

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho del municipio EL Puente, tiene la iniciativa de buscar el mejoramiento de la calidad de vida con la generación de mayores ingresos a las familias de las comunidades Paicheñas, brindando valor agregado e incentivando a la producción de la fruta nativa de la región.

Expertos en la producción de tunas califican a esta planta como “una bendición de Dios” y una excelente opción para encarar los problemas generados por el cambio climático, se adapta desde los 400 hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar, a diferencia de los cultivos tradicionales, la tuna no es exigente en suelos ni requiere de mucha agua. (Sainz M. , 2018)

“La tuna (*Opuntia ficus indica*) perteneciente a la familia cactárea, es endémica del continente americano, se encuentra expandida en muchos países como Chile, Perú, Colombia, Argentina y Bolivia” (Avila, 2016. Pág. 1).

Según el censo agropecuario del Instituto Nacional de Estadística Bolivia INE (2013) y el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierra (MDRyT), la producción de tuna a nivel nacional en Bolivia en el año agrícola 2019 fue de 4047 toneladas métricas. En el departamento de Tarija la producción en el mismo año fue de 52,07 toneladas métricas, los municipios con mayor producción de tuna en el departamento de Tarija son; el municipio de Yunchará con una producción de 34,69 toneladas/año, en el municipio El Puente se tiene una superficie cultivada de 3,28 hectáreas de tuna y con una producción total de 12,23 toneladas/año.

Al no encontrar datos sobre la producción de tuna de los municipios del departamento de Tarija, se realiza el cálculo de producción anual en base al rendimiento promedio de 3,73 toneladas/hectarea y la superficie sembrada en hectareas de acuerdo a los datos obtenidos del INE. Los resultados se muestran en la tabla 1.1.

Tabla 1.1*Producción anual de tuna en los municipios del departamento de Tarija*

Municipio*	Superficie sembrada* (Hectárea)	Producción	
		Toneladas	(kg)
Cercado	0,38	1,42	1420
Yacuiba	0,75	2,80	2800
Entre Rios	0,25	0,93	930
Puente	3,28	12,23	12230
Yunchará	9,30	34,69	34690
Total	13,96	52,07	52070

Fuente: Elaboración propia; INE, 2013*

El distrito de Paicho está ubicado en el municipio El Puente de la segunda sección de la Provincia Méndez, es un valle conocido por sus frutas frescas y orgánicas especialmente los duraznos, se destaca las variedades rosado, blanco, amarillo, ulancate blanco y los friscos (durazno de partir), el segundo cultivo en importancia es la nuez de variedad criolla, pocos son los productores que se dedican a la producción de tuna, sin embargo, en los últimos años la producción fue en aumento, ya que los mismos agricultores se dieron cuenta que la producción de tuna es una buena alternativa para enfrentar los cambios climáticos que enfrenta la zona.

“Las mermeladas y jaleas forman parte de la canasta familiar al mantener una participación significativa en el gasto familiar y presentarse como otro componente necesario para la alimentación de las familias y contribuir con la nutrición de los niños” (Torrez, 2019. Pág. 39).

Las familias Paicheñas tienen la costumbre desde tiempos remotos de elaborar mermeladas caseras de durazno y consumirlas con panes y galletas. Por lo cual se quiere mantener las tradiciones y ofrecer un nuevo producto a partir de tuna como es mermelada y jalea de mejor manera, elaborado a partir de materia prima producida en la zona.

Según Torrez, (2019) “en Bolivia existe un gran mercado para las mermeladas y jaleas de frutas” (Pág.39). Pero no existe un producto con las características de mermelada y

jalea de tuna, un producto innovador en el mercado local, siendo una manera de consumir este fruto orgánico producido en las regiones semiáridas y áridas de Bolivia.

1.2 Justificación

- El presente trabajo tiene como finalidad de implementar una planta piloto de producción de mermelada y jalea a partir de la tuna en el distrito de Paicho, donde se pretende transformar la materia prima (tuna) en nuevos productos terminados (mermelada y jalea), con el fin de generar mayor valor agregado y prolongar el tiempo de vida útil de la tuna. Así mismo, se podría aprovechar la planta para la transformación de otras frutas estacionales de la zona, para coadyuvar a las familias Paicheñas a elaborar mermeladas y jaleas utilizando tecnología adecuada para generar fuente de ingresos económicos para los habitantes de la zona.
- Con la implementación de la planta piloto los productores de tuna, se podrán beneficiar directamente mejorando e incentivando la producción orgánica en la zona productora de Paicho, logrando así aprovechar al máximo la producción de tuna. con el fin de incrementar el rendimiento de los cultivos de tuna.
- El valle de Paicho, se caracteriza por ser una región productora de duraznos y otras frutas orgánicas, entre ellos está la tuna, al implementar la planta piloto se busca crear un pequeño polo de desarrollo económico para las comunidades rurales del distrito de Paicho; en tal, virtud se pretende mejorar el aspecto económico y productivo de los pobladores de la zona, promoviendo nuevas fuentes de trabajo; y así contribuir a disminuir el desempleo, evitando la migración de los habitantes de las comunidades hacia el interior y exterior del país.

1.3 Objetivos

Con el presente trabajo de ingeniería de proyecto para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho del municipio El Puente, se pretende alcanzar los siguientes objetivos.

1.3.1 Objetivo general

Implementar una planta piloto procesadora de tuna, aplicando los conceptos de ingeniería de proyecto, con el fin de incrementar el consumo y aprovechamiento de la tuna a través de la generación de valor agregado con la producción de mermelada y jalea en el distrito de Paicho del municipio El Puente.

1.3.2 Objetivos específicos

- Elaborar los diagramas de flujo para determinar la secuencia del proceso a ser aplicado en la elaboración de mermelada y jalea de tuna.
- Realizar el balance de materia de cada uno de los procesos productivos con la finalidad de determinar los requerimientos de materia prima e insumos.
- Determinar la capacidad de producción de la planta piloto procesadora de tuna en función de la disponibilidad de materia prima para la obtención de mermelada y jalea de tuna.
- Elaborar el layout de equipos con la finalidad de establecer la distribución en planta de maquinaria y equipos de procesamiento de mermelada y jalea de tuna.
- Determinar los costos de inversión fija y costos variables de producción para fijar el capital de inversión requerida y capital de operación para poner en funcionamiento la planta piloto procesadora de tuna.

1.4 Análisis de involucrados para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 1.2, muestra el análisis de involucrados mostrando grupos estratégicos que tienen relación directa o indirecta para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.

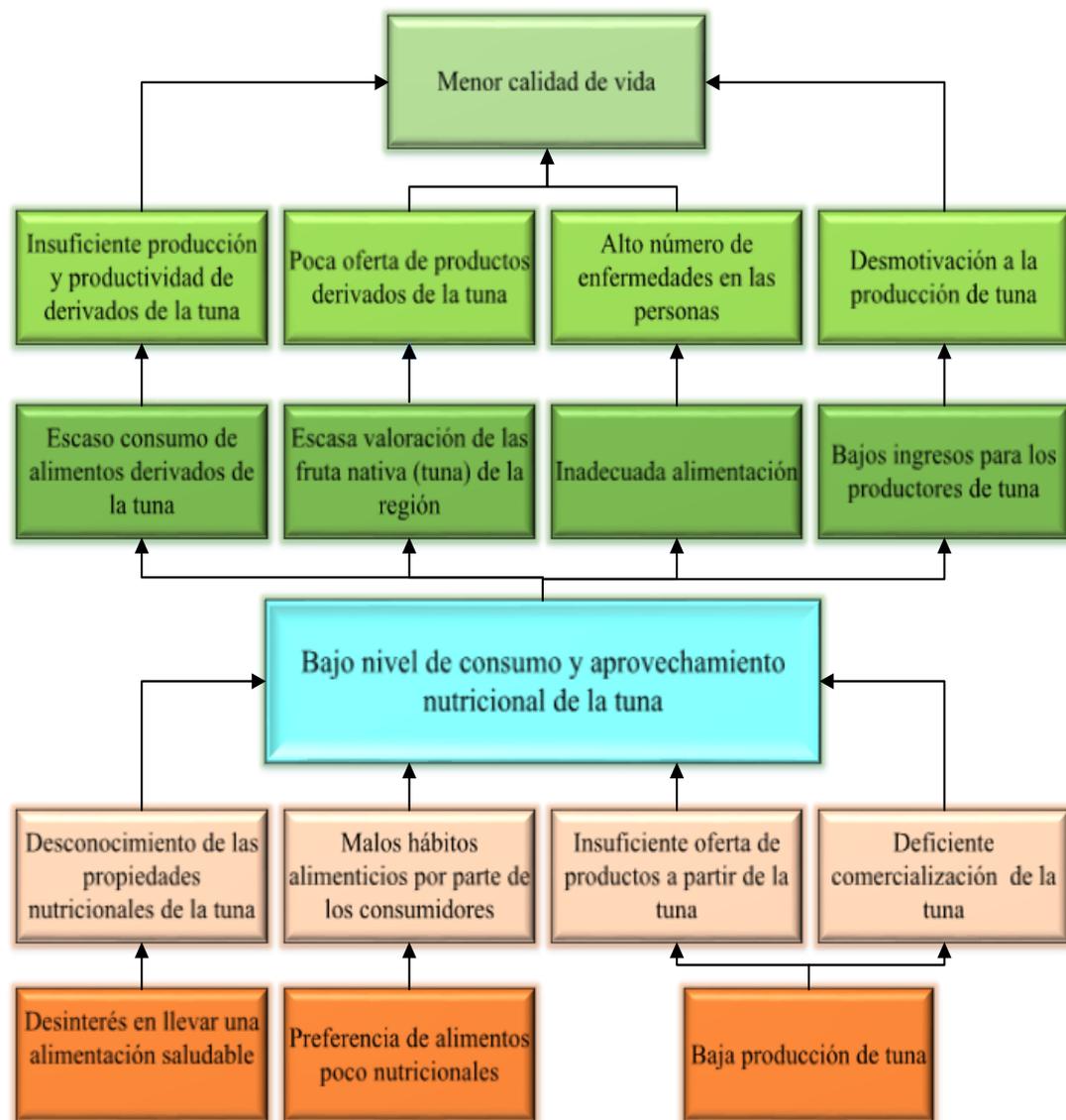
Tabla 1.2***Análisis de involucrados para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna***

Grupos	Intereses	Problemas percibidos	Recursos y mandatos	Conflictos potenciales
Municipio	Apoyar la producción y mejoramiento económico para la región	Falta de desarrollo agroindustrial en la región	Facilitar financiamiento económico	Las empresas locales de la región
Proveedores de tuna	Entrega y venta de tuna, generar mayores ingresos económicos para los proveedores	Bajo aprovechamiento de la tuna	Aumentar la producción del cultivo orgánico de tuna	El municipio y la empresa transformadora de tuna, por el poco apoyo a los productores
SENASAG	Controlar que la empresa tenga registro sanitario	Trámite de registro sanitario	Control de cumplimiento a las normas de SENASAG	Planta productora de mermelada y jalea
SEDES	Control y seguimiento a los operadores de la empresa que tenga Carnet Sanitario	Personal no cuenta con carnet sanitario de salud	Control del cumplimiento a las normativas del SEDES	La planta procesadora de tuna
Consumidores de mermeladas y jaleas	Adquirir un producto nutritivo económico y de calidad	Alimentos no nutritivos, poco saludables y de precios elevados	Colocación de reclamos para adquirir alimentos saludables	La planta procesadora de tuna

Fuente: Elaboración propia

1.5 Árbol de problemas para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna

La figura 1.1, muestra el árbol de problemas para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.

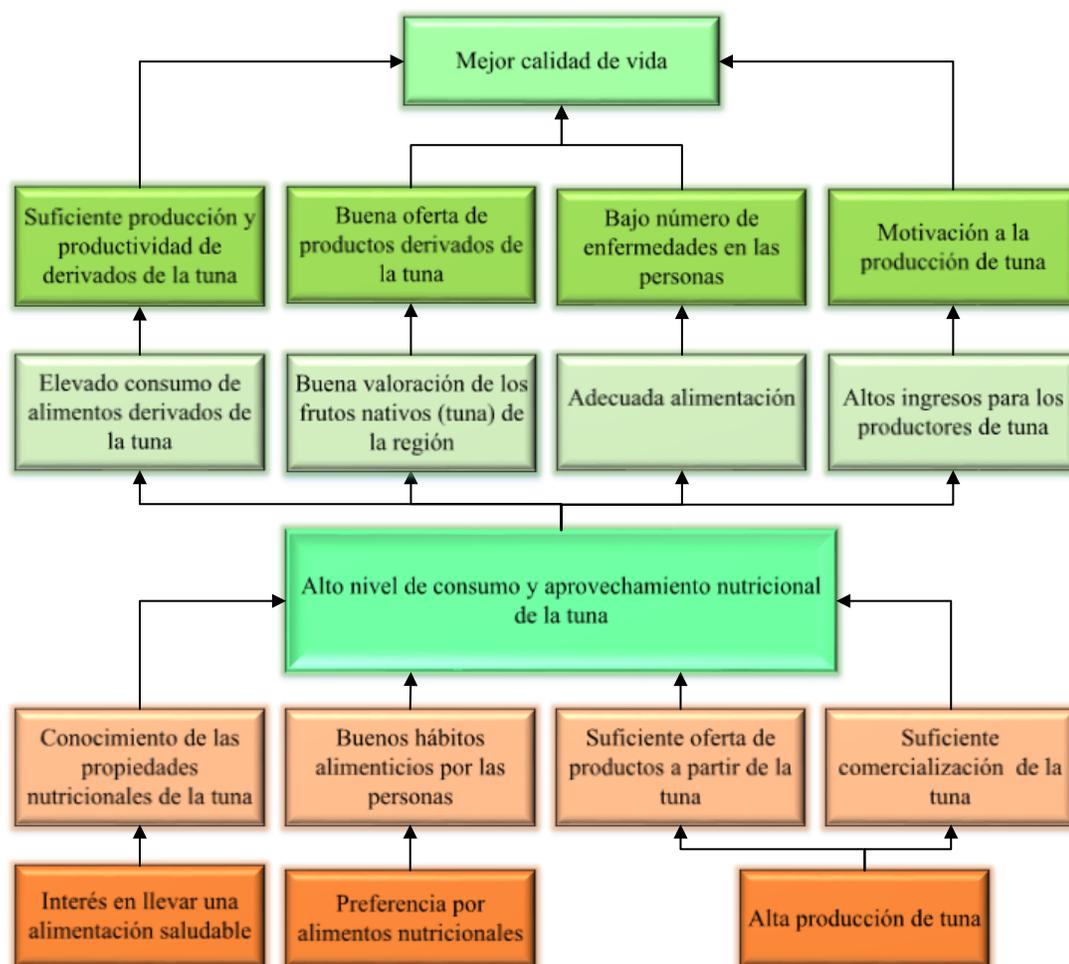


Fuente: Elaboración propia

Figura 1.1 Árbol de problemas para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho.

1.6 Árbol de objetivos para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna

La figura 1.2, muestra el árbol de objetivos para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1.2 Árbol de objetivos para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho

1.7 Marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho

La tabla 1.3 (a) y 1.3 (b), muestran la matriz de marco lógico para la implementación de la planta procesadora de mermelada y jalea de tuna en el distrito de Paicho, proporcionando las pautas para el desarrollo, seguimiento y evaluación del presente trabajo.

Tabla 1.3 (a)
Matriz de marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna

	Resumen narrativo	Indicadores	Verificadores	Supuestos
Fin	Mejor calidad de vida de los productores y consumidores de tuna y sus derivados	Disponer de productos alimenticios derivados de tuna, seguros y nutritivos.	Registros de ventas de materia prima y derivados de la tuna.	La población consume los productos derivados de tuna.
Propósito	Alto consumo y aprovechamiento de la tuna, a través de la generación de valor agregado de la misma	La cantidad de producción de tuna aumentara en cierto porcentaje	Registro de la cantidad de producción de tuna	Aceptación de los productos derivados de tuna en el mercado
Componentes	1.- Aplicación de los conceptos de ingeniería de proyectos para la obtención de mermelada y jalea de tuna	Cantidad de materia prima a ser procesada en la planta piloto por día.	Registro sobre la capacidad de producción de la planta piloto.	El tamaño de la planta es el adecuado de acuerdo a la disponibilidad de tuna en Paicho.
	2.- Implementación de planta piloto procesadora de tuna en distrito de Paicho	Secuencia de los procesos óptimos de elaboración, balance de materia de cada proceso.	Documento de descripción de los procesos de producción y requerimiento de materia prima e insumos.	El proceso adecuado permite obtener productos de calidad.
	3.- Mejorar las condiciones de transformación de mermelada y jalea de tuna en la zona de Paicho	Certificación y mejora continua de productos de calidad	Documento sobre el control y seguimiento de calidad	Cooperación por parte de las familias productoras

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.3 (b)

Matriz de marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna

	Resumen narrativo	Indicadores	Verificadores	Supuestos
Actividades	Componente 1			
	Determinar el tamaño de la planta piloto procesadora de tuna.	Cantidad de materia prima a procesar por día.	Documento con información acerca de la capacidad de producción de la planta piloto	El tamaño de la planta es adecuado a cerca de la capacidad de la disponibilidad de tuna.
	Definir el proceso óptimo para la elaboración de mermelada y jalea de tuna	Secuencia de los procesos de elaboración, balance de materia de cada proceso	Documento de descripción de los procesos de producción y requerimiento de materia prima e insumos	El proceso adecuado permite obtener productos de calidad
	Componente 2			
	Diseño de una línea de producción	Disposición adecuada de maquinaria, equipos y materiales	Plano de distribución general en planta	Se tiene una línea de producción adecuada para el procesamiento
	Establecer los requerimientos de maquinaria, equipamiento, personal y servicios básicos	Nivel de avance de la recopilación de especificaciones técnicas de maquinaria y equipamiento	Documento de información de especificaciones del equipamiento, requerimiento del personal y servicios básicos	Los requerimientos y distribución de áreas, equipamiento y servicios básicos son adecuados para el buen funcionamiento de la planta piloto
	Determinar los costos de inversión de la ingeniería de proyecto y el costo de producción	Costos de inversión fija y costos de producción para la obtención de mermelada y jalea de tuna	Documento del detalle de los costos de inversión y producción de la planta	El capital de inversión y el costo unitario de los productos son aceptables
	Componente 3			
Elaborar mermeladas utilizando la tecnología	La calidad de vida de productores y agricultores se incrementa	Registro de ventas	Condiciones sociales de los productores son relativamente estables	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de mermelada

Según lo establecido por el Codex Alimentarius, la mermelada “es el producto preparado por cocimiento de fruta(s) entera(s), en trozos o machacadas mezcladas con productos alimentarios que confieren un sabor dulce hasta obtener un producto semilíquido o espeso/viscoso” (Alinormas, 2009. Pág. 1).

La mermelada también es definida como el producto obtenido por la concentración de la pulpa, con cantidades adecuadas de azúcar, pectina y ácido, hasta alcanzar los grados Brix suficientes para que ocurra la gelificación durante el enfriamiento. Este producto debe caracterizarse por una buena consistencia, es decir, presentar un cuerpo pastoso pero no duro. (Suarez, 2017)

Según Folleco (2013) la mermelada de tuna es un producto de consistencia pastosa que se obtiene por la concentración de la pulpa de tuna, este producto se caracteriza por la buena consistencia, es decir, presenta un cuerpo pastoso pero no duro, además la conservación de sus nutrientes. Las expectativas son buenas, puesto que los consumidores tienden a buscar nuevas opciones, nuevas presentaciones y sabores, además de la búsqueda incansante por productos más sanos y nutritivos.

2.2 Definición de jalea

Según el Codex Alimentarius, la jalea es el producto preparado con el zumo (jugo) y/o extractos acuosos de una o más frutas, mezclado con productos alimentarios que confieren un sabor dulce, con o sin la adición de agua y elaborado hasta adquirir una consistencia gelatinosa semisólida. (Alinormas, 2009. Pág. 1)

Pávlovich (2012) define, “son conservas fluidas y transparentes, elaboradas con azúcar y zumo concentrado de fruta. Son mucho más delicadas que las mermeladas, las jaleas más sabrosas se obtienen con la fruta que contiene abundante pectina” (Pág. 10).

Las jaleas son productos preparados con el jugo de frutas, el cual después de tamizado o filtrado se agrega azúcar y se le concentra por ebullición hasta obtener su gelificación.

Una buena jalea tiene color atractivo, es clara, brillante y transparente, de color y aspecto atractivo que extraída del envase debe vibrar en vez de fluir. (Guevara, 2015)

2.3 Beneficios de las mermeladas y jaleas

Las mermeladas y jaleas son alimentos con gran aporte energético para el organismo. A pesar de no aportar grasas, sí aportan glucosa, útil para responder en momentos de alta actividad. Ahí se justifica su bondad para comenzar la jornada con fuerza o para comer en momentos en los que necesitaremos energía para realizar actividades que requieran de algún tipo de esfuerzo físico. (Delgado, 2010)

Delgado (2010) indicó que las altas cantidades de fibra que presenta la mermelada nos ayudará a mantener un tránsito intestinal correcto y un organismo libre de toxinas. Además de mejorar la absorción de las grasas en los alimentos. Junto a esto a esto hay que destacar el aporte vitamínico de estos alimentos, muchas veces, debido a los cambios químicos que se llevan a cabo para la obtención de mermelada se suelen perder algunas propiedades y el aporte vitamínico de las frutas, pero algunas perduran y nos servirán, al igual que el aporte mineral que seguirá estando y recargando los electrolitos del organismo para mantener un buen estado orgánico. Por ello las jaleas y mermeladas son un buen alimento para épocas en las que no encontramos determinadas frutas o como acompañamiento o postre en algunas comidas.

