecnológico por el factor de Lang, que en este caso tiene un valor de 2,8 (Anexo 2), obteniendo un valor de 900071 CUP como capital invertido.

Se puede decir que la inversión de la planta presenta un valor relativamente bajo, pues ronda en el rango de los cientos de miles de pesos, valor adecuado para este tipo de mini-empresas. En el Anexo 11 se puede apreciar el porcentaje que representa el costo de adquisición de cada uno de los equipos con respecto al costo total.

3.4.2- Costos de producción.

En la mayoría de los casos, para efectuar el diseño de la planta, los costos de producción se expresan como porcentaje estimado de otros costos, según refiere la bibliografía especializada. Sin embargo, existen otros que deben ser determinados en función de las características reales del proceso, como es el caso de las materias primas, los materiales de producción, la fuerza de trabajo, las facilidades auxiliares y el embalaje (Sánchez, 2020).

El costo de la fuerza de trabajo se tomó como un costo fijo, tomándose un valor promedio de 2800 CUP mensuales. Este salario medio se estableció de acuerdo con las nuevas escalas salariales aplicadas por el reordenamiento económico que tuvo lugar en el país.

En el caso de las materias primas se toman las calculadas en los balances de masa y se afectan por su costo unitario, establecido por el Ministerio de Finanzas y precios para los productos agropecuarios. Lo mismo ocurre con los materiales de producción, que se toman las cantidades de los insumos consumidos durante un año de funcionamiento de la planta, como resultado de los balances de masa efectuados, y se multiplican por el costo de cada uno. Todos estos datos se presentan en el Anexo 4.

En relación a las utilidades, en la mini-industria solamente se emplearán la electricidad y el agua.

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

En el Anexo 13 se muestran los valores obtenidos, resultando un total de 1728 kg/a anuales. Los mayores consumidores de la energía eléctrica son el molino y las marmitas, y con respecto a estos se realiza el cálculo de la potencia consumida con el objetivo de obtener el costo mensual por concepto de electricidad.

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

El análisis efectuado anteriormente se puede apreciar en el Anexo 13, donde se obtiene un estimado del consumo eléctrico de la planta de 89,76 kWh mensuales, y teniendo en cuenta que la misma opera durante 10 meses al año resulta un consumo anual de 897,6 kWh.

Con respecto al embalaje, se expresa la cantidad de mermelada producida en unidades de volumen a partir de la densidad media de la mermelada, la cual tiene un valor de 1,66 kg/L (UCLM, 2019), para luego determinar el número de botellas de vidrio de 330 mL de capacidad necesarias para envasar el producto, el cual da un valor de 275876 u/a. Se conoce que el costo unitario de la botella con chapa es de 1,3 CUP según Sánchez (2020).

3.4.3- Indicadores económicos del proceso productivo.

En el (Anexo 16) se muestran los resultados de los indicadores económicos del proceso productivo. Se puede observar que los costos unitarios son menores que el precio unitario del producto, por lo tanto es menos costoso fabricar el producto que venderlo. Además, los costos totales de producción son inferiores al valor de la producción, lo que trae consigo ganancias positivas.

El precio unitario del producto fue fijado a partir de consultas de los precios topados establecidos y comparaciones de precios de productos similares de otras marcas, aunque resultó complejo debido a que existen diversos formatos, pero todos son enlatados. Se decidió optar por un precio de 10 CUP para cada kilogramo de mermelada obtenida puesto que resulta competitivo y asequible para la población, además de garantizar ganancias a la planta. Esta estrategia se toma ya que se trata de una marca desconocida y debe competir con otras que son más populares tanto por la calidad como por el envase.

En el Anexo 14 se muestran los resultados del cálculo de los costos de producción, mientras que en el Anexo 15 se muestran desglosados los costos anuales de producción, los cuales se representan en un gráfico de barras que muestra la estructura de costos.

A partir del análisis de la misma se puede notar que la materia prima es el costo más influyente, representando el 55,83 % de los costos totales, seguido por el costo del embalaje que representa un 31,99 %.

El costo de producción es de 1121119,11 CUP /a. El mismo se encuentra por debajo del valor de la producción el cual es de 1602839,04 CUP/año, lo cual se traduce en una ganancia de 481719,93 CUP/año.

