CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La producción de hortalizas en Bolivia es de aproximadamente 240 toneladas, produciéndose una variedad de hortalizas como: apio, achojcha, berenjena, brócoli, coliflor, espinaca, lechuga, pimentón, tomate, vainita, zanahoria, zapallo y otros, siendo una diversidad mayor al de treinta especies (FDTA – Valles, 2010).

La alcachofa *(**Cynara cardunculus L.),*** se trata de una planta originaria del Norte de África y Sur de Europa. Durante la época romana se habla de ella como planta cultivada, y a lo largo de los siglos se van cultivando las variedades locales, que son la base de los cultivares actuales (Agrinovascience, 2018).

La alcachofa es el fruto de la alcachofera ***(Cynara scolimus),*** planta perenne de hasta 2 metros de altura, con hojas muy lobuladas, sin espinas, de un verde pálido y con hilos blanquecinos por su parte inferior. En lo alto de sus tallos aparecen las alcachofas, en forma de cabezuela recubierta de brácteas coriáceas, comestibles en su base que es blanca y tierna. Cuando envejecen las brácteas se hacen más duras y no son comestibles y aparecen las flores azules en su parte superior (HSJD, 2021).

Según diversos estudios agroecológicos, Bolivia tiene regiones con condiciones adecuadas para el cultivo de alcachofas, especialmente en zonas de clima templado como los valles interandinos, donde se encuentra Tarija. El clima moderado y suelos bien drenados son factores importantes para el éxito del cultivo (M.D.R y T, 2017).

Morales investigó el cultivo de alcachofa en la región sur de Bolivia, destacando la importancia de capacitar a los agricultores locales en técnicas de manejo adecuado del cultivo para mejorar los rendimientos y la calidad del producto. En su estudio, señaló que la falta de acceso a tecnología y conocimiento es uno de los principales obstáculos para el desarrollo del sector (Morales, 2012).

En un estudio de factibilidad realizado por el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (2019), se destacó la importancia de diversificar cultivos en Bolivia, y se mencionó la alcachofa como una de las hortalizas con potencial para ser explotada de manera comercial en ciertas regiones del país, incluida la ciudad de Tarija (M.D.R y T, 2019).

1.2 Justificación

- La comunidad de San Mateo cuenta con condiciones agroclimáticas favorables para el cultivo de alcachofa, y actualmente se tiene la producción familiar de esta hortaliza a pequeña escala. Sin embargo, gran parte de la cosecha no es aprovechada, lo que limita significativamente su rentabilidad económica. La implementación de una planta piloto permitirá industrializar los corazones de alcachofa transformándolos en un producto de mayor valor agregado, como ser el escabeche en conserva, extendiendo su vida útil, mejorando su presentación y facilitando la disponibilidad de este producto para los consumidores del departamento de Tarija.

- Este proyecto representa una oportunidad concreta para dinamizar la economía de la comunidad de San Mateo, mediante el fomento del agroemprendimiento familiar. Al industrializar la alcachofa y comercializarla alargando su vida útil, se podrá generar una nueva alternativa de ingreso, y empleo en procesamiento de alimentos.

- Procesar la alcachofa bajo un sistema tecnificado con buenas prácticas de manufactura (BPM) y bajo la normativa del SENASAG e IBNORCA que permitirá garantizar un producto inocuo y de calidad. Además, el escabeche como método de conservación natural reduce el uso de aditivos artificiales y puede aprovecharse los beneficios nutricionales de la alcachofa durante más tiempo. De esta forma, el proyecto busca contar con los principios de seguridad alimentaria y transformación responsable de este producto alimenticio, necesarios para satisfacer a los consumidores.

1.3 Objetivos

Con el presente trabajo de ingeniería de proyecto para la implementación de la planta piloto para la elaboración de corazones de alcachofa en conserva, se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

1.3.1 Objetivo general

Implementar planta piloto de la elaboración de corazones de alcachofa en conserva, mediante ingeniería de proyectos en la comunidad de San Mateo-Tarija.

1.3.2 Objetivos específicos

- Seleccionar el método de conservación para el proceso de elaboración de corazones de alcachofa en la planta piloto.

- Realizar los diagramas de balance de materia y energía y layout de proceso de la planta piloto de alcachofa en conserva.

- Definir la capacidad de producción diaria, mensual y anual de la planta piloto en función de la disponibilidad de alcachofa en la comunidad de San Mateo.

- Elaborar los planos de distribución de la planta piloto de alcachofa en conserva con el fin de establecer la superficie a ser construida.

- Determinar los costos fijos y variables para la implementación de la planta piloto de alcachofa en conserva.

- Determinar el costo unitario y precio de venta del escabeche de corazones de alcachofa en conserva.

- Determinar la capacidad y tipo de envase a ser utilizado para el producto de los corazones de alcachofa.

1.4 Análisis de involucrados para la implementación de la planta piloto procesadora de alcachofa en conserva

El Cuadro 1.1 presenta el análisis de involucrados para la implementación de la planta piloto de alcachofa en conserva, mostrando los grupos estratégicos que tienen interés y relación directa o indirecta con el presente proyecto.