2.4 Clasificación de las mermeladas

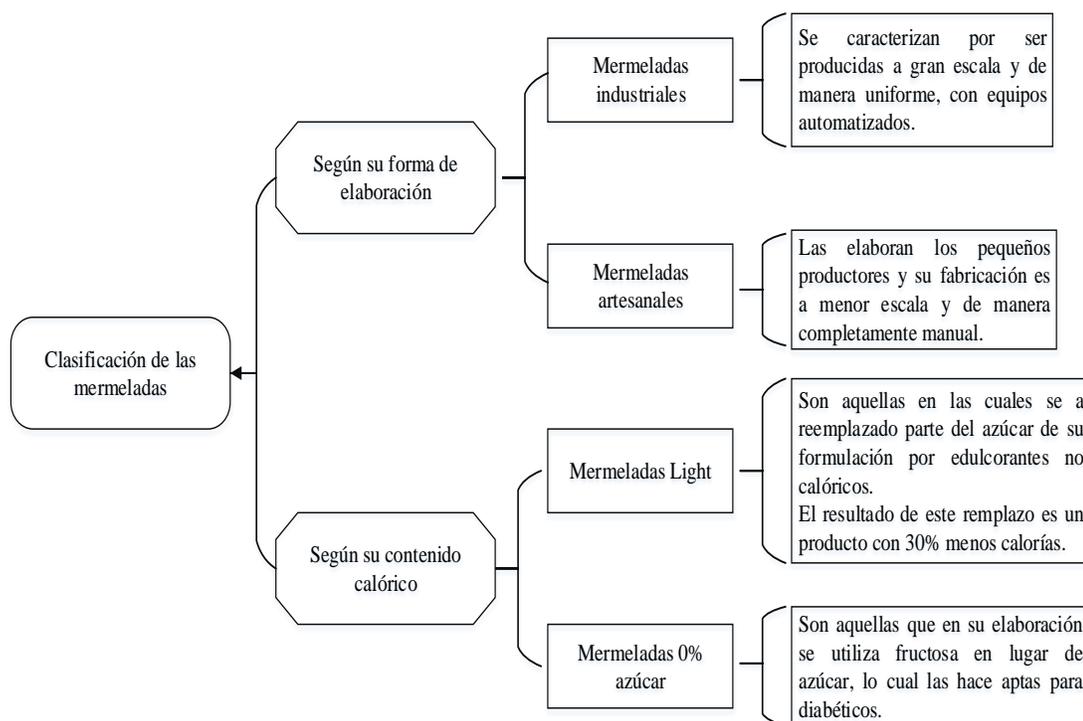
Existen mermeladas de diferentes tipos de frutas: ciruela, manzana, fresa, plátano, arándano, mora, cereza, naranja, limón, membrillo, melocotón, albaricoque, y un sinnúmero de frutas más. Aunque la fruta es el componente básico, algunas mermeladas también se pueden elaborar con hortalizas, como el tomate y la zanahoria. (Arias, 2014)

“Además existen mermeladas de bajas calorías, mermeladas sin TACC (aptas para celíacos) y mermeladas veganas” (Copyright, 2016).

Según Loria (2014) las mermeladas se pueden clasificar de acuerdo a lo siguiente:

- **Según su forma de elaboración:** mermeladas industriales y mermeladas artesanales. Cuya distinción no solo tiene que ver con el volumen producido sino con el proceso tecnológico de elaboración que llevan a cabo.
- **Por su contenido bajo en calorías y libres de azúcar:** mermeladas light y mermeladas sin azúcar.

La figura 2.1, muestra las clasificaciones más comunes según su forma de elaboración y su contenido calórico.



Fuente: Loria, 2014

Figura 2.1 Clasificación de las mermeladas según su forma de elaboración y su contenido calórico.

2.5 Composición nutricional de la mermelada de tuna

Folleco (2013) indicó que la mermelada de tuna contiene vitamina C, B y A, y otras vitaminas como la tiamina, riboflavina y niacina. Es baja en grasas, y buena fuente de minerales esenciales como: calcio, fósforo, potasio, hierro, selenio, cobre, zinc, sodio y magnesio. Contiene también proteínas y carbohidratos. Tiene baja acidez y alto pH.

La tabla 2.1, muestra la composición nutricional de la mermelada de tuna, variedad verde cristalina. La cantidad de los componentes nutricionales en base a 100g de mermelada.

Tabla 2.1

Composición nutricional de la mermelada de tuna, variedad verde cristalina

Componentes	Unidad	Cantidad
Cenizas	mg	0,63
Proteínas	mg	0,70
Fibra	mg	0,61
Grasas totales	mg	0,18
Grasa saturadas	mg	0,00
Carbohidratos	mg	68,00
Cenizas	mg	0,63
Vitamina C	mg	17,60
Sodio	mg	8,50
Calcio	mg	120,00
Potasio	mg	146,34
Fósforo	mg	9,45
Humedad	mg	29,89

Fuente: Paucara, 2017

2.6 Características sensoriales de la mermelada

Según el Codex Alimentarius (2009) en general las mermeladas deben cumplir con características sensoriales donde el producto final debe tener:

- El color, olor y sabor, deben ser los característicos de la fruta procesada.
- Consistencia: cuerpo pastoso, gelatinosa, firme y esparcible.
- Apariencia: libre de materias extrañas, defectuosos y con los componentes uniformemente distribuidos.
- En el caso de la jalea, el producto deberá ser suficientemente claro o transparente.

2.7 Características sensoriales de jalea

Escobar, (2012) menciona que una buena jalea debe ser clara, brillante y traslúcida. Tener un buen color. Destacarse por el sabor y aroma de la fruta que se utilice para su

elaboración, para que sea reconocida. Su sabor debe ser distinguible y su perfume apetecible. Debe quedar firme y mantener su forma al volcarla de la olla. Temblar al moverse, pero no romperse. Ser tierna al cortarse. No estar ni pegajosa, ni gomosa, ni dura. No deben estar ni muy verdes ni muy maduras.

2.8 Usos y aplicaciones de la mermelada y jalea de tuna

Gartzia & Caors (2014) indicó que este tipo de conservas tienen una amplia gama de aplicaciones aunque, en general, el consumo de mermeladas y jaleas de frutas se circunscribe al ámbito del desayuno en tostadas de pan, tortitas o crepes, también se pueden encontrar otros usos, los siguientes son algunos de ellos:

- **Gastronómicos:** tienen un hueco en la cocina salada, donde aparecen en muchísimas salsas, guarniciones de platos de caza con cualquier tipo de carne cerdo y aves, al utilizar la mermelada con paté se podrá contrarrestar un poco el sabor graso, con quesos y ensaladas, combinada con pescado aunque esta combinación no es muy utilizada. Se puede combinar con sabores cítricos.
- **Repostería:** según Ibañez (2012) “las mermeladas y jaleas se las puede utilizar en rellenos, adornos, coberturas y salsas, pueden elevar a la quinta potencia el bizcocho más humilde o la magdalena más seca” (Pág. 38).
- **Hogar:** Roman (2016) enunció que “en los últimos tiempos la mermelada de todo tipo de sabores han sido tomadas en cuenta en la canasta básica del hogar, ya que en la mayoría de veces lo encontramos para complementar un desayuno ideal y en las meriendas” (Pág. 1).

Las jaleas más sabrosas se obtienen con la fruta que contiene abundante pectina. Se utilizan principalmente como postre o para la preparación de tartas de hojaldre; la jalea impide que la base de hojaldre se reblandezca con la crema o la mermelada del relleno y hace que el mazapán se adhiera mucho mejor. (Pavlovich, 2012)

2.9 Defectos en la elaboración de mermeladas

En la elaboración de mermeladas pueden presentarse algunos defectos en el producto y para determinar las causas de los mismos, es necesario comprobar el contenido de sólidos solubles (°Brix), pH, color y sabor. En la tabla 2.2, se observa los principales defectos en la elaboración de mermelada.

Tabla 2.2

Principales defectos en la elaboración de mermeladas

Defecto	Causa
Cristalización	<ul style="list-style-type: none"> - Elevada cantidad de azúcar. - Acidez elevada que ocasiona alta inversión de los azúcares, dando lugar a la granulación de la mermelada. - Acidez demasiado baja que origina la cristalización de la sacarosa. - Exceso de cocción que da una inversión excesiva.
Cambios de color	<ul style="list-style-type: none"> - Cocción prolongada, da lugar a la caramelización del azúcar. - Deficiente enfriamiento después del envasado. - Contaminación con metales: el estaño y el hierro y sus sales pueden originar un color oscuro.
Crecimiento de hongos y levaduras en la superficie	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad excesiva en el almacenamiento. - Envases poco herméticos. - Bajo contenido de sólidos solubles del producto. - Contaminación debido a la mala esterilización de envases y de las tapas utilizadas. - Sinéresis de la mermelada. - Llenado de los envases a temperatura demasiado baja, menor a 85°C. - Llenado de los envases a temperatura demasiado alta, mayor a 90°C.
Mermelada floja o poco firme	<ul style="list-style-type: none"> - Cocción prolongada (hidrólisis de la pectina). - Acidez elevada. - Elevada cantidad de azúcar en relación a la cantidad de pectina. - Excesivo enfriamiento, origina la ruptura de gel durante el envasado.
El agua atrapada es exudada, produciendo compresión de gel	<ul style="list-style-type: none"> - Acidez demasiado elevada. - Deficiencia en pectina. - Exceso de azúcar invertido. - Concentración deficiente, exceso de agua.

Fuente: Coronado & Hilario, 2000

2.10 Defectos en la elaboración de jaleas

En la tabla 2.3, se observan los defectos en la elaboración de jalea.

Tabla 2.3

Principales defectos en la elaboración de jaleas

Defecto	Causa
Jaleas siruposas que expelen cierta cantidad de almibar	- Exceso de acidez
Jaleas ligosas	- Falta de azúcar - Exceso de concentración
Jaleas que no gelifican	- Mala relación entre pectina, azúcar y ácido. - Exceso o deficiencia de concentración - Demaciado agua - Cocción lenta
Turbidez	- Mala filtración

Fuente: Ferreira, 2015

2.11 Descripción de la materia prima para la obtención de mermelada y jalea

La materia prima que se empleara en la planta piloto para la obtención de mermelada y jalea es la tuna de variedad verde cristalina, producida en las comunidades rurales de Paicho y el azúcar blanco de caña.

2.11.1 Tuna

“La tuna es una fruta nativa de América y proviene directamente del nopal, pero lo que pocos saben es que puede ser uno de los remedios naturales más efectivos para tratar diversos problemas de salud” (Carrasco, 2019).

Según Arias (2014) “la tuna es un fruto jugoso y dulce de una variedad de cactus, florece en los suelos semidesérticos. La planta tiene hojas similares a una raqueta de tenis, cubiertas por diminutas espinas” (Pág. 17).

Sainz (2018) establece que la tuna es una planta “mágica, noble y fuerte”, ya que se desarrolla en cualquier condición climática y no es exigente en agua ni suelo. Indica que a diferencia de los cultivos tradicionales, la tuna no requiere de grandes cuidados de parte del agricultor.

Vizcarra (2017), menciona que la tuna es una baya polisperma de forma ovoide alargada esférica de color verde y toma diferentes colores cuando madura, los frutos son comestibles, agradables y dulces. El fruto está compuesto por una cáscara gruesa y espinosa, la pulpa es gelatinosa y contiene numerosas semillas, sus dimensiones y coloración varían según la especie; presentan espinas finas y frágiles de 2 a 3 mm de longitud; el fruto maduro tiene diferentes diámetros entre 5,5 y 7 cm, una longitud de 5 a 11 cm y un peso variable entre 43 y 220 g.

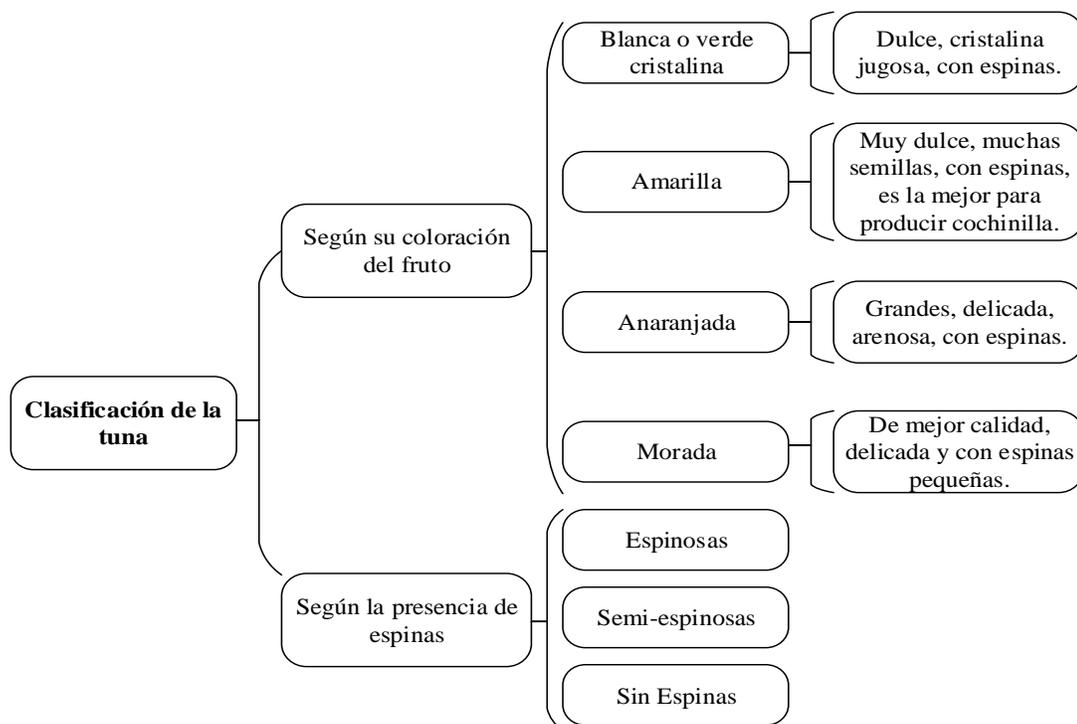
En España se la conoce como “Higo chumbo”, en Perú y Bolivia se le llama “Tuna” y en México como “Nopal”; al fruto si es dulce se conoce como tuna y si es de sabor agrio o ácido se conoce como xoconostle. Este fruto lleno de pepitas se produce en países como Argentina, Bolivia, Colombia, Chile, Venezuela, México, Uruguay, Perú, España, Israel, China, Sudáfrica, Italia y Estados Unidos. (Azafran, 2020)

2.11.1.1 Clasificación de la tuna

De acuerdo a Saenz (2006) “las características de estas especies son variables, diferenciándose en la forma de los cladodios, en la presencia o ausencia de espinas, en el tamaño y color de los frutos y en otras características botánicas”.

En Bolivia se cultivan dos tipos de tunas: las de colores (amarillo, naranja, roja y morada) y las verdes. Sin embargo, no muchas personas saben acerca de las diferencias que tienen estas. Todas son comestibles, pero no todas tienen buen sabor; las tunas más dulces son las de color naranja rojiza en su piel y la pulpa o interior es violeta intenso. (Azafran, 2020)

Según Folleco (2013) las tunas se clasifican especialmente por su coloración y por la presencia o ausencia de espinas. La figura 2.2, muestra la clasificación de la tuna según su coloración y presencia de espinas, mostrando sus principales características.



Fuente: Folleco, 2013

Figura 2.2 Clasificación de la tuna

La figura 2.3, muestra algunas de las variedades de tuna que se producen en Bolivia.



Fuente: Castro et al., 2009

Figura 2.3 Variedades de tunas

Con referencia a las variedades que se cultivan en el distrito de Paicho del municipio El Puente, se tiene principalmente la tuna verde o blanca cristalina y en menor cantidad se cultiva la variedad de color anaranjado.

La variedad verde cristalina, con un tiempo menor de maduración, se considera de excelente calidad. Por eso, es una de la más demandadas en el mercado para el consumo y los usos culinarios, ya que al ser brillantes y crocantes ofrecen más alternativas de preparación en la cocina. (Azafran, 2020). La figura 2.4, muestra la variedad de tuna verde cristalina que se producen en las comunidades de Paicho.



Fuente: Elaboracion propia

Figura 2.4 Variedad de tuna verde cristalina

La tuna verde, asimismo, contiene betalaínas. En las variedades de roja y morada contiene más nivel de betalaínas que en las blancas y amarillo-anaranjado. Sus valores también varían dependiendo de cuán madura esté al consumirla y las condiciones en que se cultivan. (Azafran, 2020)

2.11.1.2 Clasificación taxonómica de la tuna

En la tabla 2.4, se observa la clasificación taxonómica de la tuna.

Tabla 2.4

Clasificación taxonómica de la tuna

Categoría	Taxón
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Cactaceae
Género	Opuntia
Tribu	Opuntiae
Especie	Opuntia ficus-indica (L.)

Fuente: Saenz, 2006

2.11.1.3 Características fisicoquímicas de la tuna

Dentro de la composición química del fruto de tuna, se debe mencionar inicialmente el alto contenido de agua, que es del orden del (85 al 90) %. Entre los minerales que contiene, los principales son el calcio, potasio, sodio y pequeñas cantidades de hierro, aluminio, y magnesio, entre algunos otros (La tuna es considerado como una buena fuente de calcio, ya que en 100g hay cerca de 80 miligramos de este mineral). La tuna contiene, también, en varias proporciones, diferentes glúcidos o carbohidratos y componentes nitrogenados. (Castro et al., 2009)

Según Paucara (2017), el valor calórico de su pulpa varía entre 31-50 Kcal/100g, comparable con el de otros frutos como la pera, la manzana, el durazno y la naranja. El contenido total de aminoácidos libres (257,24 mg/100 g) es mayor que el promedio de otros frutos. La tuna presenta un alto nivel de ácido ascórbico que puede llegar a valores de 40 mg/100 g (contenido mayor que el de la manzana, pera, uva y plátano). La tabla 2.5, muestra la composición fisicoquímica por 100g de tuna de porción comestible.

Tabla 2.5

Composición fisicoquímica de la tuna

Componentes	Unidad	Cantidad
Calorías	Kcal	31-50
Humedad	%	90,60
Carbohidratos	g	8,00
Ceniza	g	0,40
Fibra	g	0,50
Proteína	g	0,50
Calcio	mg	22,00
Fósforo	mg	7,00
Hierro	mg	0,30
Niacina	mg	0,30
Rivoflavina	mg	0,02
Tiamina	mg	0,01
Vitamina C	mg	30,00

Fuente: CEZA , 2011

El fruto posee un valor nutritivo superior al de otras frutas en varios de sus componentes. Dentro de las vitaminas tiene un contenido considerable de ácido ascórbico, caroteno, niacina, tiamina, riboflavina y en cuanto a los oligoelementos posee concentraciones importantes de hierro, zinc y manganeso. (Saenz, 2006)

Saenz (2006), explicó que los frutos de la tuna son ricos en minerales, fibras y vitaminas. Los azúcares contenidos en los cladodios de la opuntia ficus-indica son principalmente glucosa y ácido galacturónico. Por cromatografía líquida de alto rendimiento se han detectado glucósidos de kaempferol e isoramnetina. También se ha encontrado cristales de oxalato en gran cantidad.

“En su composición fotoquímica, es rica en sustancias con actividad antioxidantes como betalainas, compuestos fenólicos, betacianinas y flavonoides. Se ha demostrado que posee actividad antioxidante, hipolipemiante, hipoglucemiante, gastroprotectora, neuroprotectora, hepatoprotectora y cicatrizante” (Saenz, 2006).

2.11.1.4 Usos y aplicaciones de la tuna

Rodriguez et al., (2010) indicó que la tuna tiene muchísimos usos, utilizándose la totalidad de la planta en alimentación y en la industria; además la fruta tiene una buena aceptación en el mercado nacional e internacional, mostrando alto contenido de minerales y algunas vitaminas. Entre sus principales usos podemos mencionar los siguientes:

- **En química industrial:** caucho sintético, mucílagos, adherentes, anticorrosivos, gomas y otros.
- **En aspectos pecuarios:** En apicultura, semillas molidas (por su alto contenido de aceites), forraje proveniente de las pencas y frutos, y como sustento de la cochinilla.
- **En protección de parcelas:** En la conformación de cercos vivos.
- **En conservación de suelos:** en formación, mejoramiento y protección de suelos.

- **En la alimentación humana:** Fruta de mesa, colorantes de alimentos, para la industria alimentaria en néctares, jaleas, mermeladas, almibares, mieles, etc.

Castro et al., (2009), explicó que de la tuna se utiliza el mucílago, la cáscara, la pulpa y sus compuestos químicos para la elaboración de aceites comestibles, pectinas y colorantes. Se emplea también en la elaboración de vinos, licores, refresco "tuna", miel de tuna tipo maple (que los conquistadores llamaron "melcocha"), queso de tuna, mermeladas, jaleas, deshidratados para dulces de alto valor energético, barras de cereales, alcohol industrial, vinagres, aromatizantes, pasta y harina forrajera.

La tuna es un alimento con cualidades medicinales (terapéutico), como astringente, antiinflamatorio, antipirético, analgésico, tonificante, afrodisíaco y laxante, entre otros usos que se han encontrado a nivel experimental, tales como: fuente de energía para la producción de gas metano, producción de biomasa y enzimas, producción de pectina a partir de la penca y extracción de colorantes a partir del mismo cultivo mediante la infesta del insecto Carmín de la Cochinilla. (Castro et al., 2009)

2.11.1.5 Beneficios y propiedades de la tuna

Penelo (2018) mencionó las principales propiedades benéficas que presenta la tuna, entre ellas se tiene las siguientes:

- **Antioxidante.**- Gracias a sus propiedades antioxidantes y desintoxicantes la tuna nos ayuda a neutralizar los radicales libres, que provocan el envejecimiento celular, y a reducir y desechar sustancias tóxicas.
- **Reduce el colesterol.**- La composición de esta fruta la convierte en una aliada perfecta para combatir el colesterol malo.
- **Favorece el sistema digestivo.**- Las semillas que contiene esta fruta nos ayuda a reducir los problemas de estreñimiento. Además se usa para combatir la gastritis, la acidez estomacal y la úlcera gástrica.
- **Previene enfermedades cardiovasculares.**- Contiene un alcaloide llamado Cantina, el cual ayuda a reducir problemas al corazón.
- **Recomendado para diabéticos.**- Controla los niveles de azúcar en la sangre.

- **Ayuda a perder peso.**- La tuna contiene un 80% de agua, lo que favorece a nuestro cuerpo para perder esos kilos de más. Debido a su alto contenido en fibras, reduce el apetito. La sensación de saciedad que proporciona también reduce la ingesta general de alimentos.
- **Diurética.**- Al consumir esta fruta ayudamos a nuestros riñones, porque mejoramos nuestra circulación de orina y regulamos nuestra digestión.

2.11.1.6 Características tecnológicas de la tuna

Rodriguez (2010) explicó que además de la composición química y el valor nutritivo de la tuna, hay otras características que tiene una importante función durante el procesamiento; en este sentido presenta un desafío interesante. El alto valor de pH que presenta (5,3 - 7,1) la mayoría de las variedades, salvo opuntia xoconostle que ostenta un pH menor a 3,5. (Pág. 27)

La tabla 2.6, muestra algunas características tecnológicas de la pulpa de tuna (g/100g) para la variedad verde, llamada también blanca cristalina, probablemente por no tener otro pigmento que la clorofila y ser la más cultivada. Los porcentajes de cáscara, pulpa y semilla son similares; en el pH y acidez existen ciertas variaciones, lo mismo que en los sólidos solubles totales, es necesario tener en cuenta este detalle cuando se procesa la fruta.