Para el análisis de la eficiencia económica del proyecto se calculó una rentabilidad del 42,97 %, la cual es adecuada ya que se encuentra por encima del indicador ramal normado que es de un 17 % (Turton, 2018), lo cual indica que la propuesta es rentable. El costo por peso producido es de 0,70 el cual es menor que la unidad e indica que por cada peso producido se obtiene una ganancia de 30 centavos.

El punto de equilibrio muestra un valor de 33606,09 kg/a, lo cual coincide con el punto en el cual se intersecan las líneas del valor y el costo de producción (Anexo 16). Mientras menor sea el punto de equilibrio en comparación con el volumen de producción, mayor será la ganancia.

El porcentaje de retorno de la inversión a través de la ganancia cada año es de 53,52 %, valor que se encuentra por encima del normado que es del 33-34 % (Dow Chemical Co., 2017), lo cual es muy positivo ya que la inversión se recupera con rapidez.

El plazo de recuperación de la inversión (PRI) es de aproximadamente 2 años, lo cual representa que en ese período de tiempo puede ser cubierta la inversión. Este tiempo es mucho menor que el de vida útil de la planta, lo cual brinda la seguridad de retornar la inversión en caso de alguna contingencia que pueda aumentar este plazo.

El valor actual neto (VAN) es de 2163651,13 CUP. Este es mucho mayor que cero, además de tener un valor por encima del valor de la inversión realizada e indica que el proyecto de inversión genera más efectivo que el invertido inicialmente con el interés vigente.

El valor de la tasa interna de rentabilidad (TIR) es de 44,22 %, la cual es mucho mayor que el interés vigente (10 %), lo cual significa que va existir un margen para las fluctuaciones del interés durante la ejecución de la inversión.

Johnson y Melicher (2000) afirman que un proyecto de inversión de capital debería aceptarse si tiene un valor actual neto positivo y una tasa interna superior a la normada, por lo cual en este caso se acepta la inversión.

3.5- Evaluación cualitativa del impacto ambiental.

A partir de la metodología descrita en el epígrafe 2.5.1 se elaboró la matriz de importancia que se muestra en el Anexo 19, donde se reflejan los diferentes impactos provocados por la acción sobre los factores del medio. Como puede observarse, la mayoría de estos impactos son compatibles con el sistema (irrelevantes), al presentar valores inferiores a 25.

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

3.6- Conclusiones parciales del capítulo.

1. Se aplica la metodología de diseño de plantas seleccionada al proceso de elaboración de mermelada de fruta bomba, con un grado de exactitud correspondiente a la estimación de tipo estudio.
2. Se establece una capacidad de procesamiento para la planta de 400 kg diarios de fruta bomba.
3. Se realiza la selección de los diferentes equipos para el proceso productivo, demostrando cuáles son los de mayor importancia (molino triturador y las marmitas de precocción y cocción).
4. Se determina mediante la metodología de Lang la inversión necesaria para poner en funcionamiento la planta.
5. Se determina la rentabilidad, que demuestra la viabilidad de la construcción de la planta.
6. Se realiza la matriz de impacto ambiental para la puesta en marcha de la mini-industria.

Conclusiones

1. Se realizó el diseño preliminar de una PyME de elaboración de mermelada de fruta bomba, obteniéndose un producto de calidad que satisfaga las necesidades de la población en el municipio, lo cual corrobora la hipótesis planteada.
2. A partir del análisis bibliográfico se clasificaron, caracterizaron y definieron las PyMEs.
3. Se realizó el diagrama de flujo detallado del nuevo proceso y se efectuó la descripción del mismo.
4. Se seleccionaron los principales equipos, según la capacidad de la planta (400 kg/d) y las reglamentaciones establecidas para este sector de la industria alimentaria.
5. Se hizo un análisis económico, donde la inversión calculada fue de 900071,CUP que se recuperará en aproximadamente 2 años a través de la ganancia, la cual alcanza un valor anual de 481719,93, esto hace posible que el VAN resultante sea de 2163651,13 y la TIR de 44,22 %, por lo cual se acepta el proyecto de inversión.
6. Se realizó la matriz de impacto ambiental para la implementación de la mini-industria, la cual arribó a resultados favorables siendo la acción propuesta beneficiosa fundamentalmente en el aspecto económico, y la mayor incidencia negativa (moderada) es sobre el paisaje.