Cuadro 1.1

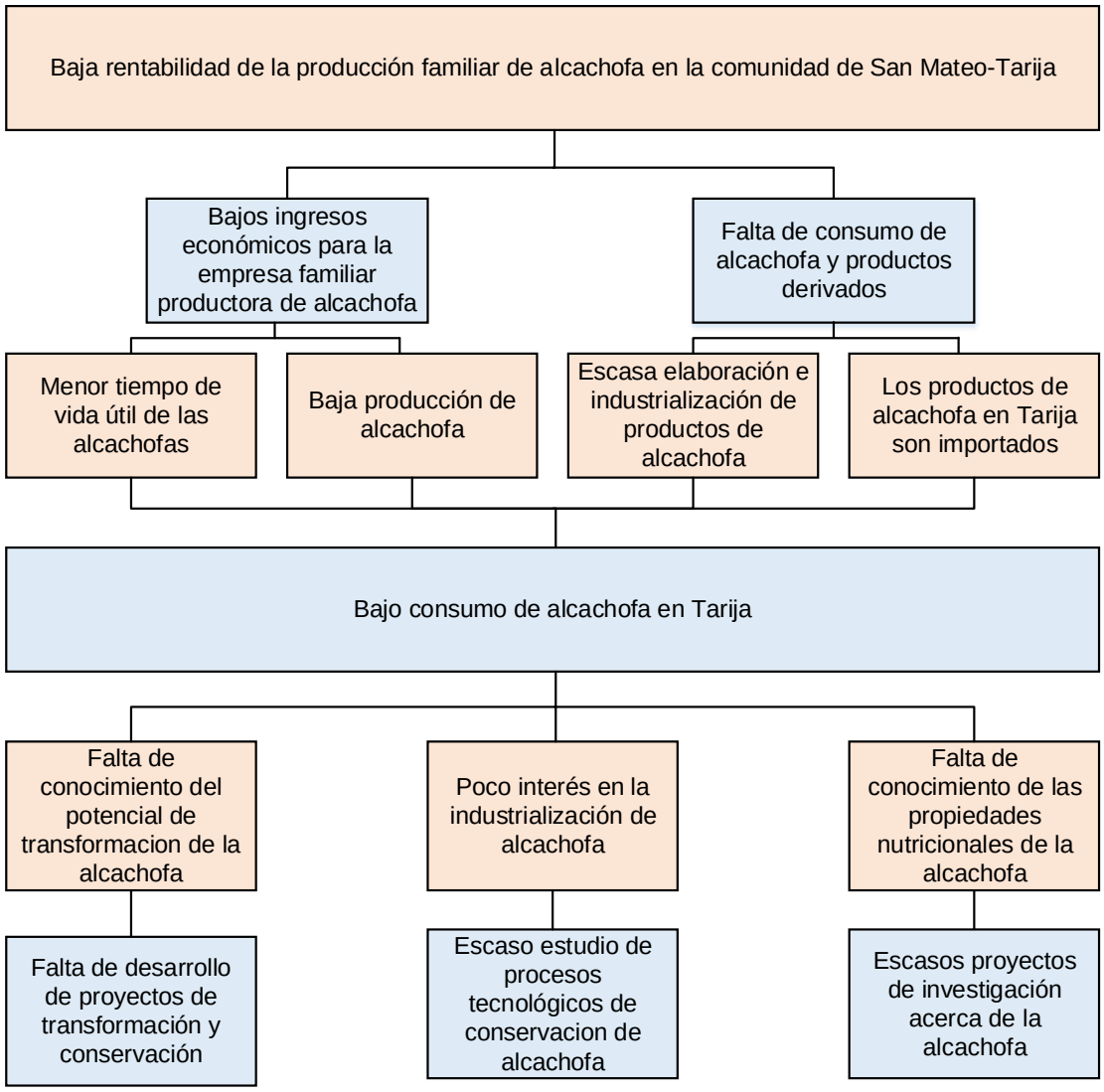
Análisis de involucrados planta piloto procesadora de alcachofa en conserva

Grupos	Intereses en el proyecto	Problemas percibidos	Recursos y mandatos
Familia productora (empresa familiar)	Procesar y comercializar alcachofa para mejorar ingresos.	-Baja rentabilidad por venta de alcachofa. -Pérdidas por deterioro de las alcachofas.	-Iniciar y gestionar la planta piloto. -Cultivar, procesar y comercializar.
Consumidores directos (Tarija)	Disponibilidad de productos en conserva gourmet.	Falta de productos saludables, locales y con buen sabor.	Adquisición y valoración de alcachofa.
Mercado nacional de alcachofa fresca	Recepción de producto fresco de buena calidad.	-Escasez estacional -Falta de proveedores confiables de alcachofa de calidad.	Adquirir las alcachofas frescas grandes directamente.
Productor de infusión/té de alcachofa	Recepción del residuo útil (hojas) para elaborar infusiones.	Dificultad para obtener hojas de alcachofa frescas y de buena calidad.	Reutilizar las hojas y tallos de alcachofa.
Ofertantes de insumos y materiales	Venta de materiales y suministros como frascos, vinagre, aceite, condimentos, etiquetas, etc.	Escasez en demanda de productos en cantidad superior a la domiciliara.	Compra responsable y controlada para garantizar la calidad del producto final.
SENASAG	Brindar licencia de supervisión de funcionamiento del proceso y del producto en la planta piloto.	Falta de cumplimiento de buen funcionamiento.	Capacidad de otorgar permisos de funcionamiento para elaboración y venta de alimentos.
SEDES	Otorgar los carnets sanitarios para el personal de la planta piloto.	Riesgo sanitario por falta de higiene y autorización en nuevas plantas de alimentos.	Control sanitario de los operarios dentro de una empresa alimentaria.