Tabla 2.6

Características tecnológicas de la tuna

Parámetros	Unidad	Cantidad
Pulpa y semillas	g	49,60
Cáscara	g	50,40
pH	-	6,37
Acidez (ácido cítrico)	%	0,06
° Brix (SST)	° Brix	14,06
Pectina	g	0,17

Fuente: Sepulveda & Saenz, 1990

2.11.2 Azúcar blanco refinado

El azúcar se puede definir como el producto cristalino y dulce extraído del zumo de la remolacha o caña de azúcar, después de su purificación. El azúcar es un hidrato de carbono soluble con diferentes composiciones químicas. El más empleado es la sacarosa, conocido con el nombre común de azúcar. El azúcar es la combinación de una molécula de glucosa con otra de fructosa. (Frias, 2015)

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

2.11.2.1 Características nutricionales del azúcar refinado

El azúcar es un hidrato de carbono. Desde el punto de vista dietético es un alimento muy energético, necesario para los tejidos del organismo, especialmente para los músculos y el cerebro. Aporta un gran número de calorías (1 gr. Aporta 4 calorías) y su consumo debe ser moderado para evitar posibles trastornos del organismo. En general su consumo se hace en un 50% de manera indirecta, a través de bebidas, frutas, helados y postres en general. (Frias, 2015)

2.11.2.2 Aplicaciones del azúcar refinado en la elaboración de mermeladas y jaleas

El azúcar es un ingrediente esencial. Desempeña un papel vital en la gelificación de las mermeladas y jaleas al combinarse con la pectina. Además impide tanto la fermentación como la cristalización. Cuando el azúcar es sometida a cocción en medio

ácido, se produce un desdoblamiento en dos azúcares (fructosa y glucosa), este proceso es esencial para la buena conservación del producto. (Vega, 2014)

2.12 Caracterización de los insumos para la obtención de mermelada y jalea de tuna

Los insumos que se utilizaran en la planta piloto para la obtención de mermelada y jalea de tuna son; pectina, ácido cítrico y sorbato de potasio como conservante.

2.12.1 Pectina de alto metoxilo (HM)

La pectina es un hidrato de carbono, es el principal componente enlazante de la pared celular que se encuentra naturalmente en las frutas y vegetales, químicamente es un polisacárido compuesto de una cadena lineal de moléculas de ácido D- galacturónico, las que unidas constituyen el ácido poligalacturónico. (Alfonso, 2010)

Este elemento se caracteriza por ser soluble en agua, se puede adicionar a la mezcla de la mermelada jugo o frutas ricas en pectina, o agregando pectina comercial. La fruta verde contiene la máxima cantidad de pectina; la fruta madura contiene algo menos. La pectina se extrae más fácilmente cuando la fruta se encuentra ligeramente verde y este proceso se ve favorecido en un medio ácido. (Coronado & Hilario, 2001)

2.12.1.1 Aplicaciones de la pectina

Es un producto que fomenta la coagulación de la mermelada, se encuentra principalmente en las semillas de las frutas y en menores proporciones en las células de los tejidos de la pulpa y la piel. Se utiliza pectina para darle consistencia a la jalea y mermelada. (Coronado & Hilario, 2001)

2.12.2 Ácido cítrico (E-330)

El ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) es un ácido orgánico natural, débil que se encuentra en muchas frutas especialmente en cítricos. Es un acidulante ampliamente usado, inocuo con el medio ambiente, es prácticamente inodoro, de sabor ácido no agradable, soluble en agua, éter y etanol a temperatura ambiente. (Alpaca, 2018)

Trinidad & Rosales (2001) indicaron que el ácido cítrico se vende en forma comercial bajo la forma granulada y tiene un aspecto parecido a la azúcar blanca, aunque también se puede utilizar el jugo de limón como fuente de ácido cítrico.

La tabla 2.7, muestra la cantidad de ácido cítrico a agregar según el pH inicial de la pulpa.

Tabla 2.7

Cantidad de ácido cítrico a agregar según el pH inicial de la pulpa

pH de la pulpa	Unidad	Cantidad de ácido cítrico
3,5 - 3,6	g/kg	1 - 2
3,6 - 4,0	g/kg	3 - 4
4,0 - 4,5	g/kg	5
>4,5	g/kg	>5

Fuente: Barragan, 2011

2.12.2.1 Aplicaciones del ácido cítrico

Acidificar la mermelada es necesario ya que el ácido ayuda a extraer la pectina de los tejidos celulares y unifica la glucosa que estos tienen con la sacarosa que se adiciona a la mezcla. El ácido cítrico es importante no solamente para la gelificación de la mermelada y jalea sino también para conferir brillo al color de la mermelada, mejora el sabor, ayuda a evitar la cristalización del azúcar y prolonga su tiempo de vida útil. (Coronado & Hilario, 2001)

2.12.3 Sorbato de potasio (E-202)

“El sorbato de potasio o sal de potasio del ácido sórbico. Está formado por ácidos grasos insaturados que se presentan con aspecto de polvo de cristales blancos y su principal función es actuar como conservante alimentario” (Alpaca, 2018. Pág.44).

2.12.3.1 Aplicaciones del sorbato de potasio en las mermeladas y jaleas.

Los conservantes son sustancias que se añaden a los alimentos para prevenir su deterioro, evitando de esta manera el desarrollo de microorganismos, principalmente

hongos y levaduras. Los conservantes químicos más usados son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio (Coronado & Hilario, 2001).

El Sorbato de Potasio inhibe el crecimiento de moho. El ácido sórbico se encuentra en forma natural en algunos frutos. Comúnmente en la industria alimenticia se utiliza el Sorbato de Potasio ya que este es más soluble en agua que el ácido sórbico. Es un conservante fungicida y bactericida (weler, 2016).

Coronado & Hilario (2001) establece que el sorbato de potasio tiene mayor espectro de acción sobre microorganismos. Su costo es aproximadamente 5 veces más que el del benzoato de sodio. El benzoato de sodio actúa sobre hongos y levaduras, además es el más utilizado en la industria alimentaria por su menor costo, pero tiene un mayor grado de toxicidad sobre las personas; además en ciertas concentraciones produce cambios en el sabor del producto.

CAPÍTULO III
INGENIERÍA DE PROYECTOS

3.1 Ingeniería de proceso para la implementación de la planta piloto de elaboración de mermelada y jalea de tuna

Para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho del municipio El Puente, se toma en cuenta los siguientes aspectos técnicos:

- Descripción de los tipos de proceso para la elaboración de mermelada y jalea de tuna
- Caracterización de la materia prima e insumos requeridos para la elaboración; tuna, azúcar blanco, pectina, ácido cítrico y sorbato de potasio.
- Selección del proceso a ser aplicado para la obtención de los productos.
- Conservación de la tuna.
- Elaboración de los diagramas de flujo y su descripción.
- Layout de proceso y diagrama de recorrido del proceso de obtención de mermelada y jalea.
- Especificación de la producción de tuna en las comunidades rurales de Paicho.
- Distribución porcentual de la tuna para la producción de mermelada y jalea.
- Determinación de la capacidad y ritmo de producción de la planta piloto procesadora de tuna.
- Balance de materia para cada proceso de elaboración de mermelada y jalea de tuna.
- Distribución en planta y de equipos (layout de equipos).
- Análisis y determinación de localización óptima de la planta piloto
- Impacto ambiental.

3.2 Descripción de tipos de procesos para la elaboración de mermelada y jalea de tuna

Para realizar la implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho del Municipio El Puente, se toma en cuenta los diferentes tipos de procesos tecnológicos que existen para la concentración de los productos (mermelada y jalea), para posteriormente realizar la selección del método que se aplicará para la operación

de concentración de los productos. A continuación, se describen diferentes tecnologías disponibles para la obtención de mermelada y jalea de tuna.

3.2.1 Criocentración

Este método supone la eliminación del agua en forma de cristales de hielo a temperaturas bajo cero y suele utilizarse para concentrar componentes biológicos sensibles a la temperatura como por ejemplo vitaminas, proteínas, antocianinas, polifenoles, etc. Suele procurar que las propiedades del producto permanezcan iguales a las de la materia prima original. Además, se consiguen niveles de concentración bastante elevados, mayores que por osmosis inversa pero menores que por evaporación a vacío. Sin embargo, tiene algunas desventajas, como el elevado coste que supone, la dificultad a la hora de controlar el crecimiento de los cristales de hielo o el gran consumo energético. (Rajuria & Tiwari, 2018)

3.2.2 Liofilización

Es un método de conservación de alimentos en el que confluyen distintos procesos, como la congelación, el vacío y la deshidratación. Liofilizar la pulpa de las frutas es una de las alternativas para manejar mayores cantidades y mantener la pulpa a temperatura ambiente por más tiempo y de esta manera tener una mayor producción de mermeladas, aprovechando las épocas de mayor producción de la fruta. El resultado es un producto seco que mantiene gran parte de las características nutricionales y organolépticas. Al rehidratarlo se recupera la textura, el aroma y el sabor de su estado original de la fruta. (Martin, 2015)

3.2.3 Evaporación osmótica

La evaporación osmótica o destilación osmótica utiliza una membrana hidrófoba cuyos poros son ocupados por la fase gaseosa del fluido a concentrar, con lo que se evita que el agua penetre y que los componentes volátiles de la alimentación sean los únicos que puedan atravesar la membrana. (Rajuria & Tiwari, 2018)

Este proceso resulta ser muy eficaz para la concentración de zumos y es relativamente sencillo técnicamente. Es capaz de mantener la calidad del zumo producto con respecto a la fruta original al trabajar a temperaturas bajas, además de poseer una demanda energética baja, así como en cuanto a ocupación de espacio. Sin embargo, el análisis matemático de este proceso es complejo y hay muchos factores que son esenciales para determinar los coeficientes de transferencia de materia y calor, esto hace que aún se encuentre en desarrollo y precisa de estudios para determinar modelos específicos que se adapten a diferentes tipos de zumos. (Rajuria & Tiwari, 2018)

Es importante mencionar que los jarabes usados y resultantes de la deshidratación que se encuentran enriquecidos con sustancias provenientes de la frutas pueden ser utilizados como materia prima de otros productos, tales como néctares, mermeladas, bebidas carbonatadas y en la fabricación de alimentos para animales. Esto se debe a que estas soluciones son ricas en azúcares y otros solutos provenientes de la fruta, siendo por esto un subproducto de alto valor agregado que puede generar un beneficio económico extra si se lo comercializa o reutiliza en la fabricación de otros productos. (Parzanese, 2016)

3.2.4 Evaporación a presión atmosférica

Consiste en eliminar parte del agua que contienen los alimentos, para ello se lleva a ebullición, lo que se diferencia de otros métodos de concentración. El objetivo principal de la evaporación es aumentar la concentración de sólidos totales para reducir la actividad de agua y contribuir así a su conservación. (Guevara & Cancino, 2008)

Según Ordóñez et al., (2019) la evaporación puede definirse como la eliminación parcial del agua de un alimento mediante la aplicación de calor, lo que la diferencia de otros métodos de reducción del contenido acuoso, como la centrifugación, filtración, etc. El medio por el que se elimina agua (calor) hace que las sustancias con un menor punto de ebullición que el del agua también puedan perderse, que puede implicar una merma de propiedades sensoriales del concentrado. Cuando esto sucede y la calidad del producto final se ha menoscabado en demasía, los componentes volátiles pueden

recuperarse del material evaporado y reincorporarse al concentrado. El objetivo principal de la evaporación es aumentar la concentración de sólidos totales. Esto siempre conlleva una disminución de la a_w , que puede contribuir a prolongar la vida útil de los alimentos, aunque casi siempre la bajada de la a_w es tan escasa que su efecto de ayuda a la conservación es prácticamente despreciable.

3.2.5 Evaporación al vacío

En el proceso de cocción al vacío, se realiza mediante el uso de evaporadores o pailas herméticamente cerradas que trabajan a presiones de vacío entre (700 a 740) mmHg, es el método más efectivo para garantizar un concentrado de alta calidad ya que el producto se concentra a temperaturas entre (60-70) °C. Además, los concentradores al vacío son equipos de alta eficiencia, tanto económica como medio ambiental, ya que permiten recuperar el solvente utilizado en el proceso para su posterior reutilización, no emiten vapores ni emisiones al medio ambiente, consumen una cantidad moderada de energía eléctrica, pueden trabajar de forma autónoma 24 h/día, y prácticamente no precisan mantenimiento. (Tuset, 2011)

3.3 Descripción de la materia prima para la elaboración de mermelada y jalea de tuna

Se utiliza como materia prima la tuna de variedad verde también conocida como blanca cristalina, que es adquirida de las comunidades agrícolas del distrito Paicho del municipio El Puente.

El azúcar blanco proveniente de la Industria Azucarera de Bermejo, a partir de las mismas se obtiene mermelada y jalea de tuna.

A continuación, se detallan los requisitos mínimos que deben cumplir las materias primas.

3.3.1 Requisitos mínimos de la tuna

Las tunas deben estar enteras, sanas, excluir la fruta afectadas por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el proceso, estar prácticamente exentas de

daños causados por plagas, contenido de humedad externa anormal, libre de olor y/o sabor extraños, ser de consistencia firme, tener un aspecto fresco, exentos de daños causados por bajas temperaturas y manchas pronunciadas, estar suficientemente desarrolladas y presentar un grado de madurez satisfactorio. Las tunas deben presentar la forma, color, sabor y olor característicos de la especie. El desarrollo y condición de las tunas deben ser tales que les permitan soportar el transporte y la manipulación y llegar en estado satisfactorio al lugar de destino. (IBNORCA, 2008)

3.3.2 Requisitos generales del azúcar refinado

Según la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 259:2000 el azúcar refinado debe tener color, olor y sabor característicos, libre de aromas u olores extraños, debe estar exento de materia extraña y de sustancias de uso no permitido. Los residuos de pesticidas, plaguicidas y sus metabolitos no podrán superar los límites establecidos por el Codex Alimentario y el tamaño de los granos del cristal del azúcar refinado debe ser uniforme. La tabla 3.1, muestra los requisitos que debe cumplir el azúcar refinado.

Tabla 3.1

Requisitos para el azúcar refinado

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo
Polarización a 20°C	°Z	99,8	-
Humedad	%	-	0,05
Cenizas por conductividad	%	-	0,10
Azúcares reductores	%	-	0,10
Color	UI	-	300,00
Turbidez a 420nm	UI	-	150,00
Dióxido de azufre (SO ₂)	mg/kg	-	50,00
Arsénico (As)	mg/kg	-	1,00
Cobre (Cu)	mg/kg	-	2,00
Plomo (Pb)	mg/kg	-	0,50

Fuente: IBNORCA, 2008

3.4 Descripción de los insumos utilizados para la obtención de mermelada y jalea de tuna

Los insumos que se emplean en la elaboración de mermelada y jalea de tuna son: pectina, ácido cítrico y sorbato de potasio como conservante. La tabla 3.2, muestra las

características de los insumos utilizados en la elaboración de mermelada y jalea de tuna.

Tabla 3.2

Caracterización de insumos utilizados en la elaboración de mermelada y jalea de tuna

Insumos	Función en las mermeladas y jaleas*	Dosificación	Almacenamiento
Pectina	Espesante natural al unirse con el azúcar y los ácidos de la fruta forma geles. Consistencia y textura de gel al producto	0,3-1% y/o según el producto a elaborar y su formulación. Limitado por las BPF (Codex Alimentarius, 1995)	Mantener en lugar seco y ventilado a temperatura ambiente y protegido de la luz.
Ácido cítrico (E-330)	Ayuda a la gelificación Regula la acidez Confiere brillo al color de la mermelada y jalea Mejora el sabor Evita la cristalización del azúcar Actúa como conservante.	Según la norma del Codex Alimentarius 1981, es en cantidad suficiente para mantener el pH entre (2,8 – 3,5)	Conservar a temperatura ambiente a 30°C, humedad menor a 70% y protegido de la luz. Lejos de fuentes de calor e ignición.
Sorbato de potasio (E-202)	Retardar o prevenir la proliferación de microorganismos	Según el Codex Alimentarius (2009), la dosis máxima es de 1000 mg/kg de producto final (Pág. 6).	Mantener bien cerrado en un lugar seco y fresco.

Fuente: Elaboración propia; Coronado & Hilario, 2001*

3.5 Conservación de la tuna de variedad verde cristalina

La materia prima (tuna) recepcionada en la planta piloto para la producción de mermelada y jalea, se adquiere directamente en el día de su transformación, el ambiente debe cumplir con las condiciones ambientales adecuadas respecto a la temperatura, humedad, limpieza y protección de los rayos directos del sol, con la finalidad de mantener en buen estado mientras espera el momento de su procesamiento. Sin embargo, el excedente que se tenga de tuna se almacena a temperatura ambiente debido a las condiciones medioambientales del distrito de Paicho que cuenta con una

temperatura promedio de 18°C, que al ser una fruta no climatérica, no sufrirá tanto deterioro para su posterior procesamiento.

Según Ramos (2018) “la tuna blanca o verde cristalina, puede durar hasta 20 días a temperatura ambiente y sin refrigeración” (Párr. 18).

En cuanto al mayor tiempo de almacenamiento de la tuna se conservan mejor las que tienen menos daño en la base, esto se puede evitar con un adecuado manejo de cosecha. Al igual que otras frutas, la tuna presenta un elevado carácter perecedero, lo que provoca problemas para su manejo en fresco, como los daños mecánicos, la deshidratación de la piel y el ataque de patógenos causantes de pudriciones, aunque la actividad metabólica de las tunas se considera baja por ser frutos no climatéricos, la realidad es que sufren deterioro, especialmente por los daños que sufre durante la cosecha. (Gonzales et al., 2001)

3.6 Descripción del proceso para realizar la operación de concentración de mermelada y jalea de tuna

En la implementación de la planta piloto procesadora de tuna, el proceso a aplicar para la operación de concentración en la obtención de mermelada y jalea se utiliza la evaporación a paila abierta, que se describe a continuación.

3.6.1 Concentración a paila abierta

Para el proceso de obtención de la mermelada y jalea de tuna se opta por el método de concentración por evaporación a paila abierta (marmita), puesto que es el sistema tradicional más utilizado en la industria alimentaria, siendo una tecnología bastante fiable frente a los demás métodos indicados, respecto sobre todo el elevado gasto energético que presentan los métodos de crioconcentración, liofilización, evaporación al vacío y al proceso con membrana. Sin embargo es importante hacer notar que se obtienen productos de mejor calidad nutricional y organoléptica.

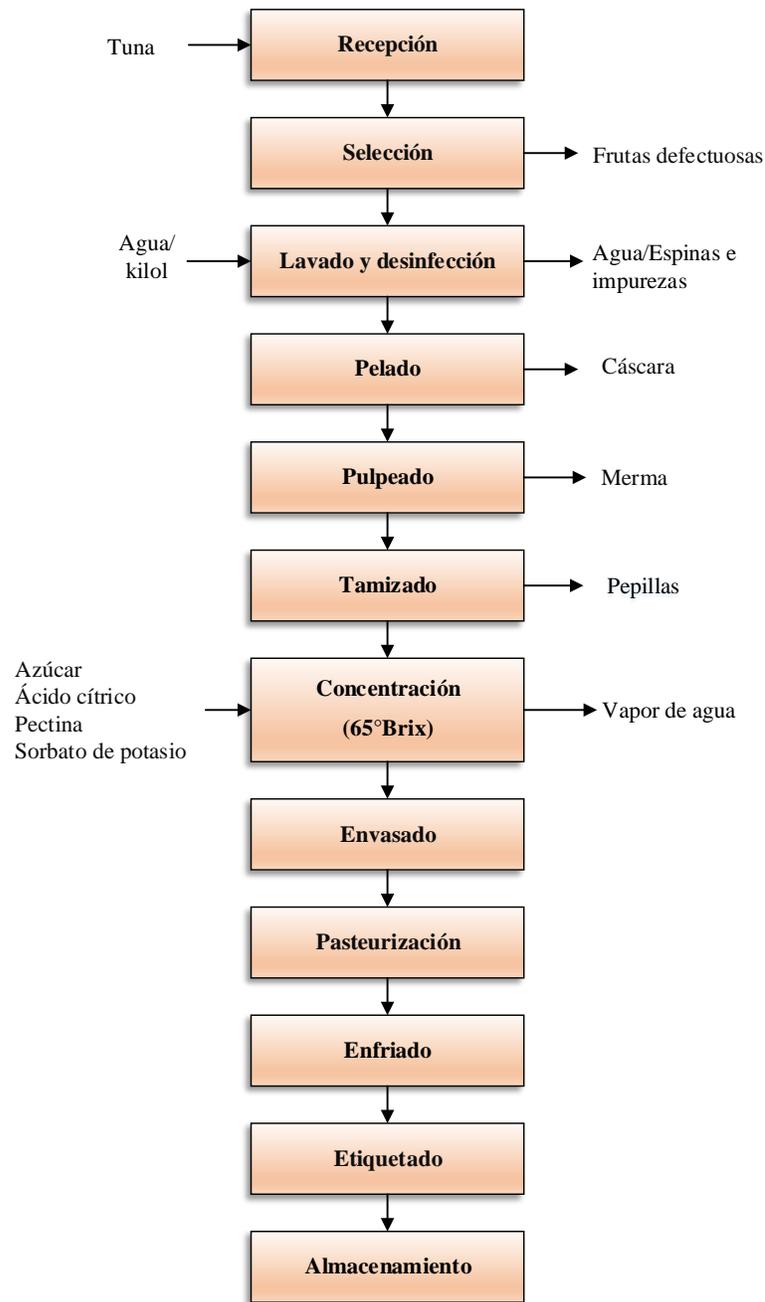
Una de las ventajas de la evaporación a paila abierta, es muy efectiva sin necesidad de grandes cantidades de vapor, se alcanzan grados de concentración elevados de sólidos, mientras que en los otros procesos como crioconcentración y evaporación por osmosis

se encuentran limitados por efectos de transferencia de masa a niveles mucho más bajos de concentración, la liofilización de la pulpa de la fruta es otro de los métodos de concentración, el resultado es un producto seco que mantiene gran parte de las características nutricionales y organolépticas, pese a que la calidad obtenida de los productos son muy elevadas, los principales efectos medioambientales que causa este método y los dos mencionados anteriormente son el elevado consumo energético, este gasto energético limita mucho la utilización de estos sistemas por lo que implican mayores costos de inversión. (Rajuria & Tiwari, 2018)

La evaporación al vacío es otra posibilidad para aplicar la operación de concentración. Sin embargo, presenta un consumo energético demasiado elevado, que lleva de la mano un costo igual de elevado por lo tanto es más recomendable a las grandes fábricas trabajar al vacío. Por otro lado, el costo del equipo necesario para realizar la evaporación a presión atmosférica es menor en relación a los demás procesos descritos, considerando además la disponibilidad de la tecnología necesaria para efectuar los procesos de liofilización, crioconcentración, concentración por osmosis y evaporación al vacío es baja.

3.7 Diagrama de flujo del proceso de obtención de mermelada de tuna

La figura 3.1, muestra el diagrama de flujo del proceso de obtención de mermelada de tuna.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.1 Diagrama de flujo del proceso de obtención de mermelada de tuna.

3.7.1 Descripción del proceso de elaboración de mermelada de tuna

A continuación, se realiza la descripción de cada etapa del proceso de elaboración de mermelada de tuna.