Recomendaciones

1. Continuar con la investigación a un nivel más profundo, para poder materializar la instalación de la planta y dar solución al problema existente.
2. Actualizar los costos de las materias primas, los materiales de construcción y demás elementos del análisis económico, para determinar de manera efectiva la viabilidad de la propuesta en las presentes condiciones del país.
3. Analizar la alternativa de instalar otras mini-industrias en los terrenos aledaños a la planta propuesta (de fabricación de pienso animal, de bebidas refrescantes, de grasa vegetal, u otra), a fin de garantizar la reutilización de los desechos sólidos generados.
4. Analizar los riesgos a los que puede estar expuesta la planta.
5. Proponer un tratamiento a los residuales sólidos.

Bibliografía

AALINAT. (2019). Ficha técnica de la pulpeadora P5H - 010 / P1.0H – 010, marca INOXTRON. Lima.

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

Álvarez, M.; Durán, J. (2009). Manual de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa. Una contribución a la mejora de los sistemas de información y el desarrollo de las políticas públicas. CEPAL. San Salvador, El Salvador. Disponible en: http://www.eclac.org/comercio/publicaciones/xml/8/38988/Manual_Micro_Pequeña_a_Mediana_Empresa_TIC_políticas_publicas.pdf.

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

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

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

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

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

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

Chapoñan, V. (2016). Proyecto para la instalación de una planta procesadora de mermelada a partir de *camu camu* (*Myrciaria dubia*) para exportación. Tesis para

optar el título de Ingeniera Industrial. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial. Chiclayo, Perú.

Chiatchoua, C., y Porcayo, A.Y. (2017). Las MIPyMEs en el mundo: elementos para una redefinición. *Debate Económico No. 17*.

Comisión Europea. (2020). Una estrategia para la pymes en pro de una Europa sostenible y digital. Bruselas: COM.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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>.

González, P. (2019). La Fruta Bomba y sus propiedades medicinales. *Formulario Nacional de Medicamentos*.

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

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

Johnson, R.; Melicher, R., 2000. Administración Financiera. Quinta Edición. Compañía Editorial Continental. México.

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

Moya, D. P. (2021). ¿Conoces la importancia de las pymes?_ ¡Te la explicamos! Obtenido de: <https://www.gestionar-facil.com/importancia-de-las-pymes>.

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

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

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

Olivier, E. (2018). PyMEs_ ¿Qué Son yCuál Es Su Importancia?. Emprendedores y Negocios.

ONU. (2018). La ONU considera que las pymes son la espina dorsal de la economía y las mayores empleadoras del mundo. Violencia Machista.

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

Peters, E. D. (2004). Small and Medium-Size Enterprise in Mexico: Economía UNAM, 1.

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

Quirantes Hernández, A. (2016). Los Valores de la Fruta Bomba. CUBAHORA. *Primera revista digital de Cuba, Consultas médicas*.

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

Rodríguez, A. (2020). Las PYMES y la reforma del modelo cubano: ayúdame que yo te ayude. *El Estado como tal*.

Sánchez, L. (2020). Diseño preliminar de una mini-industria para la elaboración de mermelada de guayaba en el municipio Limonar. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Matanzas.

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

Torres, G.E. (2007). Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta procesadora de frutas amazónicas en el departamento del Putumayo. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Administrador de Empresas Agropecuarias. Universidad de La Salle, Bogotá D.C., Colombia.

Tovar, M.E. (2009). Diseño de plantas de proceso. Unidad 3: Estimación de costos en plantas químicas. Rescatado de artículos de la revista Ingeniería Química (I),(II), (III). Sept-Nov. 1991.

Turton, R., *et al.* (2018). Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes. 5th Edition. West Virginia: Ed. Prentice Hall. 1 549 p.

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

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

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

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

Westreicher, G. (2021). Economopedia. Obtenido de Pymes-Pequeñas y medianas empresas: <http://economipedia.com/definiciones/pymes.html>.

Yarbredy Vázquez, L.A. (2014). Importance of SMEs in the world. Recommendations for Cuba. *Revista cubana de economía INTERNACIONAL*, <http://www.rcei.uh.cu>.

Anexos

Anexo 1- Cantidades de ácido cítrico a añadir en dependencia del pH de la fruta.

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

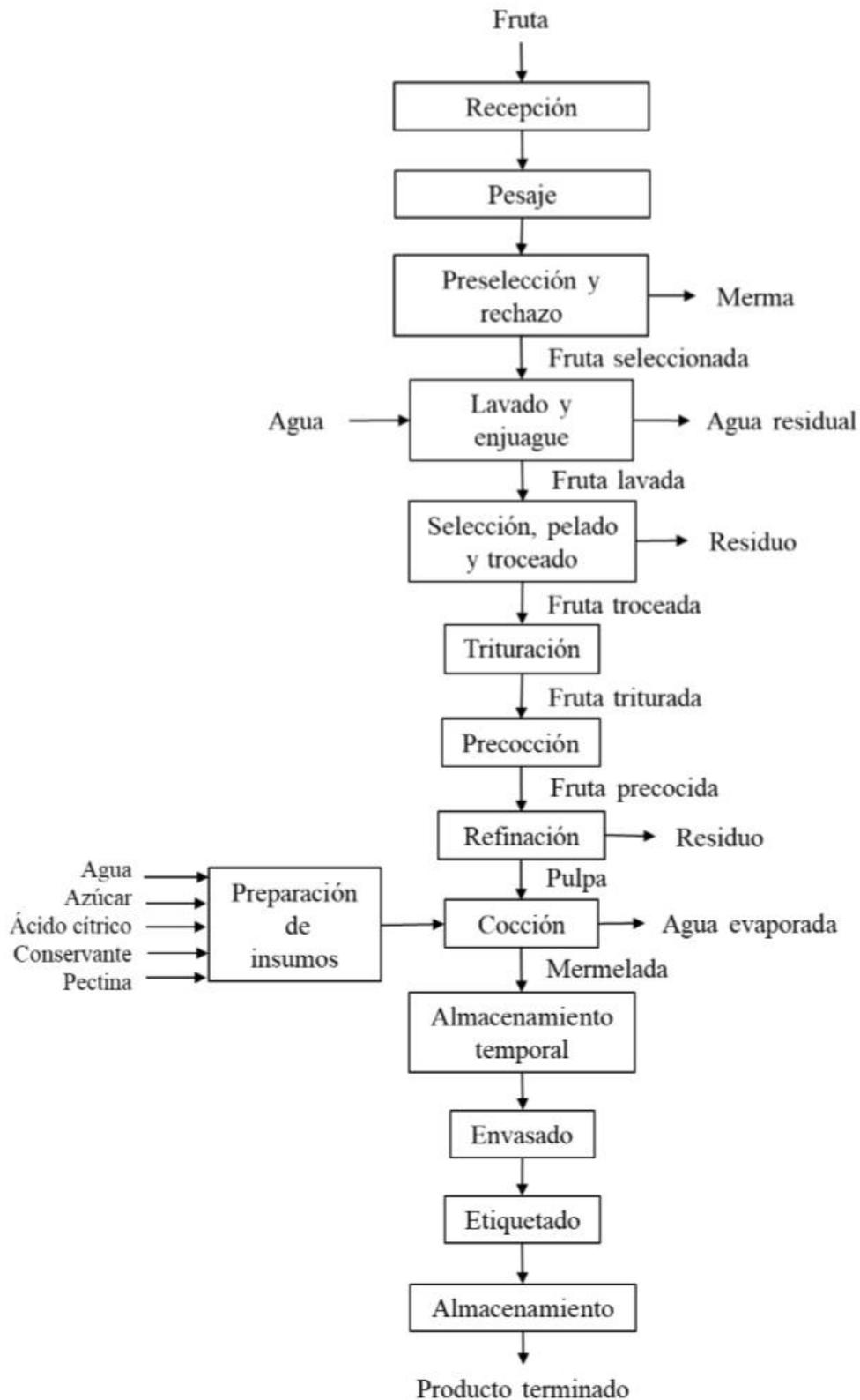
Fuente: Coronado e Hilario (2001)

Anexo 2- Factores de Lang para la estimación de la inversión en plantas químicas.