3.7.1.1 Recepción

La fruta es recibida, asegurándose de que tenga la madurez óptima, tamaño y tomando en cuenta sus características organolépticas necesarias para un adecuado proceso de elaboración. Terminando el pesado y registro de la cantidad recibida, la materia prima es colocada en un espacio adecuado para bajar el calor de campo evitando que el sol incide directamente en la fruta.

3.7.1.2 Selección

Las tunas, se seleccionan de forma manual utilizando guantes de goma especiales para evitar el ingreso de las espinas a las manos, mediante una inspección visual, con la finalidad de eliminar aquellas tunas que no tengan el grado de madurez adecuado o presenten pudrición o golpes que puedan afectar el proceso.

Es necesario que las tunas recolectadas sean sometidas a un proceso de selección, ya que la calidad de la mermelada dependerá de la fruta.

3.7.1.3 Lavado y desinfección de la fruta

El lavado de la tuna se efectúa en una maquina lavadora con cepillos, con un chorro de agua potable y el desinfectante doméstico orgánico DG-6 o kilol utilizando 2ml/L de agua para reducir la carga biológica que se encuentran en la tuna. El lavado y desinfección se lo realiza con la finalidad de eliminar cualquier tipo de partículas extrañas, suciedad, restos de tierra que puedan estar adheridos a las tunas.

En esta etapa se terminan de eliminar las espinillas de las tunas, ya que estas llegan a la planta piloto ya desespínadas casi en su totalidad, proceso que los productores lo realizan después de la cosecha, de forma manual con la ayuda de un cepillo donde se limpian las tunas suavemente. En el lavado con cepillos se elimina las espinillas en su totalidad con la finalidad de facilitar la manipulación de las tunas en las posteriores etapas del proceso, cuidando de no dañar la epidermis para evitar su contaminación.

3.7.1.4 Pelado

El pelado de las tunas se realiza de forma manual con las manos higienizadas, al igual que todas las operaciones que se efectúan en contacto directo con el alimento, empleando cuchillos de mesa (acero inoxidable), eliminando así la cascara de la tuna. Para esto, se realiza tres cortes a la tuna, dos de ellos para la eliminación de los extremos (polos), cuidando de no incluir pulpa, y el tercer corte se realiza de “polo a polo” para cortar el epicarpio (piel), introduciendo una parte del cuchillo sin dañar la pulpa de la fruta y de esta manera se procede a retirar la cáscara completamente.

3.7.1.5 Pulpeado

Las tunas ingresan a una despulpadora de la que se obtiene la pulpa, con esto se logra reducir el tamaño de partícula de la pulpa con la finalidad de aumentar la superficie de contacto para la siguiente operación de cocción y concentración.

3.7.1.6 Tamizado

La pulpa obtenida pasa por un tamiz de malla adecuada de 3 mm, que tiene como finalidad separar de la pulpa los componentes que no son aptos para la elaboración de la mermelada como las semillas de las tunas, la malla depende del diámetro de las semillas y de la textura que se desea obtener de la pulpa.

Es importante en esta etapa pesar la pulpa para calcular del resto de los insumos utilizados.

3.7.1.7 Concentración

Es la etapa más importante y delicada del proceso de elaboración porque se adiciona todos los componentes, los que contribuirán con la calidad del producto final, además en esta etapa se tiene que determinar el punto final del producto a obtener (65 °Brix), se mide el pH, el cual debe encontrarse entre (3,0 - 3,5), para asegurar la conservación del mismo. Durante la concentración, se evapora el agua contenida en la fruta. Los tejidos se ablandan, por este ablandamiento, la fruta absorbe azúcar y suelta pectina y

ácidos. A causa de la presencia de los ácidos y de la temperatura, ocurre la parcial inversión de los azúcares.

3.7.1.8 Envasado

El envasado se lo realiza con el propósito de conservar la mermelada y evitar la contaminación del medio ambiente utilizando envases de vidrio previamente esterilizados, éstos se tapan y se colocan en un lugar fresco y seco.

El envasado se realiza en caliente no debe bajar de 75°C, esta temperatura mejora la fluidez del producto durante el llenado y a la vez permite eliminar el aire del espacio de cabeza y evitar la carga microbiana.

3.7.1.9 Pasteurización

Luego de envasada la mermelada es necesario someter al envase con el contenido al proceso de pasteurización con la finalidad de destruir la carga microbiana y garantizar que el producto tenga una vida útil larga.

Es un tratamiento térmico relativamente suave, se lleva a cabo sometiendo al envase con el contenido a temperaturas inferiores a 100°C por un tiempo de 20 a 30 minutos y también se lo puede realizar sometiendo al envase a una temperatura de 121°C por un tiempo corto de 2 minutos.

3.7.1.10 Enfriado

Luego del envasado y pasteurizado del producto, se procede al enfriamiento de los envases a temperatura ambiente, se los coloca boca abajo hasta que el producto alcance aproximadamente 60°C. Luego se procede a bajar la temperatura rápidamente hasta los 27 a 25°C. El enfriado se realiza con la finalidad de conservar su calidad del producto y asegurar la formación del vacío dentro del envase ya que al darle la vuelta, la tapa debe estar ligeramente cóncava, esto es, ligeramente arqueada hacia el interior del frasco.

3.7.1.11 Etiquetado

Después del enfriado de los envases, se realiza el etiquetado de los frascos con la finalidad de brindar información útil al cliente. De acuerdo al Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), la información obligatoria que debe contener la etiqueta es; nombre del producto, naturaleza y condición física del alimento, contenido neto, composición del alimento, identificación del lote, fecha de vencimiento, instrucciones para su conservación, nombre o razón social, dirección de la empresa, lugar y país de origen, marca, registro sanitario SENASAG y número de NIT.

La etiqueta tendrá una medida de (10*6,5) cm, el material que se utilizará es papel adhesivo, la impresión será a full color.

3.7.1.12 Almacenamiento

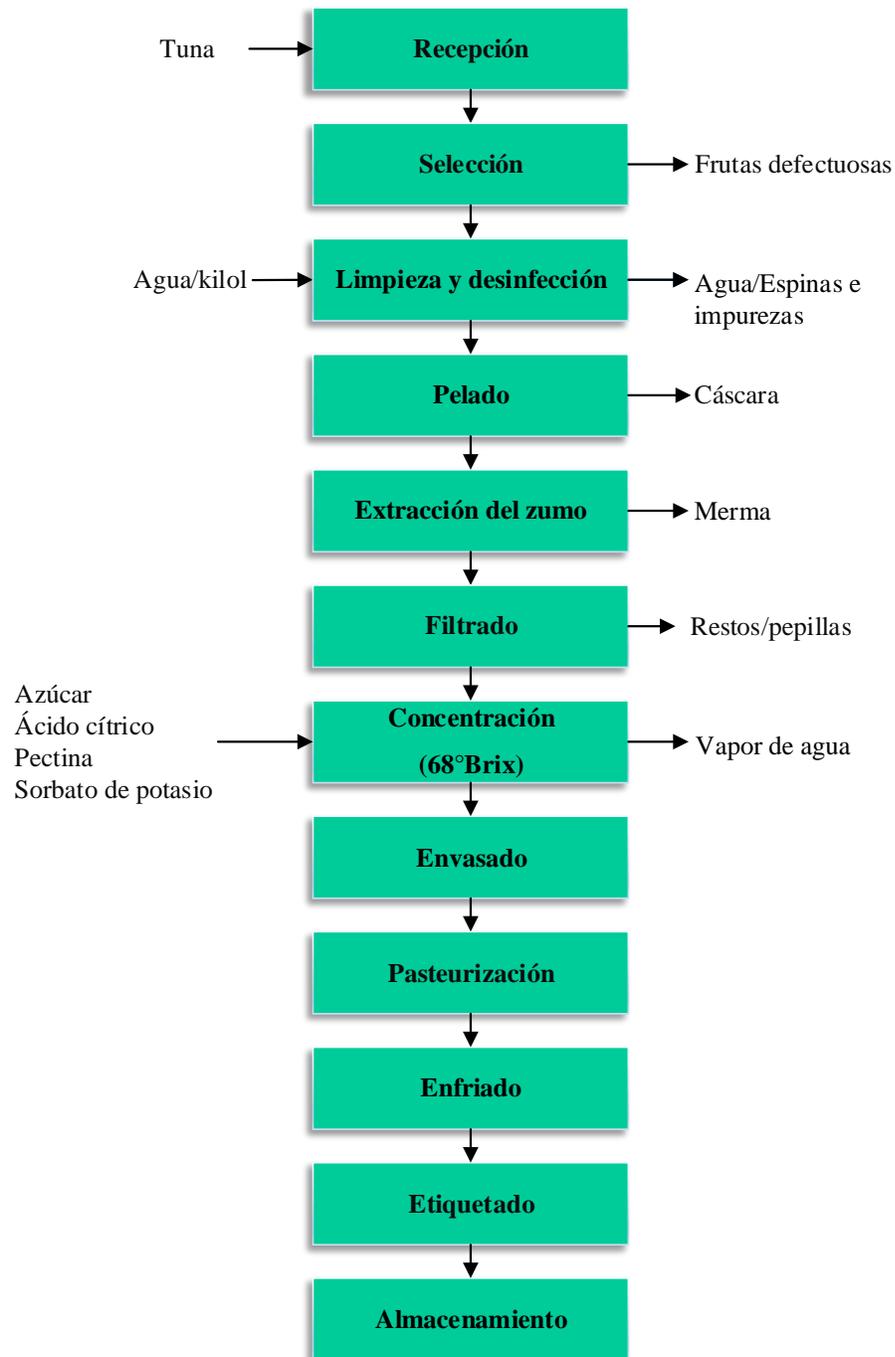
En esta etapa se almacena el producto terminado hasta su comercialización, el almacenamiento del producto se realiza a temperatura ambiente en un lugar fresco, seco, evitando la luz solar directa.

Los tres factores principales del entorno que influyen sobre la vida de almacenamiento de un producto particular son: la temperatura, la humedad y la composición de la atmósfera. Además influyen el manipuleo descuidado y el embalaje inadecuado.

3.8 Diagrama de flujo del proceso de obtención de jalea de tuna

La figura 3.2, muestra el diagrama de flujo del proceso de obtención de jalea de tuna, cabe resaltar que las operaciones para la elaboración de mermelada y jalea son similares, desde de la etapa de recepción hasta el pelado de la tuna son operaciones simultáneas con el proceso de elaboración de mermelada de tuna. Puesto que la diferencia para la obtención de los dos productos está en la etapa de despulpado y extracción del zumo filtrado, donde la jalea se elabora a partir del jugo de tuna mientras que la mermelada se obtiene a partir de la fruta triturada o pulpa de la fruta. La concentración de ambos productos se realiza en el mismo equipo por evaporación a

paila abierta. Sin embargo, la concentración en la producción de jalea es de 68°Brix de sólidos solubles; en cambio para la obtención de la mermelada es una concentración de 65° Brix.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.2 Diagrama de flujo del proceso de obtención de jalea de tuna.

3.8.1 Descripción del proceso de obtención de jalea de tuna

A continuación, se realiza la descripción de cada etapa del proceso de elaboración de jalea de tuna.

3.8.1.1 Extracción del zumo

Las tunas ingresan a una extractora para extraer el jugo de la fruta. Es importante que en esta etapa se pese el jugo obtenido para calcular del resto de los insumos utilizados.

El jugo se obtiene fácilmente triturando y prensando, se producen jugos de claridad superiores utilizando métodos mejorados de extracción. Durante la extracción del jugo debe evitarse la aireación innecesaria, ya que la destrucción de la vitamina C y los cambios oxidativos en el sabor se dan muy rápidamente.

3.8.1.2 Filtrado

El jugo es clarificado por filtración antes de agregar el azúcar. El filtrado cumple la finalidad de eliminar fibras, semillas, haces basculares y en general, obtener un líquido libre de sólidos en suspensión para mejorar el aspecto de la jalea.

3.8.1.3 Concentración

El jugo de tuna ingresa al evaporador a paila abierta, con 14°Brix, esta operación se realiza con la finalidad de eliminar el agua de la fruta y elevar la concentración de los sólidos solubles del jugo hasta alcanzar una concentración final de 68°Brix.

La concentración es uno de los pasos más importantes en la elaboración de jaleas. Su propósito principal es aumentar la concentración de azúcar hasta un punto en donde se de la gelificación. El proceso de ebullición no debe prolongarse debido a la pérdida de sabor y color del producto resultante. Durante la ebullición el jugo debe ser agitado para asegurar una buena mezcla y calentamiento uniforme. La ebullición se continúa hasta que el producto forme una jalea con la consistencia adecuada al enfriarse.

El método preferido para determinar el punto final es leer el contenido de azúcar con un refractómetro. El refractómetro determina el contenido de azúcar según el ángulo

en que la solución refracta o dobla la luz. El procedimiento es rápido y exacto. Se coloca una gota del líquido en el instrumento. El operador ve dentro del refractómetro mientras que lo apunta hacia una fuente de luz y lee el porcentaje de azúcar o °Brix directamente de la escala.

3.8.1.4 Envasado de la jalea

Las jaleas deben ser herméticamente selladas en envases adecuados. El envasado se realiza en caliente a una temperatura de 75°C, esta temperatura mejora la fluidez del producto durante el llenado y a la vez permite eliminar el aire del espacio de cabeza y evitar la carga microbiana.

El envasado se realiza con el propósito de conservar la jalea y evitar la contaminación del medio ambiente utilizando envases de vidrio previamente esterilizados, éstos se tapan y se colocan en un lugar fresco y seco.

3.8.1.5 Pasteurización

Una vez envasada la jalea de tuna es necesario someter al envase con el contenido al proceso de pasteurización con la finalidad de garantizar que el producto tenga una vida útil larga destruyendo la carga microbiana.

Es un tratamiento térmico relativamente suave, se lleva a cabo sometiendo al envase con el contenido a temperaturas inferiores a 100°C por un tiempo de 20 a 30 minutos y también se lo puede realizar sometiendo al envase a una temperatura de 121°C por un tiempo corto de 2 minutos.

3.8.1.6 Enfriado

Luego del envasado y pasteurizado del producto, se procede al enfriamiento de los envases a temperatura ambiente, se los coloca boca abajo hasta que el producto alcance aproximadamente 60°C. Luego se procede a bajar la temperatura rápidamente hasta los 27 a 25°C. El enfriado se realiza con la finalidad de conservar su calidad del producto y asegurar la formación del vacío dentro del envase ya que al darle la vuelta, la tapa

debe estar ligeramente cóncava, esto es, ligeramente arqueada hacia el interior del frasco.

3.8.1.7 Etiquetado

El etiquetado constituye la etapa final del proceso de elaboración de jalea. La etiqueta tendrá una medida de (10*6,5) cm, el material que se utilizará es papel adhesivo, la impresión será a full color. En la etiqueta se incluirá toda la información sobre el producto.

De acuerdo al Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), la información obligatoria que debe contener la etiqueta es; nombre del producto, naturaleza y condición física del alimento, contenido neto, composición del alimento, identificación del lote, fecha de vencimiento, instrucciones para su conservación, nombre o razón social, dirección de la empresa, lugar y país de origen, marca, registro sanitario SENASAG y número de NIT.

3.8.1.8 Almacenamiento

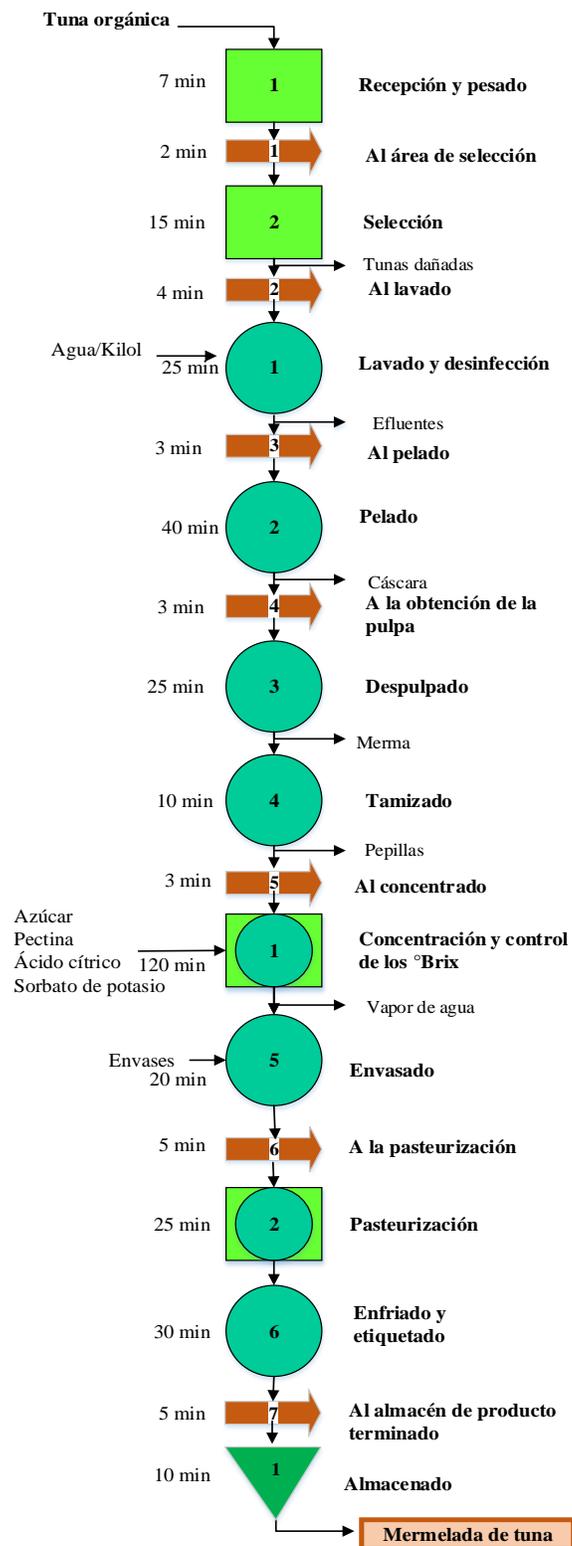
El producto obtenido será almacenado hasta su comercialización a temperatura ambiente en lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación para garantizar la conservación de la jalea.

3.9 Diagrama de layout para la obtención de mermelada y jalea de tuna

En los diagramas de layout para la elaboración de mermelada y jalea de tuna, se muestran las operaciones a llevarse a cabo durante el proceso productivo, así como los insumos utilizados, las pérdidas y tiempo a emplear en cada una de las operaciones.

3.9.1 Diagrama de layout para la obtención de mermelada de tuna

La figura 3.3, muestra el diagrama de layout del proceso para la elaboración de mermelada de tuna.

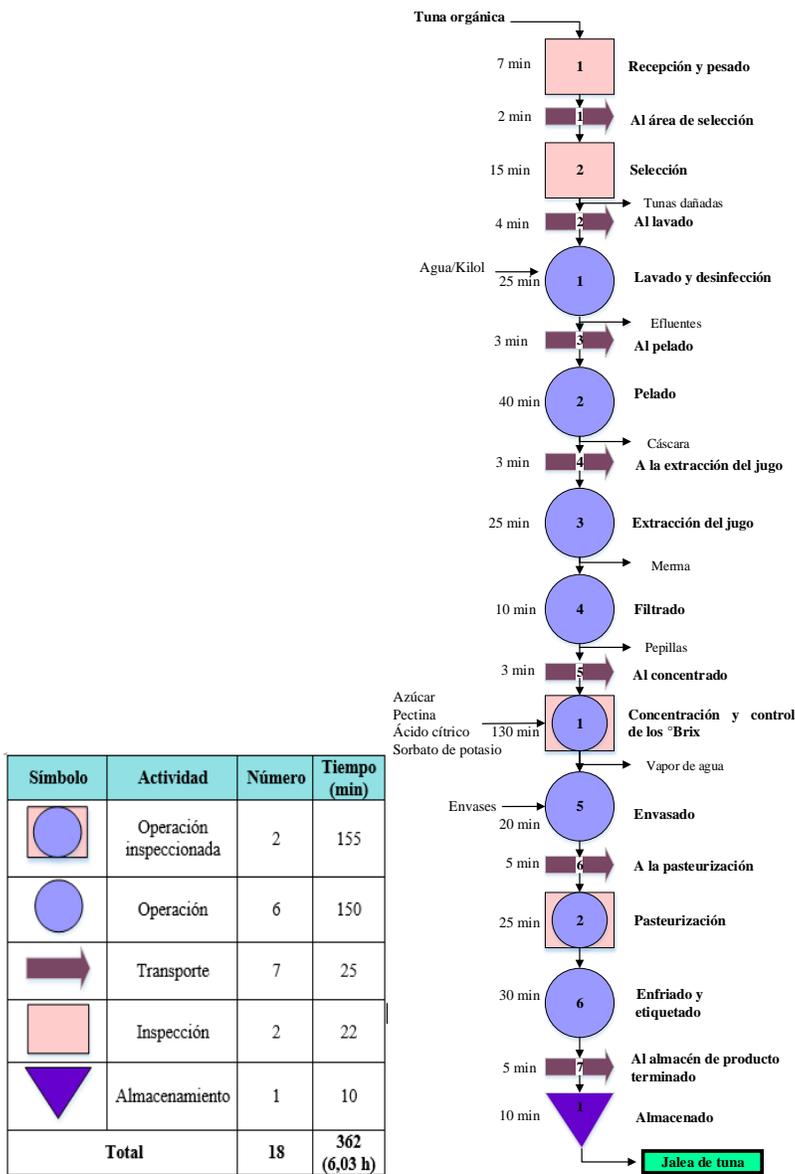


Fuente: Elaboración propia

Figura 3.3 Diagrama layout para la elaboración de mermelada de tuna

3.9.2 Diagrama de layout para la elaboración de jalea de tuna

La figura 3.4, muestra el diagrama de layout para el proceso de elaboración de jalea de tuna, donde las operaciones del proceso de producción desde la recepción hasta el pelado de la fruta son simultáneas con las operaciones que intervienen en el proceso de obtención de mermelada; obteniendo del prensado y filtrado el jugo de la tuna para la elaboración de jalea de tuna.