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

Fuente: Tovar (2009)

Anexo 3- Diagrama de bloques del proceso de elaboración de mermeladas de frutas.



Fuente: Rivero (2019)

Anexo 4- Resultados de los balances de masa.

Equipos	Flujos (kg/d)	Valor
Mesa de preselección	Fruta (F)	400
	Fruta seleccionada (FS)	400
	Merma (M)	-
Tina de lavado	Fruta lavada (FL)	400
	Agua de lavado (AL)	1200
Tina de enjuague	Fruta enjuagada (FE)	400
	Agua de enjuague (AE)	1200
Mesa de selección, pelado y troceado	Fruta pelada y troceada (FT)	352
	Residuo 1 (R1)	48
Molino triturador/deshuesador	Fruta triturada (FTr)	352
	Residuo 2 (R2)	-
Marmita de precocción	Fruta precocida (FP)	352
Molino refinador	Pulpa (P)	352
	Residuo 3 (R3)	-
Marmita de cocción	Jarabe (J)	459,01
	Azúcar (Az)	281,60
	Agua (A)	177,41
	Ácido cítrico (AC)	1,76
	Conservante (C)	0,18
	Pectina (Pec)	5,28
	Mermelada de fruta (MF)	667,85
	Agua evaporada (Aev)	150,37

Anexo 5- Resultados de los balances de energía.

Equipos	Parámetros	Valores	Unidades
Marmita de precocción	Calor específico de la fruta triturada (C_{pFr})	4,01	$\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$
	Temperatura de salida de la fruta (T_{FP})	77	$^{\circ}\text{C}$
	Temperatura de entrada de la fruta (T_{FTr})	25	$^{\circ}\text{C}$
	Temperatura media (T)	51	$^{\circ}\text{C}$
	Humedad de la fruta (X_w)	92	%
	Calor absorbido (Q_{abs})	73408,27	kJ/d
	Pérdidas de energía (%Per)	10	%
	Calor cedido (Q_{ced})	81564,74	kJ/d
Marmita de cocción	Calor específico de la mezcla (C_{pmz})	3,16	$\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$
	Calor de vaporización (λ_v)	2257	kJ/kg
	Temperatura de salida de la mermelada (T_{Me})	105	$^{\circ}\text{C}$
	Temperatura de entrada de la pulpa (T_P)	69	$^{\circ}\text{C}$
	Calor absorbido (Q_{abs})	432349,76	kJ/d
	Pérdidas de energía (%Per)	10	%
	Calor cedido (Q_{ced})	480388,62	kJ/d

Anexo 6- Equipos seleccionados, características y costo base.

Equipo	Características	Detalles	Material	Función	No. de unidades	Costo unitario (CUP)	Referencia
Tinas	1x1x1m Capacidad de 1 m ³	Azulejada por dentro y bordes	Concreto enchapado	Para lavar, enjuagar y enfriar	4	1275,19	Otero (2018)
Cisterna	Capacidad de 8 m ³	-	Concreto	Almacenamiento de aguas residuales	1	15178,45	
Mesa	Mesa con desnivel de 45° 1200x800x900 mm	División a 200 mm bordes para contención del producto	AISI 304	Varios trabajos	4	2628,6	VARONA (2017)
Molino triturador	Tipo: de martillo Consumo: 4 kW Capacidad: 250 kg/h Tamiz: 0,15 cm - 8 mm	Con kit de mallas de acero inoxidable	AISI 304	Triturar la fruta	1	50520	Fisher Agro – Perú (2019)
Marmita	Capacidad: 200 L	Con eje de volteo, agitador y tapa	AISI 304	Cocción y precocción	2	117178,8	NEGAVIM Del PRU (2019)
Tanque de almac. Temporal	Capacidad: 1m ³	-	AISI 304	Almacenar mermelada	1	2473,47	Bravo (2018)
Tanque de agua elevado	Capacidad: 8 m ³	-	Acero al carbono	Almacenamiento de agua	1	2968,16	Otero (2018)
Tanques plásticos	Capacidad: 65 L	-	Plástico	Preparación de insumos	3	113,7	

Anexo 7- Ficha técnica del molino seleccionado.

FICHA TECNICA 6 DESPULPADORA DE FRUTA PULP-100 DAM PULP - 250 AM

I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Máquina que despulpa las frutas de sus Pepas o semillas.

Manejo simple, menor consumo de energía máquina en acero inoxidable, operación y mantenimiento fáciles.

II. DATOS TÉCNICOS

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

III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

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

IV. RECOMENDACIONES

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

V. DONDE SE PUEDE COMPRAR

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



Fuente: Fisher Agro – Perú (2019)

Anexo 8- Ficha técnica de la marmita seleccionada.

FICHA TECNICA 11 MARMITA CON AGITADOR MRNP 250 IX

I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Máquina para preparación y formulación de alimentos tales como mermeladas, jaleas, néctares, de diversas frutas. Superficie totalmente compacta y elevada resistencia a choques y tensiones mecánicas.

Eje central como agitador con paletas batibles que giran a través del moto reductor de 2.0 HP eléctrico trifásico. Diseño de paleta en 3 niveles: un agitador para la base, otra para la parte central y otra paleta para la parte superficial. Marmita suspendido en estructuras laterales del tipo arco en acero comercial. Base inferior interna bombeado y base exterior convexa. Sistema de transmisión de energía adecuado para quemador a gas. (Incluye quemador a gas). Acabado sanitario según normas técnicas. Incluye tablero eléctrico de control con sus respectivas pirómetros y termocuplas.

II. DATOS TÉCNICOS

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

III. RECOMENDACIONES AL COMPRAR

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

IV. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Costo de electricidad S./hora	S/.0.60 por hora. Aprox. con tarifa BT5B (S/.0.40/kwh)
Repuestos que utiliza la máquina	Correas, cojinetes, etc.
Insumos para la máquina	Grasa para la máquina.
Mano de obra	1 persona; para cargado

V. DONDE SE PUEDE COMPRAR

Empresa que comercializa	NEGAVIM DEL PERU EIRL
Costo aproximado de la máquina	US \$ 5,300 + IGV
Garantía	1 año
Dirección tienda	Av. Principal Mz A Lte. 5 S.J.L - Lima Perú
Teléfonos.	Telefax: 511-386-1355
Dirección electrónica	informes@negavimdelperu.com ventas@negavimdelperu.com servicios@negavimdelperu.com administracion@negavimdelperu.com

Fuente: NEGAVIM DEL PERU (2019)

Anexo 9- Mesa de trabajo seleccionada.