Fuente: Elaboración propia

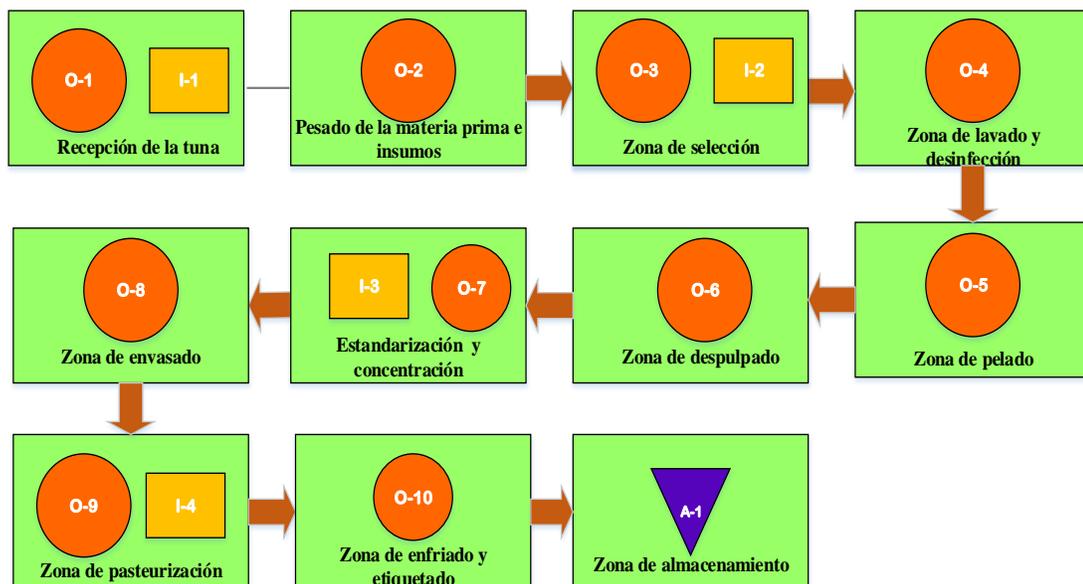
Figura 3.4 Diagrama layout para la elaboración de jalea de tuna

3.10 Diagrama de recorrido para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna

Se realiza el diagrama de recorrido de los dos procesos productivos, de manera que se logra mostrar el recorrido de los productos a obtener, donde se agrupan por zona las operaciones que interviene en ambos procesos productivos, tomando en cuenta las inspecciones, demoras, transporte y almacenamiento del producto final.

3.10.1 Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de mermelada de tuna

La figura 3.5, muestra el diagrama de recorrido del proceso de elaboración de mermelada de tuna.

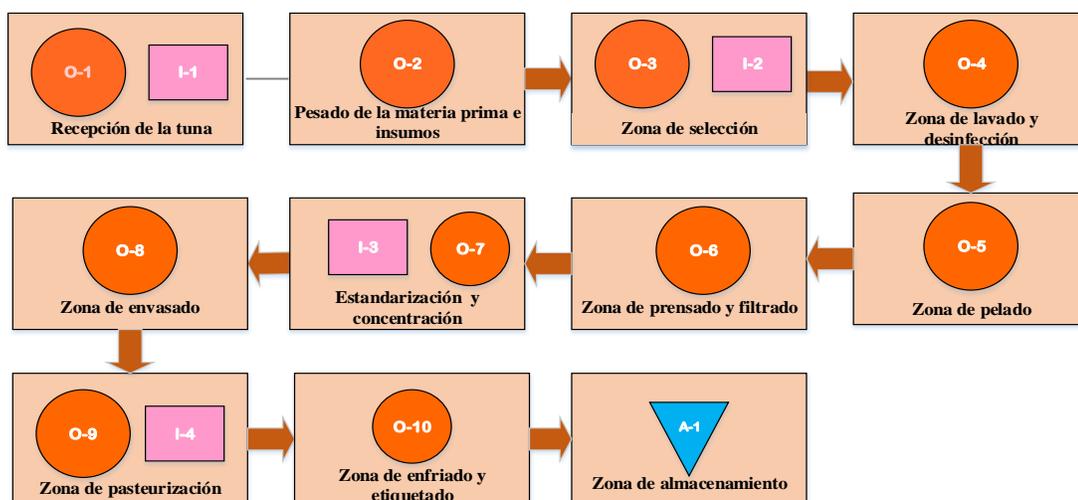


Fuente: Elaboración propia

Figura 3.5 Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de mermelada de tuna

3.10.2 Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de jalea de tuna

La figura 3.6, muestra el diagrama de recorrido del proceso de elaboración de jalea de tuna, donde las operaciones son las mismas hasta la zona de pelado de la tuna con el proceso de obtención de mermelada de tuna; obteniendo del prensado y filtrado el jugo de la tuna para la elaboración de jalea.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.6 Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de jalea de tuna

3.11 Disponibilidad de tuna en el distrito de Paicho

Tunas Bolivia demostró que la tuna sí es rentable, no está en riesgo frente a las adversidades climáticas y tiene una perspectiva sostenible de 100 años. Comienza a producir a los tres años de vida. Lo normal es obtener entre siete y ocho toneladas de tuna por hectárea, pero con un buen manejo se puede llegar a 15 o 20 toneladas. (Ocampos, 2018)

Ramos (2018), indica que la especie se adapta a condiciones extremas, incluso es tolerante al estrés hídrico, puede desarrollarse con poca precipitación pluvial. Pero si se riega, la producción mejora. Esta fruta es grandiosa y mucha gente no le da la importancia que merece.

La cosecha de tuna en el distrito de Paicho es una vez al año, empieza desde el mes de enero hasta aproximadamente abril y mayo. Según la consulta realizada a un productor de tuna en el distrito, nos indica que su comercialización es por cajas, cada una contiene 130 a 140 unidades de primera calidad (por su tamaño) y de segunda, 150 a 160 unidades, con un rendimiento de 20kg aproximadamente por caja. El precio promedio suele ser de Bs 80 la caja.

La tabla 3.3, muestra la producción anual de tuna en las comunidades del distrito de Paicho del municipio El Puente, estimada en base al número de familias de mayor producción en la zona.

Tabla 3.3

Cantidad de tuna en las comunidades del distrito de Paicho

Comunidades*	Número de familias productoras*	Cantidad de producción por año		Variedad*
		Cajas*	Kg	
Paicho Sud	4	56	1120	Verde cristalina
Paicho Caña Cruz	5	94	1880	Verde cristalina
Paicho Chilcas	3	46	920	Verde cristalina
Paicho Hornos	4	93	1860	Verde cristalina
Paicho Centro	2	31	620	Verde cristalina
Total	18	320	6400	

* Datos obtenidos de la Sub Central de Paicho, 2019

Fuente: Elaboración propia

Según datos obtenidos de la Sub Central de Paicho se tiene que la producción de tuna cuantificada de acuerdo al número de familias es de 320 cajas por la temporada de cosecha en las comunidades de mayor producción, así mismo nos indican que el rendimiento promedio por caja es alrededor de 20 kg. El cultivo de tuna está presente en todas las comunidades del valle de Paicho, aunque no a escala mayor, por lo que no sobrepasa la ¼ hectárea de superficie plantada, ya que en la mayoría de las familias las plantaciones de tuna están a orillas de sus terrenos, es decir los utilizan como cercos vivos, por lo que el principal rubro en la zona es la producción de durazno y la nuez. La tabla 3.4, muestra la oferta de tuna en las comunidades del distrito de Paicho.

Tabla 3.4

Oferta de tuna en las comunidades del distrito de Paicho

Detalle	Unidad	Cantidad
Total de producción de tuna*	Cajas/año	320
Rendimiento promedio/caja*	kg	20
Producción total	Kg/año	6400
82,5% se destina a transformación	kg/año	5280

* Datos obtenidos de la Sub Central de Paicho, 2019

Fuente: Elaboración propia

La oferta de tuna para la transformación es de 5280 kg/año de la variedad de mayor producción verde cristalina, representa una disposición del 82,5% para ser procesada, considerando que los productores puedan realizar su comercialización de la fruta restante de forma natural.

3.12 Capacidad o tamaño de la planta piloto procesadora de tuna

La capacidad de producción de la planta piloto de transformación de tuna, para la obtención de mermelada y jalea, se establece en función a la producción disponible de tuna producida en las comunidades agrícolas de Paicho del municipio El Puente, donde la tabla 3.3, muestra la producción anual de tuna en el distrito de Paicho, es así que se puede observar que la producción es baja, no existe un excedente de producción de tuna; así mismo está determinada en base a la distribución porcentual por semana, mes y año de los productos a obtener. El requerimiento de materia prima para la planta piloto procesadora de tuna representa el 82,5% de la producción total de tuna del distrito de Paicho.

3.12.1 Distribución porcentual de la tuna para la producción de mermelada y jalea en la planta piloto

La capacidad establecida para la planta piloto procesadora de tuna es de 60 Kg/día de materia prima a procesa, se tomó la decisión en base a la disponibilidad de materia prima en el distrito de Paicho, la planta procesará cinco días a la semana y veintidós días durante el mes. Así mismo, se estableció que la planta piloto funcione durante la época de cosecha de tuna, siendo enero, febrero, marzo y abril; por ser una fruta nativa (tuna) de cultivo estacionario.

La tabla 3.5, muestra la distribución porcentual de la producción de tuna disponible para la transformación, en función a la cantidad de materia prima a procesar semana, mes y año, de manera que se destina un 60% para la elaboración de mermelada y el 40% a la elaboración de jalea. Así mismo, cabe mencionar que la distribución porcentual no se realiza por día, por lo que la planta procesará 60 kg/día, la distribución

para la elaboración de los productos se realizará durante la semana y así mismo se toma en cuenta que la planta es a escala piloto

Tabla 3.5

Distribución porcentual de tuna para la obtención de mermelada y jalea

Cantidad de tuna a procesar por día: 60 kg		Cantidad de materia prima		
Tipo de producto	Porcentaje (%)	Kg/semana	Kg/mes	Kg/año
Total	100	300	1320	5280
Mermelada	60	180	792	3168
Jalea	40	120	528	2112

Fuente: Elaboración propia

El 60% representa la mayor distribución de la materia prima (tuna) para la obtención de mermelada, por ser un producto de mayor consumo en el mercado local y más conocido y elaborado de manera casera en las comunidades rurales de Paicho; la jalea tiene una menor distribución cubre un 40% del total de materia prima al ser un producto de menor consumo en el mercado local.

3.12.2 Ritmo de producción de la planta piloto procesadora de tuna

Se realiza el ritmo de producción de la planta piloto procesadora de tuna durante la semana en función a la distribución porcentual de los productos a obtener. La planta piloto funcionará 5 días a la semana de lunes a viernes, 22 días al mes y 88 días al año, durante la época de cosecha que comprende 4 meses desde enero hasta abril. La tabla 3.6, muestra el ritmo de producción de la planta piloto procesadora de tuna, mostrando la variación de los productos a elaborar durante el transcurso de la semana a partir de 60 kg de tuna a procesar por día.

Tabla 3.6

Ritmo de producción de la planta piloto procesadora de tuna

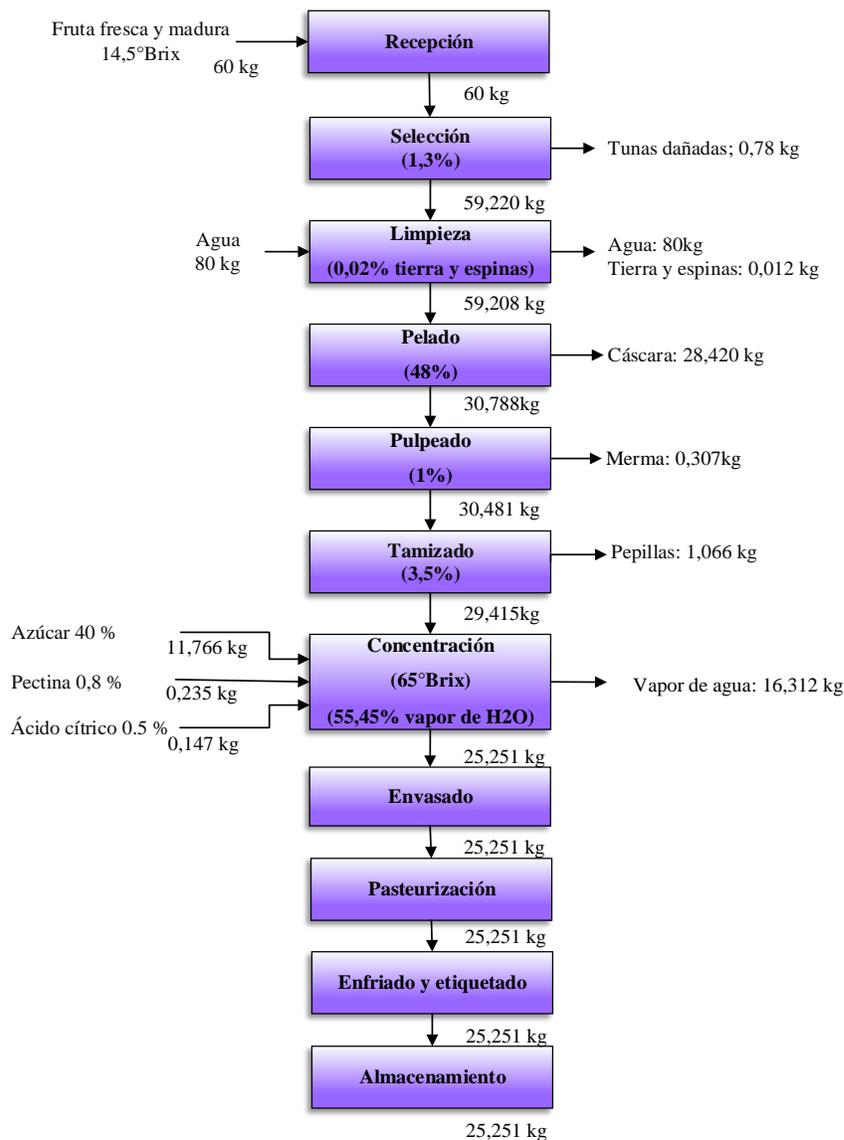
Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Mañana	Mermelada	Jalea	Mermelada	jalea	Mermelada

Fuente: Elaboración propia

La elaboración de la mermelada y jalea se establece en un solo turno, de la mañana, cinco veces por semana. La tuna llegará a la planta piloto el mismo día de su transformación.

3.13 Balance de materia para la obtención de mermelada de tuna

La figura 3.7, muestra el balance de materia para la elaboración de mermelada de tuna en base a 60kg/día de materia prima (tuna) a procesar.



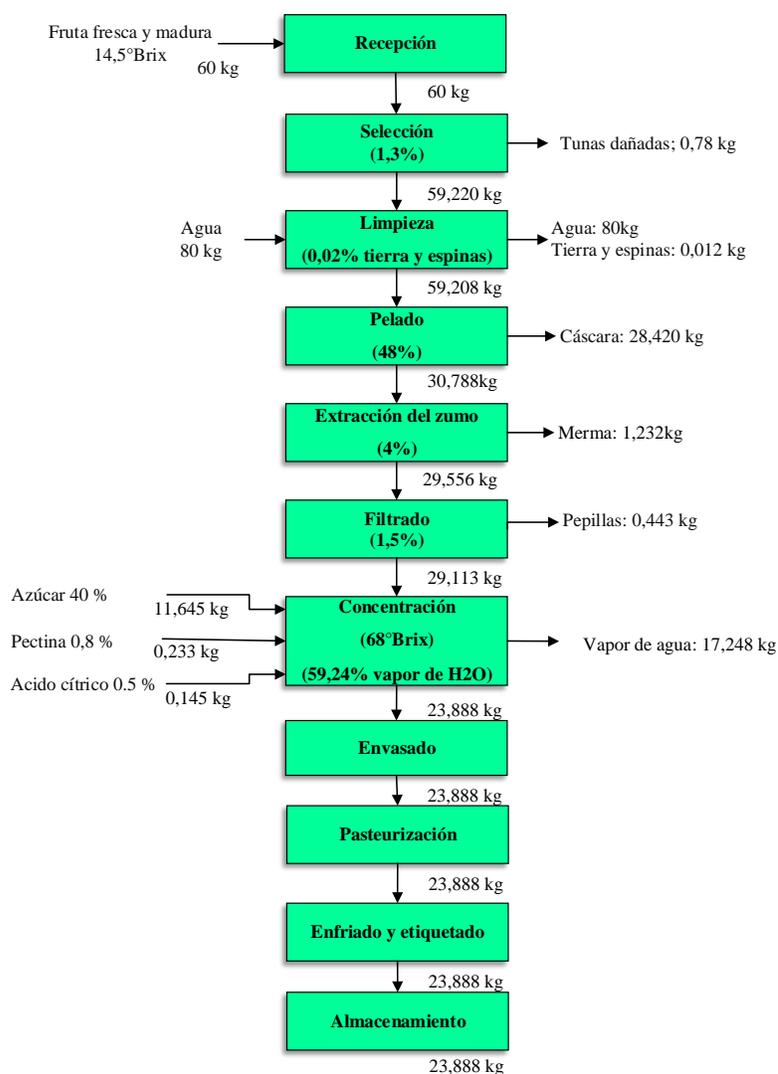
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.7 Balance de materia para la elaboración de mermelada de tuna

Como se puede observar en el resumen del balance de materia se obtiene 25,251 Kg de producto terminado a partir de 60 kg de materia prima (tuna) con un rendimiento del 35%. El detalle del cálculo se muestra en el (Anexo B.1).

3.14 Balance de materia para la obtención de jalea de tuna

La figura 3.8, muestra el balance de materia para la elaboración de jalea de tuna en base a 60kg/día de materia prima (tuna) a procesar en la planta piloto de procesamiento de tuna.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.8 Balance de materia para la elaboración de jalea de tuna

De acuerdo a la figura 3.8, se obtiene 25,251 Kg de jalea de tuna a partir de 60 kg de materia prima (tuna) con un rendimiento del 33 %. El (Anexo B.2), muestra el detalle del cálculo del balance de materia.

3.15 Cantidad de producción de la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 3.7, muestra la cantidad de productos y la capacidad de producción a ser elaborados por la planta piloto procesadora de tuna en relación a sus rendimientos en proceso por día.

Tabla 3.7

Capacidad de producción de la planta piloto de transformación de tuna

Tipo producto	Cantidad de materia prima				Rend. proceso	Producción			
	Kg/día*	Kg/semana	Kg/mes	Kg/año	60 kg tuna/kg de producto	Kg/día	Kg/semana	Kg/mes	Kg/año
Mermelada	60	180	792	3168	25,251	25,251	75,753	333,313	1333,250
Jalea		120	528	2112	23,888	23,888	47,776	210,214	840,858

Fuente: Elaboración propia

*Mermelada 3 días de la semana y jalea 2 días a la semana.

La tabla 3.7, muestra la producción de mermelada y jalea de tuna durante la semana es de 75,753 kg de mermelada y 47,776 kg/semana de jalea, al mes se produce 333,313 kg de mermelada y 210,214 kg de jalea y durante el año se produce 1333,25 kg mermelada y 840,86 kg de jalea se determina en base al rendimiento obtenido a partir de la capacidad establecida por día de 60 kg de materia prima (tuna) a procesar en la planta piloto, presentado en el balance de materia en la figura 3.7 y 3.8.

3.16 Selección de la maquinaria para la elaboración de mermelada y jalea de tuna

En cuanto a los requerimientos para la selección de la maquinaria y equipos para la elaboración de mermelada y jalea de tuna, se toma un margen del 25% como mínimo para determinar la capacidad requerida de cada máquina y equipo ya que no es recomendable que los equipos trabajen a su capacidad máxima.

La capacidad requerida del equipamiento se estableció en función a la disponibilidad de materia prima a procesar y a los datos obtenidos de cada operación en el balance de materia presentado en las figuras 3.7 y 3.8, en los casos en que la capacidad requerida del equipamiento no se encontró disponible en el mercado se optó por seleccionar a equipos con la capacidad mínima de procesamiento de acuerdo a la tecnología disponible en el mercado.

Para realizar una buena elección de la maquinaria y equipamiento se toma en cuenta diferentes factores como los requisitos de uso, la especialización de la maquinaria y equipamiento, el lugar donde se manejará la maquinaria, el coste de mantenimiento, las referencias, el servicio posventa y entre otros aspectos de importancia, con el fin de seleccionar la maquinaria más favorable, tanto técnica como económicamente factible. (García, 2014)

3.16.1 Capacidad del equipamiento de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho

De acuerdo a los resultados de la cantidad de producción esperada como se muestra en la tabla 3.7, se procede a realizar los cálculos para el tamaño de maquinaria requerida en función de la disponibilidad de la materia prima en el distrito de Paicho. La tabla 3.8, muestra la capacidad de uso de la maquinaria en función de la producción y disponibilidad de materia prima.

Tabla 3.8

Capacidad de uso de la maquinaria en función de la producción y disponibilidad de materia prima

60 kg	Materia Prima	Capacidad maquinaria	Producto	Rendimiento	Tiempo	Uso equipo
Tipo de productos	Kg/día	Kg/día	kg/día	(%)	(h)	N°
Mermelada	60	100	25,25	35	5,90	1
Jalea	60	100	23,89	33	6,03	1

Fuente: Elaboración propia

3.17 Estimación del área de equipamiento para la planta piloto procesadora de tuna

El área requerida para el equipamiento de la planta piloto de producción de mermelada y jalea de tuna fue calculada de base a las dimensiones de la maquinaria y equipos, la distancia entre equipos de acuerdo al manejo y funcionamiento, así como el área de los pasillos para el movimiento de materiales y de personas. La tabla 3.9, muestra el área del equipamiento de la planta piloto procesadora de tuna.

Tabla 3.9

Área del equipamiento de la planta piloto procesadora de tuna

Operación	Elementos fijos	L (m)	W (m)	H (m)	D entre equipos (m)	L equipo más pasillo (m)	A equipo (m ²)
Recepción de las tunas	Balanza	0,07	0,034	0,016	1,2	1,27	0,002
Selección	Tina	0,64	0,580	0,400	1,0	1,64	0,371
Lavado de la materia prima	Maquina lavadora	1,80	0,830	0,860	1,2	3,00	1,494
Pelado de la tuna	Mesa de pelado	1,40	0,700	0,900	0,9	2,30	0,980
Despulpado	Despulpador	0,65	0,320	0,450	0,9	1,55	0,208
Extractora de zumo	Exprimidor prensa en frio	1,10	0,400	0,900	0,9	2,00	0,440
Concentración	Concentrador Paila abierta	1,28	0,890	0,930	1,2	2,48	1,139
Envasado de mermelada y jalea	Mesa de envasado	1,60	1,450	0,800	1,2	2,80	2,320
Pasteurización	Autoclave vertical	0,54	0,560	1,250	1,2	1,74	0,302
Total (m²)							7,256
Distancia entre equipos							9,700
Área total del equipamiento							16,956

Nota. L= Largo; W= Ancho; H= Altura; D= Distancia; A= Área estática total

Fuente: Elaboración propia

Se determina una altura de 3,50 metros para la sala de producción de la planta piloto procesadora de tuna de acuerdo a los equipos más altos para el proceso de elaboración,

siendo estos los equipos de concentración (marmita) con una altura de 0,93 metros y el equipo más alto es el autoclave vertical con una altura de 1,250 metros. Así mismo, se toma en cuenta que en la sala de procesos hay equipos que trabajan a altas temperaturas generando vapor, por lo tanto la altura de la sala debe ser adecuada con la finalidad de que exista una buena circulación de vapor evitando generar humedad en el ambiente.

3.18 Superficie de las áreas requeridas para la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 3.10, muestra la superficie de las áreas requeridas en relación con el proceso productivo de obtención de mermelada y jalea de tuna.