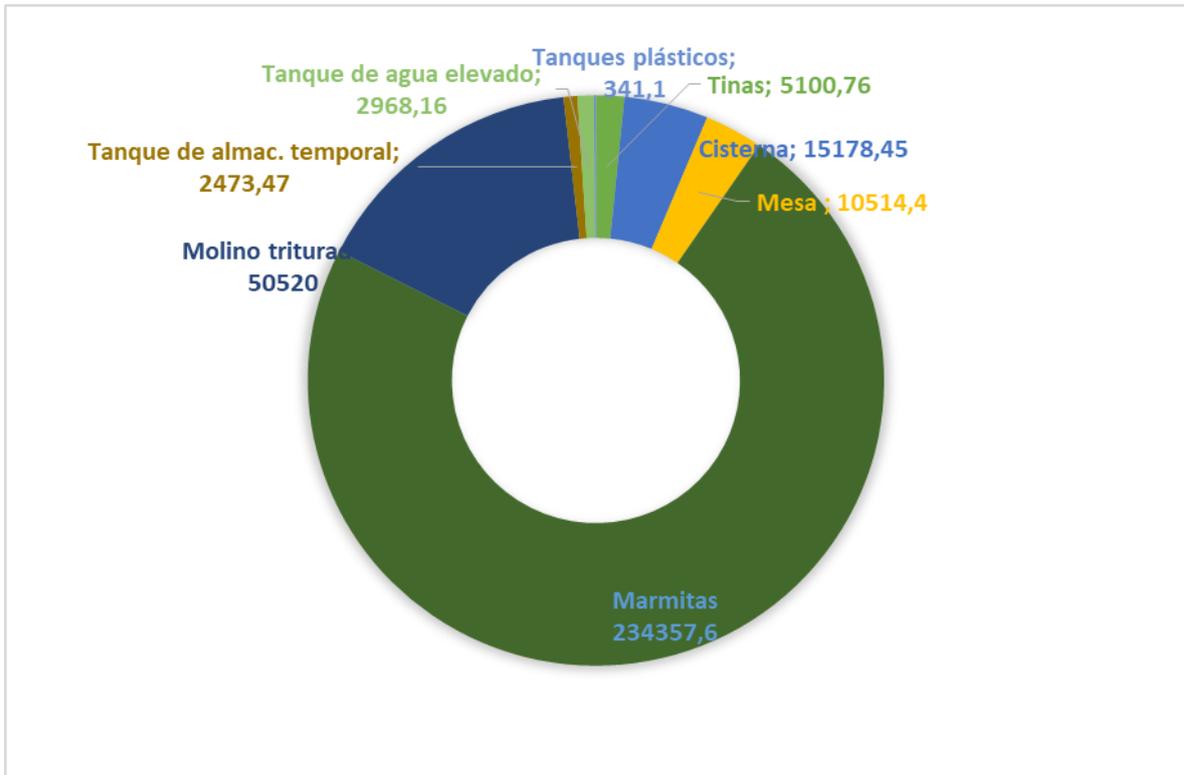


Fuente: VARONA (2017).

Anexo 10- Principales equipos.

Equipo	No. de unidades	Costo unitario (CUP)	Costo total (CUP)	Referencia
Tinas	4	1275,19	5100,76	Otero (2018)
Cisterna	1	15178,45	15174,38	
Mesa	4	2628,6	10514,4	VARONA (2017)
Marmita	2	117178,8	234357,6	NEGAVIM DEL PERU (2019)
Molino triturador	1	50520	50520	A.ALINAT(2019)
Tanque de almac. temporal	1	2473,47	2473,47	Bravo (2018)
Tanque de agua elevado	1	2968,16	2968,16	Otero (2018)
Tanques plásticos	3	113,7	341,1	

Anexo 11- Porcentaje que representa el costo de adquisición de los principales equipos con respecto al costo total.



Anexo 12-Datos para el cálculo del costo de materias primas y materiales de producción.

Materia Prima	Fruta Bomba	Cantidad necesaria (kg/a)	Costo (CUP/kg)	Referencia
		96000	6,52	Lizandra Fábrica
Materiales de la producción	Azúcar	281,60	7,74	Lizandra Fábrica
	Acido cítrico	1,76	1,6988	Lizandra Fábrica
	Pectina	5,28	2,2842	
	Conservante	0,18	23,568	

Anexo 13- Datos para la determinación del costo de utilidades.

Consumo de electricidad				
<i>Equipos</i>	<i>Potencia [kW]</i>	<i>No. de unidades</i>	<i>Tiempo de operación [h]</i>	<i>Consumo de energía [kWh]</i>
Molino triturador	1,49	1	1	0,76
Marmita	1,49	2	1	2,98
<i>Consumo diario [kWh]</i>				3,74
<i>Consumo mensual [kWh]</i>				89,76
<i>Consumo anual [kWh]</i>				897,6

Consumo de agua	Consumo (kg/a)
Lavado	1200,00
Enjuague	1200,00
Limpieza e higiene	4800,00
Total	7200,00
Total	1728,00

Costo de utilidades		
Utilidad	Costo unitario	Unidad de medida
Agua	2,8	CUP/m3
Electricidad	1,805	CUP/kWh

Anexo 14: Resultados de los cálculos de los costos de producción.

	Costos	Criterio	Referencia	Valores (CUP/a)
Costos variables	Materias primas (CMp)	-	-	625920,00
	Materiales de producción (CMprod)	-	-	2307,41
	Facilidades auxiliares (CFaux)	-	-	6458,57
	Embalaje (CEmb)	-	-	358638,68
Costos fijos	Mantenimiento o reparación (CMant)	2-3% anual de la inversión	Brizuela (1987)	18001,42
	Fuerza de trabajo (CFtrab)	Salario medio: 2800CUP/mes		3850,00
	Laboratorio (CLab)	10-20% de CFtrab	Brizuela (1987)	385,00
	Depreciación (Dep)	10% anual de la inversión	Turton (2018)	90007,10
	Suministros de operación (Csum)	15% de CMant	Brizuela (1987)	2700,21
	Generales (CGen)	50-70% de (CFtrab+CMant)		10925,71
	Administración o dirección (CAadm)	50-60% de CFtrab		1925,00

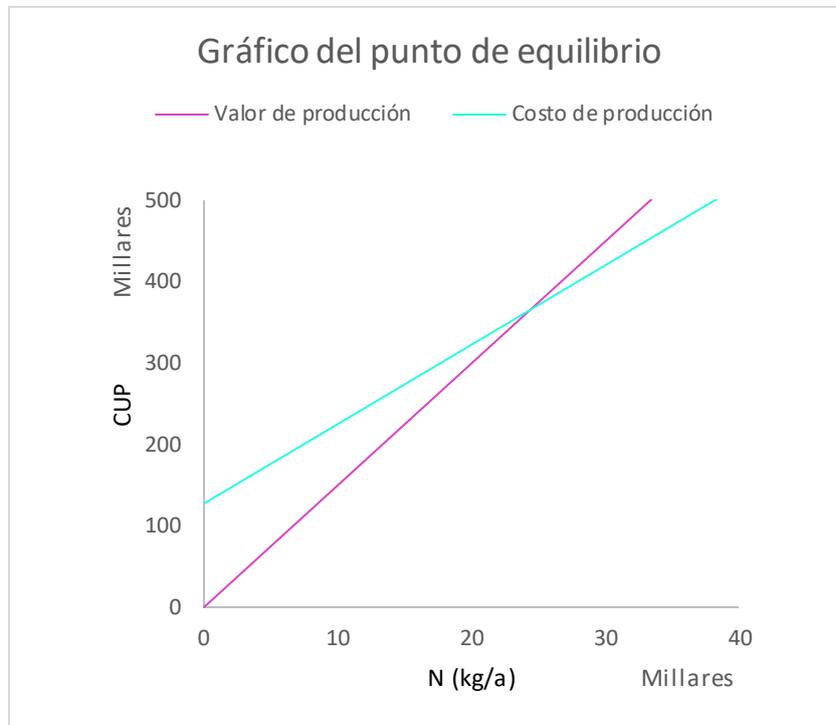
Anexo 15- Estructura de costos del proceso.



Anexo 16- Resultados de los indicadores económicos de la producción.

Indicadores	Valores	Unidades
Costos variables	993324,67	(CUP/a)
Costos fijos	127794,45	(CUP/a)
Costo de producción	1121119,11	(CUP/a)
Valor de la producción	1602839,04	(CUP/a)
Ganancia	481719,93	(CUP/a)
Costo unitario del producto	6,99	(CUP/kg)
Punto de equilibrio	33606,09	(kg/a)
Rentabilidad	42,97	%
Costo/peso	0,70	-

Anexo 17- Gráfico del punto de equilibrio.



Anexo 18: Parámetros evaluados por la metodología de Conesa (2010):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Anexo 19- Matriz de impacto ambiental

Componentes	Factor medio ambiente	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC
Atmósfera	Atmósfera	-	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2
Agua	Agua subterránea	-	1	2	1	2	2	1	1	1	2	4
	Agua superficial	-	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1
	Vegetación	-	1	1	1	2	2	1	1	4	4	4
	Fauna Acuática	-	1	1	1	2	2	1	4	1	4	2
Suelo	Superficie	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	2
	Subsuelo	-	1	4	4	1	2	2	1	4	1	1
Animales y plantas	Reproducción		1	4	4	1	1	1	4	1	1	1
	Supervivencia		1	1	2	2	1	1	4	1	2	1
Infraestructura	Viviendas		1	1	2	2	2	1	1	1	1	1
	Redes viales		1	2	4	2	2	1	2	2	2	1
	Paisajes	-	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1
Hombre	Salud	-	1	8	2	2	2	1	2	1	1	1
	Economía	-	2	2	2	2	2	1	4	1	2	8