Tabla 3.10

Superficie de la planta piloto procesadora de tuna

Área	Superficie (m ²)
Superficie construida	256,0
Producción	
Sala de producción – Área de recepción de materia prima	148,2
Almacén de productos terminados	12,8
Ingreso a la sala de producción	18,6
Almacén de envases - insumos	11,7
Laboratorio de control de calidad	12,8
Depósito de equipos complementarios (herramientas, etc.)	6,4
Depósito de limpieza	2,4
Zona de caldero	5,2
Administración	
Departamento de producción	11,7
Servicios	
Vestidores de damas	5,8
Vestidores de varones	5,8
Baños de damas	7,3
Baños de varones	7,3
Superficie sin construcción	319,0
Zona de parqueo	96,0
Área de circulación - aceras	158,1
Área verde	64,9
Total	575,0

Fuente: Elaboración propia

3.19 Diseño del plano de distribución general de la planta piloto procesadora de tuna

“La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales y administrativos. Esta ordenación comprende los espacios necesarios para los movimiento del personal, material, almacenamiento, los trabajadores directos e indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación” (Ortega & Meneses, 2006. Pag. 144).

El objetivo del diseño y distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más eficiente en costos, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los trabajadores de la planta. (Ortega & Meneses, 2006)

3.19.1 Factores que influyen en la definición de la distribución en planta

Según García (2020) la influencia e importancia relativa de diferentes factores puede variar con cada organización y situación concreta. En cualquier caso, la solución que finalmente se adopte debe pretender un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas y se minimicen los inconvenientes.

De manera general, los factores que tienen influencia pueden agruparse del siguiente modo:

- Los materiales
- La maquinaria
- Los trabajadores
- Los movimientos
- Las esperas
- Los servicios auxiliares
- El edificio y las zonas colindantes
- Los cambios esperados

3.19.2 Distribución en planta en forma de “U”

La distribución empleada en el área de producción de la planta piloto procesadora de tuna es en forma “U”, es decir la materia prima y el producto terminado entran y salen en la misma dirección, considerando las grandes ventajas que presenta esta distribución.

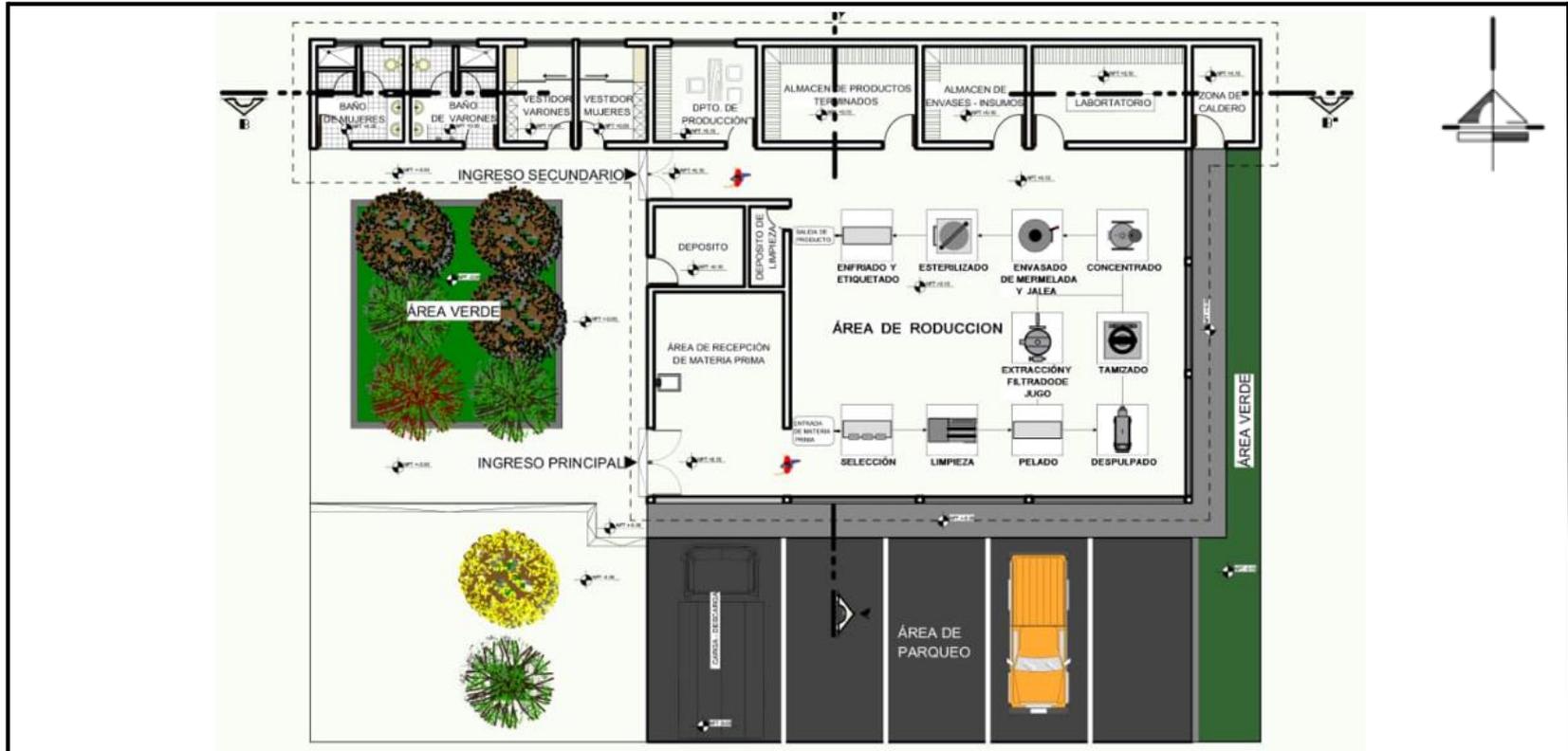
Según Benavides & Quiroga (2013) la línea de forma “U” tiene la ventaja de no producir stocks intermedios, reducir la distancia que tienen que recorrer el operativo y facilitar el control de la producción. Pero sobre todo, la ventaja más importante de este tipo de disposición es la de permitir con gran facilidad, la reasignación de un número mayor o menor de operadores en los que se reporta las operaciones de la línea. En este aspecto, esta disposición es la más flexible y avanzada.

3.19.2.1 Ventajas de la distribución de líneas en forma de “U”

Raul, (2019) indica, las ventajas de la distribución de línea en forma de u.

- Retrabajo (fácil retorno)
- Manipulación (materiales y herramientas)
- Flujo (disminución de cruces y distancias)
- Trabajo en grupo (equipo)
- Flexibilidad y balanceamiento de la mano de obra.

La figura 3.9, muestra el plano de distribución general de la planta piloto procesadora de tuna, la cual muestra la distribución de planta en forma ‘U’.



<p>U.A.J.M.S</p>	PLANO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL - PLANTA PILOTO PROCESADORA DE TUNA					<p>LÁMINA</p> <p>ÚNICA</p>	
	<p>SUPERFICIE: Spf. total: 575m² Spf. construida: 256m² Spf. no construida: 319m²</p>	<p>ESCALA: 1:200</p>	<p>AÑO: 2021</p>	<p>UBICACIÓN: C/Caña Cruz</p>	<p>CÓDIGO: Proyecto de grado</p>		
	<p>EGRESADO: ZAIDA MABEL GUTIERREZ FARFAN</p>						

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.9 Plano de distribución general de la planta piloto procesadora de tuna

3.20 Distribución o layout de equipos de la planta piloto procesadora de tuna

El layout es el arreglo físico de los elementos que intervienen en el proceso productivo, donde primeramente se tiene en cuenta los equipos y maquinarias, seguidamente se tiene en cuenta los espacios que va a disponer el personal y los materiales a utilizarse y finalmente las distancias que existirán con los servicios auxiliares como almacenes, sala del caldero servicios sanitarios, etc. Toda esta disposición obedece a los siguientes principios básicos (Coaricona, 2017):

- a) **Principio de integración de conjunto o total.-** Es aquel que integra al personal (mano de obra), materiales, equipos y/o máquinas y actividades auxiliares.
- b) **Principio del mínimo recorrido o mínima distancia.-** El mejor layout es aquel que permite al material o al personal desplazarse una distancia mínima entre operaciones.
- c) **Principio de óptimo flujo.-** El mejor layout es aquel que arregla el área de trabajo para cada operación o proceso en el mismo orden o secuencia en que se forma, trata, o monta el producto siguiendo en lo posible el diagrama de flujo.
- d) **Principio de espacio cúbico.-** La mejor economía se obtiene utilizando efectivamente todo el espacio disponible, tanto el vertical como el horizontal.
- e) **Principio de seguridad y satisfacción.-** Es mejor el layout que hace el trabajo satisfactorio, cómodo y seguro a los trabajadores.
- f) **Principio de flexibilidad.-** Puede ser reorganizado de acuerdo a condiciones variables con la mayor facilidad y a un costo mínimo.

Tipos clásicos de layout

- Por posición fija

El material o componente principal permanece en un sitio fijo, no se mueve, maquinarias y herramientas fluyen hacia él. Se usa cuando se requiere para la construcción de herramientas manuales, o máquinas simples y portátiles, cuando se fabrican pocas unidades y cuando ocasiona un elevado costo para mover el elemento principal. (Coaricona, 2017)

- Por proceso

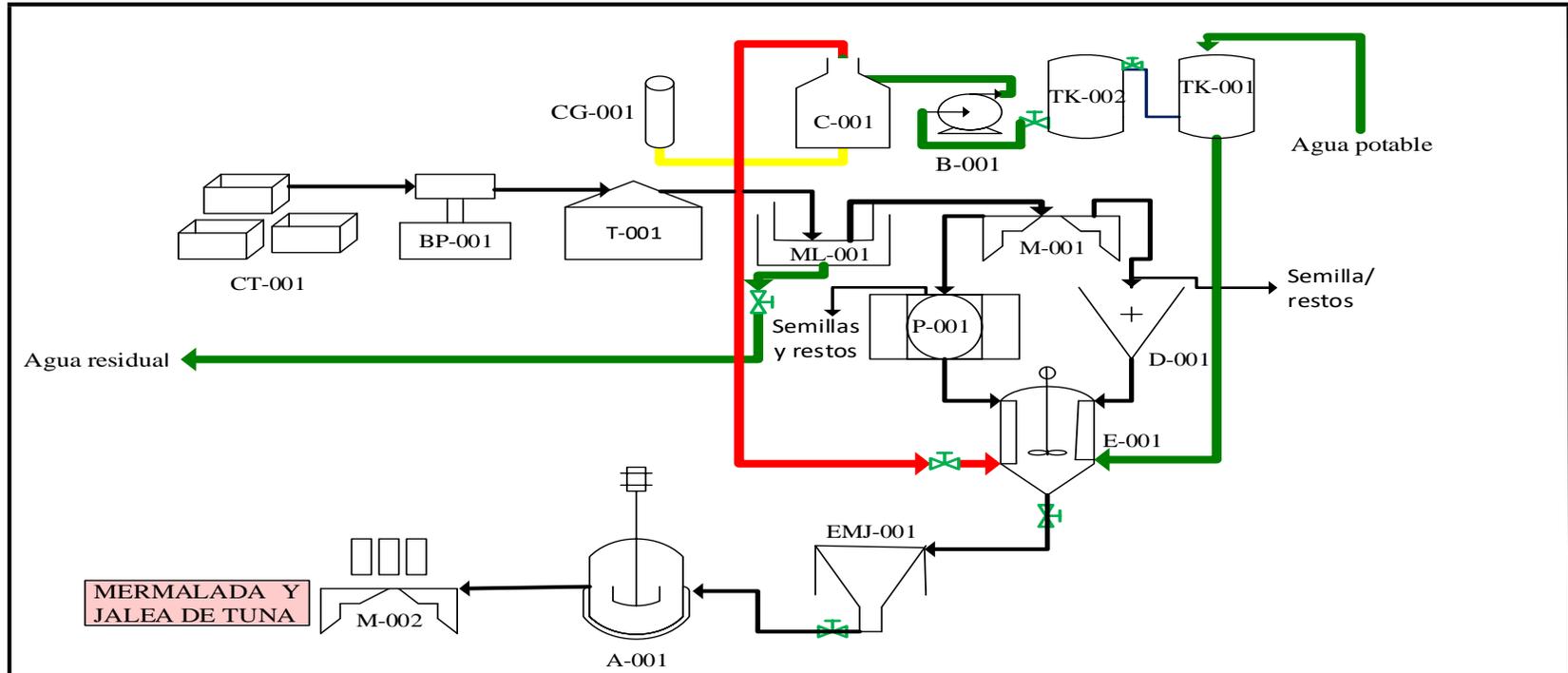
Todas las operaciones del mismo proceso se agrupan. Ejemplo: Las operaciones de elaboración de conservas de frutas y hortalizas en un área, las de néctares y bebidas en otra, en una planta de procesamiento de frutas y hortalizas. Se usa cuando la maquinaria es muy cara y difícil de mover, cuando se va a elaborar una gran variedad de productos en pequeña cantidades y cuando la demanda es reducida o intermitente del producto terminado. (Coaricona, 2017)

- Por producto o en línea

Aquí un producto se produce en un área determinada. El producto es el que se mueve. Esto significa que cualquier equipo de fabricación, independiente de la función que realice se arregla de acuerdo a la secuencia de operaciones. Se usa cuando la maquinaria es muy difícil y muy cara de mover, cuando el diseño del producto obedece a un proceso normalizado o constante y cuando hay una gran cantidad de productos a elaborar con poca diversificación. (Coaricona, 2017)

Esta descomposición en tres tipos clásicos se hace para poner en relieve, como ciertos factores afectan al layout. Sin embargo en la industria casi nunca se hallan en su forma pura y es más frecuente hallar los combinados. En los procesos de elaboración de alimentos se emplea generalmente los tipos 2 y 3 o sea producción por proceso y en línea respectivamente. (Coaricona, 2017)

La figura 3.10, muestra el diagrama de layout de equipos para el proceso de elaboración de mermelada y jalea de tuna, para establecer la simbología de maquinaria y equipamiento a emplear se realizó como referencia en base a la norma ISA (Instrument Society of América – Sociedad de Instrumentos de Estados Unidos).



Código	Equipo/materiales	Código	Equipo	Código	Equipo	Simbología	
CT-001	Cajas de tuna	D-001	Despulpadora	TK-002	Tanque ablandador de agua		Vapor
BP-001	Balanza de plataforma	E-001	Evaporador	C-001	Caldero de vapor		Gas GLP
T-001	Tina de selección	EMJ-001	Envasadora	CG-001	Cilindro de gas GLP		Agua potable
ML-001	Lavador	A-001	Autoclave vertical	B-001	Bomba centrífuga		Materia en proceso
M-001	Mesa de pelado	M-002	Mesa de envasado				Válvula de control
P-001	Prensa en frío	TK-001	Tanque de agua				

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.10 Layout de equipos de la planta piloto procesadora de tuna

3.21 Localización de la planta piloto procesadora de tuna

El estudio de localización tiene como propósito seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, es decir, aquella que frente a otras alternativas posibles produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y para la comunidad, dentro de un marco de factores determinantes o condicionantes, la planta debe localizarse en el lugar donde se puedan obtener los mínimos costos de producción y distribución, pero otros factores tales como áreas para futura expansión y condiciones generales de vida, también son importantes. (Albitres, 2011)

Los principales factores en la selección del mejor lugar de ubicación son: materias primas, mercados, suministro de energía, clima, facilidades de transporte y suministro de agua. Para un estudio preliminar, se deben considerar los primeros cuatro factores. Entonces sobre la base de materias primas, mercados, suministro de energía y clima, las regiones geográficas aceptables para la ubicación pueden reducirse a una o dos. (Albitres, 2011)

El proceso adecuado para el estudio de la localización consiste en abordar el problema de lo macro a lo micro. El análisis de macro localización nos lleva, a la preselección de una o varias áreas de mayor conveniencia para después proceder a la micro localización. (Jerouchalmi, 2003)

3.21.1 Macro localización de la planta piloto procesadora de tuna

Con objetivo de encontrar una ubicación física que ofrezca los máximos beneficios, los mejores costos, es decir en donde se obtenga la máxima ganancia se emplea el análisis de localización económica viene determinada por factores locacionales que son; el mercado de venta de los productos terminados, el mercado de abastecimiento de materia prima y en función del coste de transporte, se toma en cuenta dos municipios del departamento de Tarija, el municipio El Puente en el distrito de Paicho que posee la materia prima para la planta piloto y el municipio de Cercado donde existe el mayor mercado de los productos.

3.21.1.1 Localización económica para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna

En el estudio de localización de la planta piloto procesadora de tuna, hay dos puntos por elegir: en la zona de Paicho del municipio El Puente de la segunda sección de la provincia Méndez y la provincia Cercado (ciudad). Estas localidades están ligadas por una carretera y distan 63 km la una de la otra. La figura 3.11, muestra la ubicación geográfica y la distancia entre los lugares alternativos de la macro localización para la planta piloto.



Fuente: Google Maps, 2021

Figura 3.11 Ubicación geográfica de la macro localización para la planta piloto procesadora de tuna

La materia prima tuna de la industria existe solamente en la zona de Paicho. El flete de la materia prima (tuna), desde Paicho hasta la Ciudad de Tarija cuesta Bs 12/caja (cada caja de tuna contiene aproximadamente 20kg) por 63 kilómetros recorrido.

El mercado de los productos terminados existe en menor cantidad en el distrito de Paicho teniendo en cuenta que el mayor mercado existe en la ciudad de Tarija. Por motivo de fragilidad, el flete de los productos terminados, entre Paicho y la ciudad, cuesta Bs 7/caja de 12 unidades, considerando que el 68,57% de mermelada y jalea se

comercializa en el mercado de la ciudad de Tarija y el 31,43% se comercializará en la zona de Paicho.

En el proceso con 60 kg de materia prima se producen 25,251 kg (70 frascos de 360g) de producto terminado mermelada y 23,888 kg (66 frascos de 360g) de jalea de tuna.

- **Localización en el distrito Paicho del municipio El Puente de la segunda sección de la provincia Méndez:**

7 Bs x 4 cajas = Bs 28

- **Localización en la provincia Cercado del departamento de Tarija:**

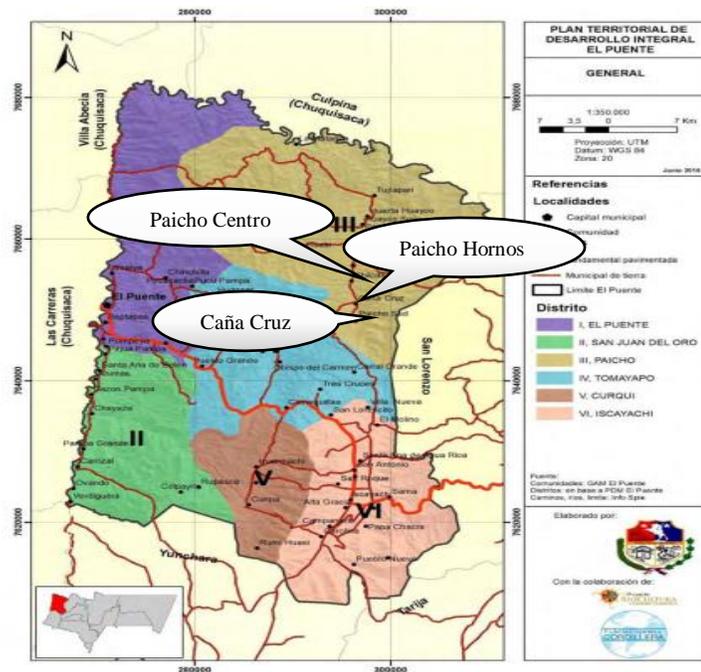
12 Bs x 3 cajas = Bs 36

Por lo tanto se concluye que conviene más ubicar la planta piloto en el distrito de Paicho del Municipio El Puente de la segunda sección de provincia Méndez del departamento de Tarija debido a que es más conveniente transportar el producto terminado al mercado de la ciudad de Tarija que la materia prima (tuna) ya que al localizar la planta piloto en la zona de Paicho se podrá disponer de fruta natural recién cosechada y considerando que el 31,43% de producto terminado (mermelada y jalea) se comercializa en la zona de Paicho.

3.21.2 Micro localización de la planta piloto procesadora de tuna

La micro localización se realiza con el propósito de seleccionar la comunidad y lugar exacto para instalar la planta piloto procesadora de tuna, se toma en cuenta los factores más relevantes para la toma de decisión entre los cuales se encuentra el factor de cercanía y mayor disponibilidad de materia prima, es el más importante de todos, debido a que se requiere garantizar el continuo abastecimiento para lograr los niveles de producción proyectados, seguido por los factores de proximidad a mercados, disponibilidad de servicios de agua potable, energía eléctrica, gas, mano de obra y

servicios de telecomunicación. La figura 3.12, muestra la ubicación geográfica de las comunidades alternativas para la ubicación de la planta piloto procesadora de tuna.



Fuente: Chuquimia, 2018

Figura 3.12 Ubicación geográfica de la micro localización para la planta piloto procesadora de tuna

3.21.2.1 Método cuantitativo de puntos ponderados para la micro localización de la planta piloto procesadora de tuna

El método cuantitativo por puntos, consiste en asignar factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización. Esto conduce a una comparación cuantitativa de diferentes sitios. El método permite ponderar factores de preferencia y con ello tomar una mejor decisión. (Carro & Gonzalez, 2013)

Para encontrar la ubicación física adecuada se emplea el método cuantitativo de puntos ponderados, este método consiste en la asignación de valores numéricos ponderables de acuerdo a la importancia de cada factor. Así mismo, se toma como calificación máxima para cada factor a evaluar el valor de 10 y como calificación mínima el valor de 0.

La tabla 3.11, muestra la matriz de decisión de micro localización de la planta piloto procesadora de tuna, tomando en cuenta tres comunidades del distrito de Paicho del municipio El Puente, las cuales son: Comunidad de Paicho Caña Cruz, comunidad de Paicho Hornos y la comunidad de Paicho Centro.

Tabla 3.11

Selección de la micro localización de la planta piloto procesadora de tuna

Factor de micro localización	PO	Alternativas					
		Paicho Caña Cruz		Paicho Centro		Paicho Hornos	
		C	P	C	P	C	P
Cercanía y mayor disponibilidad de materia prima	0,25	8	2,00	6	1,50	7	1,75
Proximidad a mercados	0,20	8	1,60	7	1,40	7	1,40
Disponibilidad de servicios básicos (agua, luz, gas)	0,18	8	1,44	7	1,26	6	1,08
Disponibilidad de mano de obra	0,16	9	1,44	9	1,44	9	1,44
Servicios de telecomunicación	0,11	9	0,99	9	0,88	9	0,99
Disponibilidad y costo del terreno	0,10	7	0,70	7	0,70	8	0,80
Total	1,00	Total	8,17	Total	7,18	Total	7,46

Nota. PO = Ponderación, C = Calificación, P = Puntaje

Fuente: Elaboración propia

Según el puntaje obtenido de cada alternativa de micro localización considerada se concluye que la comunidad de Paicho Caña Cruz, es la ubicación más práctica para instalar la planta piloto procesadora de tuna, la cual alcanza un valor de 8,17 puntos, considerando que la mayoría de los factores se centran en esta comunidad, posee las condiciones para implementa una planta de producción en cuanto a la cercanía y mayor disponibilidad de materia prima, proximidad a los mercados, disponibilidad de los servicios básicos (agua, luz y gas), disponibilidad de mano de obra y servicios de telecomunicación.

Respecto al factor de cercanía al mercado para la comercialización de los productos terminados, la comunidad de Paicho Caña Cruz es la ubicación adecuada debido a que presenta la menor distancia al mercado a diferencia de las demás comunidades. Los productos mermelada y jalea de tuna están enfocados al mercado local del departamento de Tarija y así también a nivel nacional a las personas en general que presentan una intención potencial por consumir productos saludables de buena calidad, brindando una nueva alternativa alimenticia para satisfacer al consumidor. La comercialización de los productos se podrá realizar de igual manera en la misma zona de Paicho aprovechando las festividades tradicionales del distrito y ferias como ser las ferias del durazno, feria del vino y singani, así mismo se podrá comercializar gracias al turismo comunitario que es impulsado en la zona donde llegan personas del interior y exterior del país a las comunidades rurales de Paicho.

Sabores de Paicho es una entidad social tiene como propósito apoyar a emprendedores de la zona a llegar a un público consumidor, a través de la misma se pretende llegar a los diferentes mercados de los departamentos de Bolivia con estos nuevos productos como son mermeladas y jaleas de tuna producidos en la zona.

3.21.3 Ubicación geográfica de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho

La planta piloto procesadora de tuna estará situada en la comunidad de Caña Cruz específicamente a lado de la planta productora de café de palqui, es la ubicación más práctica para la instalación de la planta piloto, considerando que se centra la mayor producción de la materia prima (tuna) en esta comunidad, bajando los costos para los proveedores (pequeños agricultores) y también para la planta piloto procesadora de tuna. La distancia al mercado local es relativamente corta. Según la lectura geográfica la planta piloto se ubica entre las coordenadas 21°14' 27,7'' de latitud Sur y 64° 57' 44,3'' de longitud Oeste, respecto del meridiano de Greenwich a una altitud de 2808 m.s.n.m. La comunidad de Caña Cruz donde estará ubicada la planta piloto, se encuentra a 63 km de la ciudad de Tarija tardando una hora y media en llegar.

La figura 3.13, muestra la ubicación geográfica del terreno donde se instalará la planta piloto procesadora de tuna; situándose en la comunidad de Paicho Caña Cruz del municipio El Puente de la segunda sección de la provincia Méndez.



Fuente: Google Maps, 2021

Figura 3.13 Ubicación geográfica del terreno de la planta piloto procesadora de tuna

3.22 Impacto ambiental

La planta piloto procesadora de tuna estará reglamentada bajo el marco de la Ley 1333 de Medio Ambiente del 27 de abril de 1992, el Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (RASIM), fue aprobado mediante el Decreto Supremo N26736, el 30 de julio de 2002 y publicado por la Gasetta oficial el 5 de agosto del 2002. El RASIM tiene como objetivo reducir la generación de contaminantes y el uso de sustancias peligrosas, optimizar el uso de recursos naturales y de energía para proteger y conservar el medio ambiente; con la finalidad de promover el desarrollo sostenible. (Infoleyes, 2002). El (Anexo C), se detalla el Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (RASIM).

Los desechos sólidos deben ser manejados adecuadamente para evitar basureros a cielo abierto.

CAPÍTULO IV
COSTOS DEL PROYECTO

4.1 Costos de la ingeniería de proyecto

Se llama costo a una variable del sector económico que representa la totalidad del gasto económico de una producción. Esta suma es la más importante que se realiza en la estadística de las empresas, pues luego de realizada esta, se establece cuál será el precio del producto manufacturado que saldrá a la venta al público. Representa la inversión que se hace para la producción. De la misma manera que los bienes, los servicios también aplican esta herramienta para sus cuentas, pues se establece de la misma forma cuál será el uso de los bienes monetarios disponibles en la empresa para ejecutar sus funciones. (Pérez , 2021)

4.1.1 Costos fijos

Son aquellos costos que no son sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad de una empresa, sino que permanecen invariables ante esos cambios. En otras palabras, se puede decir que los Costos Fijos varían con el tiempo más que con la actividad; es decir, se presentarán durante un periodo de tiempo aun cuando no haya alguna actividad de producción. (Montero et al., 2010)

Naturalmente los Costos Fijos no son para siempre. Tan solo son fijos a los largo de un periodo en particular, digamos un trimestre o un año. Para ser más específicos, cualquier costo fijo puede eliminarse o modificarse en un plazo suficiente de tiempo. (Montero et al., 2010)

4.1.2 Costos variables

Son aquellos cuya magnitud cambian en razón directa del volumen de producción. Costos variables de producción son, por consiguiente, los que sufren aumentos o disminuciones proporcionales a los aumentos o disminuciones registrados en el volumen de la producción. Ejemplos típicos de costos variables de producción: materia prima consumida; mano de obra directa empleada (cuando se paga sobre la base de "destajo" o sea, en función de la producción), ciertos materiales indirectos utilizados, fuerza, combustibles, lubricantes. (Nava, 2017)

4.2 Costos de inversión en la adquisición de activos fijos de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho

En el presente proyecto de ingeniería para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna, se tomó en cuenta la inversión requerida para la adquisición de activos fijos, considerando los activos que están relacionados con el proceso de producción tales como; terreno, obra civil, maquinaria, equipos, instrumentos de laboratorio, materiales, mobiliario, caja de herramientas, material de limpieza y seguridad.

4.2.1 Costos de inversión en terreno y obra civil para la planta piloto procesadora de tuna

Cabe mencionar que en la comunidad de Paicho Caña Cruz no cuenta con alguna reglamentación para determinar el costo del terreno en base al uso final, ya sea comercial, industrial o doméstico, por lo que el dueño que desee vender puede hacerlo al precio que considere conveniente. Sin embargo se realiza la consulta al dirigente de la Organización Territorial de Base (OTB) de la comunidad de Caña Cruz, se toma en cuenta el precio dado aproximado de 1\$/m² de terreno en la comunidad de Paicho Caña Cruz y tomando en cuenta la superficie estimada para la planta piloto, la cual es de 575m².

El costo de la edificación, obra civil e instalación de servicios básicos para la planta piloto procesadora de tuna es obtenido en base a la consulta directa realizada a un experto en el área. La tabla 4.1, muestra el costo de terreno, edificación, obra civil e instalación de servicios básicos para la implementación de la planta piloto.

Tabla 4.1

Costo de terreno, edificación, obra civil e instalación de servicios básicos para la planta piloto procesadora de tuna

Detalle	Área	Costo	Costo total	Costo total
	(m ²)	(USD/m ²)	(USD)	(Bs)
Terreno	575	1	575,0	4.002,0
Edificación, obra civil e instalación de servicios básicos	-	-	60.300,0	419.688,0
Total			60.875,0	423.690,0

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Costos de inversión en maquinaria y equipamiento de la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 4.2, muestra el detalle del costo unitario y total de inversión en maquinaria y equipamiento que intervienen directamente en el proceso productivo de obtención de mermelada y jalea de tuna en el distrito de Paicho.

Tabla 4.2

Costo fijo de maquinaria y equipos para la planta procesadora de tuna

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	Marmita (100L)	Equipo	1	10.440,00	10.440,00
2	Codificadora por inyección	Equipo	1	8.651,28	8.651,28
3	Lavabos	Equipo	1	2.088,00	2.088,00
4	Balanza de Plataforma (0,02-150Kg)	Equipo	1	835,20	835,20
5	Balanza (60)Kg	Equipo	1	621,50	621,50
6	Cocina industrial de dos hornallas	Equipo	1	2.505,60	2.505,60
7	Despulpadora (120kg/h)	Equipo	1	1.717,45	1.717,45
8	Extractor de zumos (500kg/h)	Equipo	1	18.756,16	18.756,16
9	Maquina lavadora con cepillos (500kg/h)	Equipo	1	22.272,00	22.272,00
10	Autoclave vertical (100L)	Equipo	1	10.857,60	10.857,60
11	Licuada industrial (15L)	Equipo	1	3.521,76	3.521,76
12	Caldera de Vapor a gas GLP (100kg/h)	Equipo	1	30.800,00	30.800,00
Total					113.066,55

Fuente: Elaboración propia

Los costos de maquinaria y equipos a ser implementados en la planta procesadora de tuna, se realiza tomando en cuenta las cotizaciones y consultas realizadas tanto a proveedores nacionales e internacionales sobre este rubro tecnológico en plantas pilotos y maquinarias, con años de experiencia al desarrollo y montaje. Entre las empresas que se realizaron las diferentes cotizaciones y consultas se tiene a las siguientes; EQUIIMPORT, MAPLASCALI SAS., IMPORTADORA MITMAQ, INSOL, RITECIN (Rivera tecnología industrial) y diferentes empresas de china, las cuales fueron contactadas por medio de la plataforma de comercio electrónico Alibaba,

que dotan de equipamiento a diferentes entidades nacionales e internacionales. El nombre de las importadoras y empresas fabricantes de las cuales obtuvieron los costos de equipamiento se indican en la fuente de las especificaciones técnicas de maquinaria y equipos detallados en el (Anexo A.1). Los costos de los equipos están considerados puestos en planta, instalación y capacitación para su respectivo funcionamiento.

4.2.3 Costo de material complementario para la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 4.3, muestra el detalle de los costos de inversión en material complementario para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.

Tabla 4.3

Costo fijo de material complementario para la planta procesadora de tuna

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	Cuchillos de acero inoxidable	Pieza	6	25,0	150,0
2	Cucharas de acero inoxidable	Docena	1	35,0	35,0
3	Jarras de plástico graduada (3L)	Pieza	2	30,0	60,0
4	Jarras de plástico graduadas (1L)	Pieza	3	20,0	60,0
5	Baldes de plástico de (20L)	Pieza	4	60,0	240,0
6	Cucharas de madera medianas	Pieza	3	12,0	36,0
7	Bols de vidrio medianos	Pieza	1	85,0	85,0
8	Coladores de acero inoxidable	Pieza	3	35,0	105,0
9	Fuentes de plástico medianos	Pieza	4	20,0	80,0
10	Tachos de (70 L)	Pieza	2	60,0	120,0
11	Fuentes de acero inoxidable	Pieza	4	50,0	200,0
12	Espátula de acero inoxidable	Pieza	3	30,0	90,0
13	Cajas de plástico	Pieza	5	48,0	240,0
14	Tanque de almacenamiento de agua (650 L)	Pieza	1	497,2	497,2
15	Cilindro para gas GLP (45kg)	Pieza	2	1.490,0	2.980,0
16	Tina de acero inoxidable	Pieza	1	1.044,0	1.044,0
17	Tolva de envasado (15kg)	Pieza	1	142,5	142,5
18	Olla de acero inoxidable (50L)	Pieza	1	320,0	320,0
Total					6.484,7

Fuente: Elaboración propia

Los costos de los materiales complementarios para la obtención de mermelada y jalea de tuna fueron cotizados en los distintos comerciales del departamento de Tarija, en el caso de la tina y la tolva de envasado fue cotizada en una empresa fabricante de Bolivia.

4.2.4 Costo de mobiliario, muebles y equipos de oficina para la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 4.4, presenta el costo de inversión en mobiliario y muebles que se requieren para la sala de almacenamiento y proceso; casilleros para los vestidores y así también equipo de computación para el departamento de producción.

Tabla 4.4

Costo de mobiliario, muebles y equipos de oficina para la planta piloto procesadora de tuna

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	Casilleros metálicos para vestidores	Pieza	2	1.750,0	3.500,0
2	Sillas giratorias	Pieza	2	600,0	1.200,0
3	Escritorio	Pieza	1	1.380,0	1.380,0
4	Computadora	Equipo	1	7.500,0	7.500,0
5	Estante	Pieza	1	1.650,0	1.650,0
6	Gavetero metálico	Pieza	1	450,0	450,0
7	Mesa mediana	Pieza	1	1.450,0	1.450,0
8	Mesa de acero inoxidable	Pieza	1	1.948,8	1.948,8
9	Carro de transporte	Pieza	1	1.300,0	1.300,0
Total					20.378,8

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Costos de material de limpieza para la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 4.5, muestra el detalle del costo unitario y total de material e insumos de limpieza para la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho.

Tabla 4.5***Costo de material de limpieza para la planta piloto procesadora de tuna***

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	Escoba	Pieza	3	18,0	54,0
2	Goma para piso	Pieza	3	22,0	66,0
3	Trapo de piso	Pieza	5	5,0	25,0
4	Basurero grande	Pieza	1	60,0	60,0
5	Basurero mediano	Pieza	1	25,0	25,0
6	Detergente para limpieza	Litros	4	20,0	80,0
7	Jabón en polvo	Pieza	3	15,0	45,0
8	Manguera de goma	Metros	45	5,0	225,0
9	Cepillo	Pieza	3	7,0	21,0
10	Esjonja	Pieza	6	5,0	30,0
11	Jabón líquido desinfectante	Pieza	2	15,0	30,0
12	Alcohol en gel	Pieza	2	15,0	30,0
Total					691,0

Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Costos de material de seguridad para la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 4.6, muestra el detalle del costo unitario y total de inversión en material de seguridad en la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.

Tabla 4.6***Costos de material de seguridad para la planta piloto procesadora de tuna***

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	Extintor de 6kg	Pieza	1	345,0	345,0
2	Guantes de cuero resistentes al calor	Pares	2	35,0	70,0
3	Guantes de goma resistentes a espinas	Pares	4	25,0	100,0
4	Cofias	Caja	2	35,0	70,0
5	Barbijos	Caja	2	30,0	60,0
6	Guantes de látex	Caja	2	50,0	100,0
Total					760,0

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los costos de material de seguridad para la planta piloto procesadora de tuna, entre ellos están los guantes resistentes a espinas para que los operarios manipulen la materia prima de forma segura.

4.2.7 Costos de caja de herramientas para la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 4.7, muestra el costo de inversión de caja de herramientas necesario en la planta piloto procesadora de tuna.

Tabla 4.7

Costos de caja de herramientas para la planta piloto procesadora de tuna

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	Pala (herramienta de mano)	Pieza	1	60,00	60,00
2	Estuche de llaves	Pieza	1	260,00	260,00
3	Caja de herramientas	Pieza	1	310,75	310,75
4	Rastrillo	Pieza	1	35,00	35,00
Total					665,75

Fuente: Elaboración propia

4.2.8 Costos de instrumentos de laboratorio para la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 4.8, muestra el costo unitario y total de inversión en instrumentos de laboratorio requeridos en la planta piloto procesadora de tuna.

Tabla 4.8

Costos de Instrumentos de laboratorio para planta piloto procesadora de tuna

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	Refractómetro bolsillo (0-90)%	Pieza	1	4.200,0	4.200,0
2	Balanza de precisión digital (10mg-310g)	Pieza	1	15.900,0	15.900,0
3	pH metro digital de mesa	Pieza	1	10.200,0	10.200,0
Total					30.300,0

Fuente: Elaboración propia

Las cotizaciones se realizan en empresas importadoras de Bolivia para obtener los costos de los instrumentos de laboratorio, las cuales se indican en el (Anexo A.2), detallando las especificaciones técnicas de los mismos.

4.2.9 Costos de material de laboratorio para la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 4.9, muestra el costo unitario y total de inversión en material de laboratorio necesario en la planta piloto procesadora de tuna.

Tabla 4.9

Costos de material de laboratorio para la planta piloto procesadora de tuna

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	Termómetro de alcohol (-10-200)°C	Pieza	2	40,0	80,0
2	Vidrio de reloj (100ml)	Pieza	4	12,5	50,0
3	Probeta de Vidrio (100ml)	Pieza	2	43,5	87,0
4	Vaso de precipitación de vidrio (250ml)	Pieza	2	30,0	60,0
5	Piseta plástica (500ml)	Pieza	2	34,0	68,0
6	Vaso de precipitación de plástico (500ml)	Pieza	2	26,0	52,0
7	Mortero de porcelana	Pieza	1	45,0	45,0
8	Termómetro infrarrojo (32-400)°C	Pieza	1	185,0	185,0
9	Varillas de vidrio	Pieza	4	3,0	12,0
Total					639,0

Fuente: Elaboración propia

Los costos de los diferentes materiales e instrumentos de laboratorio son cotizados en la distribuidora Montellanos del departamento de Tarija.

4.2.10 Resumen del costo total de inversión en activos fijos para la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho

La tabla 4.10, muestra el costo de inversión total en activos fijos que tiene relación con el proceso productivo de la planta piloto procesadora de tuna.

Tabla 4.10***Costos total de inversión en activos fijos para la planta piloto procesadora de tuna***

Detalle	Costo total (Bs)
Terreno	4.002,00
Edificación y obra civil	419.688,00
Maquinaria y equipos del proceso productivo	113.066,55
Material complementario	6.484,70
Mobiliario, muebles y equipos de oficina	20.378,80
Material de limpieza	691,00
Material de seguridad	760,00
Caja de herramientas	665,75
Instrumentos de laboratorio	30.300,00
Material de laboratorio	639,00
Total	596.675,80

Fuente: Elaboración propia

El costo de inversión total en activos fijos que tienen relación con el proceso productivo de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho en la comunidad de Caña Cruz es de Bs 596.675,80

4.3 Costos operacionales para la obtención de mermelada y jalea de tuna

Los costos operacionales son los gastos económicos que una empresa tiene que asumir por sus operaciones empresariales. Por ello, hablar de costo operacional es hablar de recursos que son consumidos. Así, gracias al costo operacional se determina el estado de viabilidad en el que se encuentra una industria. Igualmente el costo operacional nos ayuda a establecer una referencia para medir las ganancias y obtener una aproximación del punto de equilibrio de la entidad. (Nundea, 2021)

Dentro del capital de operación se toma en cuenta los costos de materia prima e insumos, material de envasado, análisis fisicoquímicos y microbiológicos de materia prima y producto final, costo de consumo de energía eléctrica, agua potable, gas GLP, mano de obra y mantenimiento de equipos.

4.3.1 Costo de materias primas e insumos para capital de operación de la planta piloto procesadora de tuna

La tabla 4.11, muestra el detalle de los costos de materias primas e insumos de acuerdo con los requerimientos diarios para la obtención de mermelada de tuna en el distrito de Paicho del municipio El Punte. Los requerimientos fueron determinados en base al balance de materia presentado en la figura 3.7 del capítulo tres.

Tabla 4.11

Costo de materias primas e insumos directos para la obtención de mermelada de tuna

Detalle	Unidades	Cantidad	Costo base (Bs)	Costo total (Bs)
Materias primas				
Tuna	Cajas	3,000	80,00	240,00
Azúcar refinado	Kg	11,766	7,00	82,36
Insumos				
Pectina	kg	0,235	300,00	70,50
Ácido cítrico	kg	0,147	21,00	3,09
Sorbato de potasio	kg	0,015	60,00	0,88
Materiales directos				
Frascos de vidrio	Pieza	70,000	2,65	185,50
Etiquetas de papel adhesivo	Pieza	70,000	0,64	44,80
Total				627,13

Fuente: Elaboración propia

Se considera el costo de la tuna por cajas ya que su comercialización se lo realiza de esta manera, la cual tiene un costo promedio de Bs 80/caja de tuna y un peso aproximado de 20 kg/caja de tuna, por lo que se requiere 3 cajas de tuna por proceso productivo.

La tabla 4.12, muestra el detalle de los costos de materias primas e insumos de acuerdo con los requerimientos diarios para la obtención de jalea de tuna en el distrito de Paicho del municipio El Punte. Los requerimientos fueron determinados en base al balance de materia presentado en la figura 3.8 del capítulo tres.

Tabla 4.12*Costo de materias primas e insumos directos para la obtención de jalea de tuna*

Detalle	Unidades	Cantidad	Costo base (Bs)	Costo total (Bs)
Materias primas				
Tuna	Cajas	3,000	80,00	240,00
Azúcar refinado	Kg	11,645	7,00	81,52
Insumos				
Pectina	kg	0,233	300,00	69,90
Ácido cítrico	kg	0,145	21,00	3,05
Sorbato de potasio	kg	0,015	60,00	0,87
Materiales directos				
Frascos de vidrio	Pieza	66,000	2,65	174,90
Etiquetas de papel adhesivo	Pieza	66,000	0,64	42,24
Total				612,47

Fuente: Elaboración propia

Los proveedores de la materia prima e insumos para la planta piloto procesadora de tuna se muestran en el (Anexo D).

4.3.2 Costos de análisis fisicoquímicos de la materia prima (tuna)

En la tabla 4.13, se detalla los costos de análisis fisicoquímicos para la materia prima (tuna) cotizados en el laboratorio CEANID de la UAJMS.

Tabla 4.13*Costos de análisis fisicoquímicos de la materia prima tuna*

Número	Tipo de análisis	Unidades	Técnica	Costo (Bs)
1	Grasa	%	Gravimetría	90,0
2	Humedad	%	Gravimetría	40,0
3	Cenizas	%	Gravimetría	70,0
4	Hidratos de carbono	%	Cálculo	10,0
5	Proteína total	%	Volumetría	100,0
6	Fibra	%	Gravimetría	100,0
7	Valor energético	%	Cálculo	10,0
8	Ácido ascórbico	mg/100g	espectrofotometría	150,0
9	Hierro	mg/100g	espectrofotometría	180,0
10	Calcio	mg/100g	fotometría	180,0
11	Fosforo	mg/100g	espectrofotometría	90,0
Total				1.020,0

Fuente: CEANID, 2021

4.3.3 Costos de análisis fisicoquímicos de la mermelada y jalea de tuna

Los costos de análisis fisicoquímicos para los productos terminados mermelada y jalea de tuna son cotizados en el laboratorio CEANID, datos que muestran en la tabla 4.14.

Tabla 4.14

Costos de análisis fisicoquímicos de la mermelada y jalea de tuna

Número	Tipo de análisis	Unidades	Técnica	Norma	Costo total (Bs)
1	Grasa	%	Gravimetría	NB 313019:2006	90,0
2	Humedad	%	Gravimetría	NB 028-88	40,0
3	Cenizas	%	Gravimetría	NB 39034	70,0
4	Hidratos de carbono	%	Cálculo	A.O.A.C. 923-09	10,0
5	Proteína total	%	Volumetría	NB/ISO 8968-1:2008	100,0
6	Fibra	%	Gravimetría	NB/ISO 8968-1	100,0
7	Valor energético	%	Cálculo	NB 312032:2006	10,0
10	Fósforo	mg/100g	espectrofotometría	SM 4500-P-D	90,0
Total					510,0

Fuente: CEANID, 2021

Donde: NB = Norma Boliviana; A.O.A.C. = Asociación de Químicos Analíticos Oficiales

4.3.4 Costo de los análisis microbiológicos de mermelada y jalea de tuna

La tabla 4.15, muestra el costo total de los análisis microbiológicos de mermelada y jalea de tuna.

Tabla 4.15***Costos de análisis microbiológicos de mermelada y jalea de tuna***

Número	Tipo de análisis	Unidades	Metodología	Normas	Costo total (Bs)
1	Coliformes totales	UFC/g	Recuento en Placa	NB 32005	100,0
2	Escherichia coli	UFC/g	Recuento en Placa	NB 32005	100,0
3	Mohos y levaduras	UFC/g	Recuento en Placa	NB 658-95	100,0
Total					300,0

Fuente: CEANID, 2021

Dónde: NB = Norma Boliviana

Los costos de los análisis microbiológicos de los productos finales mermelada y jalea fueron cotizados en el CENTRO DE ANÁLISIS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (CEANID) de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Se toma en cuenta la inversión en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los productos terminados que se procesarán en la planta piloto.

4.3.5 Costos del consumo de energía eléctrica para la obtención de mermelada y jalea de tuna

Los costos de la cantidad de consumo de energía eléctrica requerida en maquinaria y equipamiento para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna, es calculada en base a datos obtenidos de SETAR, (2021) donde indica que el costo de 1kwh para una empresa de categoría industrial menor es de Bs 0,88, debido que la potencia de la planta es menor a 49 kw; a partir de los cuales se calcula el costo de consumo de mermelada y jalea de tuna por día, considerando que se trabajará tres días a la semana en la elaboración de mermelada, dos días a la semana se procesará jalea de tuna y al mes considerando que se procesará trece días mermelada, nueve días jalea de tuna por cuatro meses al año. En la tabla 4.16, se muestra el detalle del consumo y costo total de energía consumida en el proceso productivo de elaboración mermelada y jalea de tuna.

Tabla 4.16

Consumo de energía eléctrica para proyecto de industrialización de tuna

	Potencia	Unidad	Tiempo	Consumo			Costo unitario
	(Kw)	Nº	(h/día)	Kw/día	Kw/mes	Kw/año	Bs/kw
Línea de mermelada							
Marmita (bomba para agitación)	11,00	1	2,17	23,84	309,88	1.239,52	0,88
Autoclave vertical	4,50	1	0,75	3,38	43,88	175,50	
Maquina lavadora con cepillos	2,20	1	0,50	1,10	14,30	57,20	
Despulpadora	0,18	1	0,42	0,08	0,98	3,90	
Caldero de vapor (Bomba de agua)	1,50	1	2,33	3,50	45,44	181,74	
Total de consumo				31,88	414,47	1.657,86	
Costo subtotal en (Bs)				28,06	364,73	1.458,92	
	Potencia	Unidades	Tiempo	Consumo			Costo unitario
	(Kw)	Nº	(h/día)	Kw/día	Kw/mes	Kw/año	Bs/kw
Línea de Jalea							
Marmita (bomba para agitación)	11,0	1	2,33	25,66	230,97	923,87	0,88
Autoclave	4,5	1	0,75	3,38	30,38	121,50	
Lavadora con cepillos	2,2	1	0,50	1,10	9,90	39,60	
Extractor de zumos	1,5	1	0,33	0,50	4,49	17,96	
Caldero (Bomba de agua)	1,5	1	2,42	3,62	32,62	130,46	
Total de consumo				34,26	308,35	1.233,40	
Costo subtotal en (Bs)				30,15	271,35	1.234,28	
Costo total en (Bs)				58,21	636,08	2.693,20	

Fuente: Elaboración propia

4.3.6 Costos de gas licuado de petróleo (GLP)

En la implementación de la planta piloto se opta por el gas licuado de petróleo ya que el distrito de Paicho todavía no cuenta con gas natural. Para determinar el costo de consumo de gas licuado (GLP) se considera el costo del gas en el distrito de Paicho, el cual tiene un costo de 25 Bs la garrafa de 10kg de gas GLP, por lo tanto 1Kg de gas GLP tiene un costo de 2,5 Bs, datos considerados para los costos de gas licuado de petróleo para el funcionamiento del caldero de vapor. En la tabla 4.17, se muestra el

detalle del consumo de gas GLP requerida para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho comunidad de Caña Cruz.

Tabla 4.17

Consumo de gas GLP para proyecto de industrialización de tuna

	Consumo	Unidades	Tiempo	Consumo			Costo unitario
Línea de mermelada	(Kg)	N°	(h/día)	Kg/día	Kg/mes	Kg/año	Bs/kg
Caldera	14,4	1	2,33	33,552	301,97	1.207,87	2,5
Costo subtotal (Bs)				83,880	754,92	3.019,68	
	Potencia	Unidades	Tiempo	Consumo			Costo unitario
Línea de Jalea	(Kg)	N°	(h/día)	Kw/día	Kw/mes	Kw/año	Bs/kg
Caldera	14,4	1	2,42	34,790	139,16	556,64	2,5
Costo Subtotal (Bs)				86,975	347,90	1.391,60	
Costo total				170,855	1.102,82	4.411,28	

Fuente: Elaboración propia

4.3.7 Costos del consumo de agua potable en el proceso productivo de obtención de mermelada y jalea de tuna

El costo de agua potable es calculado en base al dato obtenido del responsable del comité de agua potable de la comunidad de Paicho Caña Cruz, donde indica que el pago de agua potable en la comunidad de Caña Cruz se realiza por año con un costo de 60 Bs/año, a partir del cual se realiza el cálculo del costo del consumo del agua requerida en las operaciones del proceso productivo de acuerdo al tipo de operación y capacidad del equipo; por día, mes y año. Así también se toma en cuenta la limpieza de equipos, materiales y el agua requerida para la limpieza de pisos. La tabla 4.18, muestra el costo total de consumo de agua potable en el proceso productivo de elaboración de mermelada y jalea de tuna en la Comunidad de Paicho Caña Cruz.

Tabla 4.18*Cantidad de consumo de agua potable para la planta piloto procesadora de tuna*

	Consumo	Unidades	Tiempo	Volumen			Costo total
Línea de mermelada	(m3)	N°	(h/día)	(m3/día)	(m3/mes)	(m3/año)	Bs/año
Limpieza y desinfección de tuna	0,080	1	0,50	0,040	0,520	2,080	60
Caldero de vapor	0,046	1	2,33	0,108	1,402	5,610	
Limpieza de equipos y materiales	0,250	1	2,00	0,500	6,500	26,000	
Limpieza de pisos	0,099	1	1,17	0,116	1,502	6,010	
Consumo subtotal				0,763	9,924	39,690	
Costo subtotal (Bs)				0,430	5,563	22,245	
	Consumo	Unidades	Tiempo	Volumen			Costo total
Línea de jalea	(m3)	N°	(h/día)	(m3/día)	(m3/mes)	(m3/año)	Bs/año
Limpieza y desinfección de tuna	0,080	1	0,50	0,040	0,360	1,440	60
Caldero de vapor	0,046	1	2,42	0,112	1,008	4,032	
Limpieza de equipos y materiales	0,250	1	2,00	0,500	4,500	18,000	
Limpieza de pisos	0,990	1	1,17	1,155	10,398	43,903	
Consumo subtotal				1,807	16,266	67,375	
Costo subtotal (Bs)				1,012	9,117	37,755	
Consumo total				2,571	26,190	107,072	
Costo total (Bs)				1,440	14,680	60,000	

Fuente: Elaboración propia

Para estimar el consumo de agua en la planta piloto procesadora de tuna, se toma en cuenta la línea de producción de mermelada y jalea de tuna.

4.3.8 Requerimiento de personal para la planta piloto procesadora de tuna

Para la planta piloto procesadora de tuna es necesario tomar en cuenta el requerimiento de personal que trabajará en la planta procesadora. Los costos de mano de obra son calculados de acuerdo con el requerimiento de personal y el tiempo determinado para la obtención de cada uno de los productos mermelada y jalea. Se considera un sueldo

por horas de trabajo, ya que la planta piloto procesará cinco días a la semana por cuatro meses al año considerando solamente la época de cosecha de la materia prima. El personal que trabajara en la planta piloto procesadora de tuna estará compuesto por el Jefe de producción, personal de apoyo del proceso productivo para poner en funcionamiento la planta piloto procesadora de tuna en la comunidad de Paicho Caña Cruz y el personal de limpieza encargado de realizar la limpieza de la planta, trabajo que requerirá un determinado tiempo.

El artículo 46 de la Ley General del Trabajo establece: La jornada efectiva de trabajo no excederá de 8 horas por día y de 48 por semana. La jornada de mujeres no excederá de 40 horas semanales diurnas. Considerando que un mes tiene 30 días y no se trabaja los cuatro domingos del mes, se tiene 26 días de trabajo por mes. Se exceptúan a los empleados u obreros que ocupen puestos de dirección, vigilancia o confianza, o que trabajen discontinuamente, o que realicen labores que por su naturaleza no puedan someterse a jornadas de trabajo. En estos casos tendrán una hora de descanso dentro del día, y no podrán trabajar más de 12 horas diarias. (LAS.SRL., 2018)

Según el Ministerio de Trabajo (2021) el salario mínimo nacional dispuesto a través del decreto supremo 4501 es de 2.164 Bs señala en su disposición final primera, de acuerdo a esto se establece los salarios a los trabajadores de la planta piloto procesadora de tuna, asignando un sueldo de 3.500 Bs para el jefe de producción de la planta piloto procesadora de tuna, 2.500 Bs al personal de apoyo del proceso y se asignó el salario mínimo para el personal de limpieza, a partir de los datos obtenidos de la Ley de trabajo se procede a calcular el sueldo a pagar por hora, obteniendo un salario de 16,83 Bs por hora para el jefe de producción, 12,02 Bs por hora el salario del ayudante de producción y el personal de limpieza cuenta con un salario de 10,40 Bs por hora. La tabla 4.19, muestra el detalle de los costos de mano de obra para poner en funcionamiento la planta piloto procesadora de tuna, considerando los sueldos por hora tomando en cuenta las horas trabajadas por día de cada personal.

Tabla 4.19*Mano de obra para la planta piloto procesadora de tuna*

Detalle	Número	Tiempo (h/día)	Sueldo hora (Bs/h)	Sueldo proceso (Bs)	Sueldo mensual (Bs)	Sueldo anual (Bs)	Incluyendo beneficios sociales
Mano de obra directa							
Jefe de producción	1	6,0	16,83	100,98	2.221,56	8.886,2	11.107,8
Ayudante de producción	1	6,0	12,02	72,12	1.586,64	6.346,6	7.933,2
Mano de obra indirecta							
Personal de limpieza	1	2,5	10,40	26,00	572,00	2.288,0	2.860,0
Total				199,10	4.380,20	17.520,8	21.901,0

Fuente: Elaboración propia

El personal debe ser entrenado y capacitado periódicamente en función al nivel de producción y de los dos procesos a ser considerados en el proyecto.

El costo anual de la mano de obra es de 21.901 Bs incluyendo beneficios sociales, el cual fue calculado en base al salario mensual de cada trabajador.

4.3.9 Costos de mantenimiento de equipos

Para la planta procesadora de tuna, es necesario tomar en cuenta los costos de mantenimiento de los equipos principales. La tabla 4.20, muestra el detalle de los costos de mantenimiento de los principales equipos requeridos en la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho para garantizar su funcionamiento.

Tabla 4.20*Costos de mantenimiento de equipamiento de la planta piloto procesadora de tuna por año*

Detalle	Asistencia sacrificada	Costo (Bs)
Marmita	1	1.100,0
Autoclave vertical	1	1.000,0
Máquina lavadora con cepillos	1	900,0
Extractora de zumo	1	600,0
Despulpadora	1	600,0
Caldero	1	2.500,0
Total		6.700,0

Fuente: Elaboración propia

4.3.10 Costo unitario y costo total de producción para la obtención de mermelada de tuna

Para el costo unitario y total de producción de obtención de mermelada de tuna, se toma en cuenta los costos directos e indirectos de fabricación. Los costos son calculados en base al balance de materia de mermelada de tuna, presentado en la figura 3.7 del capítulo tres y en base a los requerimientos de servicios básicos; el costo de consumo de energía eléctrica, costo del consumo de gas GLP, costo de agua potable consumida, costos de materiales directos de fabricación y mano de obra. La tabla 4.21, muestra el detalle del costo total del proceso de producción para obtener 70 frascos de 360g de mermelada de tuna a partir de 60 kg de materia prima (tuna), en base al costo total de producción se calcula el costo unitario para producir un frasco de 360g de mermelada de tuna.

Tabla 4.21

Costos unitarios y costo total de producción para la obtención de mermelada de tuna

Producto	Mermelada	Departamento	Tarija	
Unidades	70 unidades/360g	Municipio	El Punte	
Cantidad (Kg)	25,251	Distrito	Paicho	
		Comunidad	Paicho Caña Cruz	
Costo total de producción			Bs. 938,593	
Costos	Cantidad	Unidad	Costo base (Bs)	Costo total (Bs)
Costos directos			Bs. 800,231	
Costos de producción				
Tuna	60,000	kg	4,00	240,000
Azúcar	11,766	kg	7,00	82,362
Pectina	0,235	kg	300,00	70,500
Ácido cítrico	0,147	kg	21,00	3,087
Sorbato de potasio	0,015	kg	60,00	0,882
Frascos de vidrio	70,000	Piezas	2,65	185,500
Etiquetas	70,000	Piezas	0,64	44,800
Jefe de producción	6,000	Horas	16,83	100,980
Ayudante de proceso	6,000	Horas	12,02	72,120
Costos indirectos			Bs. 138,362	
Costos de producción				
Agua potable	0,763	m3	0,56	0,428
Energía eléctrica	31,880	kw	0,88	28,054
Gas GLP	33,552	kg/h	2,50	83,880
Personal de limpieza	2,500	Horas	10,40	26,000
Costo unitario (frasco de 360g)			Bs. 13,408	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.21, el costo unitario para la mermelada de tuna de un frasco de 360g es de 13,41 Bs envasado en frascos de vidrio.

4.3.11 Costo unitario y costo total de producción para la obtención de jalea de tuna

Para el costo unitario de producción para la obtención de jalea de tuna, se toma en cuenta los costos directos e indirectos de fabricación. Los costos son calculados en base al balance de materia de jalea de tuna, presentado en la figura 3.8 del capítulo tres y en base a los requerimientos de servicios básicos, costos de mano de obra directa e indirecta y materiales directos a partir del procesamiento de 60 kg de materia prima

(tuna). La tabla 4.22, muestra el detalle del costo total del proceso de producción para obtener 66 frascos de 360g de jalea de tuna a partir del procesamiento de 60 Kg de materia prima (tuna), en base al costo total de producción se calcula el costo unitario para producir un frasco de 360g de jalea de tuna.

Tabla 4.22

Costos unitarios y costo total de producción para la elaboración de Jalea de tuna

Producto	Jalea	Dpto.	Tarija	
Unidades	66 unidades/360g	Municipio	El Punte	
Cantidad (Kg)	23,888	Distrito	Paicho	
		Comunidad	Paicho Caña Cruz	
Costo total de producción				Bs. 929,710
Costos	Cantidad	Unidad	Costo base (Bs)	Costo total (Bs)
Costos directos				Bs. 785,570
Costos de producción				
Tuna	60,000	kg	4,00	240,000
Azúcar	11,645	kg	7,00	81,515
Pectina	0,233	kg	300,00	69,900
Ácido cítrico	0,145	kg	21,00	3,045
Sorbato de potasio	0,015	kg	60,00	0,870
Etiquetas	66,000	Piezas	0,64	42,240
Frascos de vidrio	66,000	Piezas	2,65	174,900
Jefe de producción	6,000	Horas	16,83	100,980
Personal de proceso	6,000	Horas	12,02	72,120
Costos indirectos				Bs. 144,136
Costos de producción				
Agua potable	1,807	m3	0,56	1,012
Energía eléctrica	34,260	kw	0,88	30,149
Gas GLP	34,790	kg/h	2,50	86,975
Personal de limpieza	2,500	Horas	10,40	26,000
Costo unitario (frasco de 360g)				Bs. 14,086

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.22, el costo unitario para la jalea de tuna de un frasco de 360g es de 14,09 Bs envasado en frascos de vidrio.

4.4 Resumen del costo total de inversión para la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho del municipio El Puente

La tabla 4.23, muestra el detalle de los costos de inversión en activos fijos y capital de trabajo para determinar la inversión total del proyecto de ingeniería para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho del municipio El Puente de la segunda sección de la provincia Méndez.

Tabla 4.23

Costos total de inversión para la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho

Detalle	Costo total (Bs)
Costos de inversión fija	596.675,80
Terreno	4.002,00
Edificación y obra civil	419.688,00
Maquinaria y equipos del proceso productivo	113.066,55
Material complementario	6.484,70
Mobiliario, muebles y equipos de oficina	20.378,80
Material de limpieza	691,00
Material de seguridad	760,00
Caja de herramientas	665,75
Instrumentos de laboratorio	30.300,00
Material de laboratorio	639,00
Costos de capital de trabajo	39.645,08
Análisis fisicoquímicos de la tuna	1.020,00
Análisis fisicoquímicos de mermelada	510,00
Análisis fisicoquímicos de jalea	510,00
Análisis microbiológicos de mermelada	300,00
Análisis microbiológicos de jalea de tuna	300,00
Consumo de energía eléctrica	2.693,20
Consumo de gas GLP	4.411,28
Consumo de agua	60,00
Mantenimiento de equipos	6.700,00
Mano de obra	21.901,00
Costo de materia prima e insumos	1.239,60
TOTAL	636.320,88

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los diagramas de flujo indican las etapas del proceso a ser aplicados en la elaboración de mermelada y jalea; en base a los procesos determinados se realiza el layout de procesos para la elaboración de mermelada y jalea de tuna, muestran las operaciones a llevarse a cabo durante el proceso productivo, los insumos utilizados, las pérdidas y tiempo a emplear en cada una de las operaciones.
- Se realiza el balance de materia de cada uno de los procesos productivos con la finalidad de determinar los requerimientos de materia prima e insumos, el balance de materia de mermelada de tuna se realizó a partir de 60 kg de materia prima tuna, obteniendo 25,251kg de producto terminado, lo que representa 70 frascos de 360g cada uno, con un rendimiento del 35%, como se observa se tiene un valor relativamente bajo, perdiéndose más de la mitad de la masa de tuna en la etapa de acondicionamiento y así también se pierde masa en forma de vapor de agua en la etapa de concentración.
- De igual manera se realiza el balance de materia para la jalea de tuna a partir de 60kg de tuna, se obtiene 23,888 kg de jalea, lo que representa 66 frascos de 360g cada uno, con un rendimiento del 33%, debido a que se elabora a partir del jugo de la tuna y perdiéndose masa en forma de vapor de agua en la etapa de concentración.
- La capacidad de producción de la planta piloto procesadora de tuna está en función de la producción y disponibilidad de materia prima (tuna) en el distrito de Paicho del municipio El Puente, la producción es baja ya que no existe un excedente de producción de tuna, se determinó que la planta sea de escala piloto con una capacidad de producción por día de 60 kg; el abastecimiento de materia prima para la planta será de cinco veces por semana, donde tres días de la semana se produce mermelada y dos días se obtendrá jalea.
- La selección de maquinaria y equipamiento para la planta piloto procesadora de tuna, se realiza tomando en cuenta los factores más relevantes como la

cantidad de materia prima a procesar, requisitos de uso, especificaciones de la maquinaria y equipo, el precio, la previsión de futuro, el coste de mantenimiento, referencias y entre otros factores considerados importantes para la selección.

- El layout de equipos se realiza en base a los procesos determinados para la elaboración de mermelada y jalea de tuna para definir la distribución racional y lógica de la maquinaria y equipos de procesamiento de la planta piloto, donde se define que la distribución será en forma de “U”, dejando espacios para el pasaje de personal, con la finalidad que efectúen sus movimientos con el mínimo recorrido, en tiempo mínimo y sin interferencias. Así mismo, se realiza la distribución general de la planta se tiene en cuenta los equipos, los espacios que va a disponer el personal y los materiales a utilizarse y finalmente las distancias que existirán con los servicios auxiliares como almacenes de productos terminados, sala del caldero, servicios sanitarios y las demás áreas.
- La inversión requerida para los activos fijos incluye terreno, edificación, obra civil, maquinaria, equipos, material complementario, instrumentos y materiales de laboratorio, mobiliario, muebles, equipo de oficina, material de seguridad, material de limpieza y caja de herramientas es de Bs 596.675,80 que representa USD 85.729,28.
- Los costos de capital de trabajo en la implementación de la planta piloto, son calculados en base a los costos directos e indirectos de fabricación, considerando los requerimientos de materias primas e insumos, mano de obra, agua potable, energía eléctrica, gas GLP, mantenimiento de equipos, análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la tun y productos terminados; el costo total es de Bs 39.645,08 que representa USD 5.696,13.
- La inversión total requerida para poner en funcionamiento la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho del municipio El Puente es de Bs 636.320,88 que representa USD 91.425,41.

- El costo unitario de la mermelada de tuna envasado en frascos de vidrio es de Bs 13,41 por 360g de mermelada, el cálculo toma en cuenta el costo total de producción el cual es de 938,593 Bs en base a 60 kg de tuna y los requerimientos de insumos, mano de obra, consumo de agua potable, energía eléctrica y gas. El costo unitario de la jalea de tuna de un frasco de 360g es de Bs 14,09, el costo total de producción de la jalea es de Bs. 929,710.

Para generar ganancias se puede agregar un porcentaje de utilidad comparando con el precio venta de productos con características similares en el mercado y considerando el valor nutricional del producto.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que los productores puedan mejorar y aumentar la producción de tuna con la finalidad de poder ampliar la diversidad de productos derivados de tuna, considerando que se puede obtener una amplia variedad de productos alimenticios y bebidas a partir de la tuna, y así también se recomienda realizar investigaciones sobre la aplicación de la cáscara de tuna ya que cuenta con varias propiedades benéficas, como ser el contenido de vitaminas, minerales, antioxidantes y el contenido de fibra soluble e insoluble; de manera que para elaborar los diferentes derivados de tuna se pueda emplear la misma planta y requiera de equipamiento similares a los empleados para la obtención de mermelada y jalea, de este modo generar mayor rentabilidad de la planta piloto.
- Se recomienda elaborar mermeladas y jaleas a partir de otras frutas que se producen en la zona de Paicho, como ser durazno, manzana, higo, etc., obteniendo diferentes tipos de mermeladas producidas en la zona con la finalidad de utilizar la misma planta y emplear la maquinaria y equipos con los que cuenta la planta piloto procesadora de tuna.
- Se recomienda realizar el estudio de mercado para determinar la oferta y demanda de mermelada y jalea de tuna. Así también se recomienda realizar un

estudio de evaluación financiera para determinar la rentabilidad económica de la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.

- Se recomienda utilizar la planta piloto para ayuda social en las comunidades rurales de Paicho, que agrupaciones sociales como club de madres y otras puedan elaborar sus propias mermeladas y jaleas para consumo familiar y así también como fuente de ingresos económicos.