Fuente: Elaboración propia

1.5 Árbol de problemas de planta piloto procesadora de alcachofa en conserva

En la Figura 1.1, se presenta el árbol de problemas para implementar la planta piloto para la elaboración de escabeche de corazones de alcachofa en la comunidad de San Mateo, Tarija.

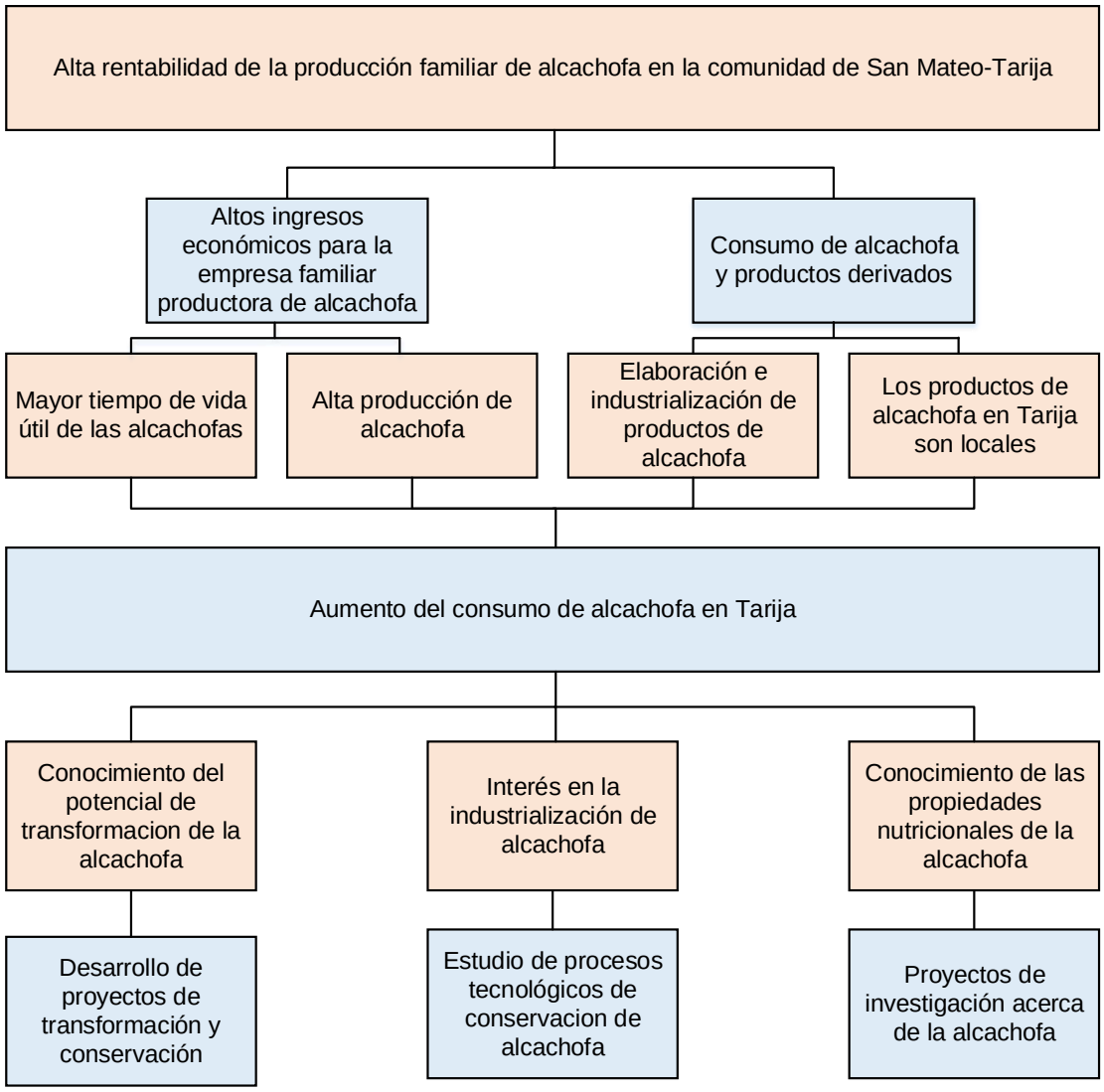


Fuente: Elaboración propia

Figura 1.1 Árbol de problemas de planta piloto para la elaboración de corazones de alcachofa en conserva.

1.6 Árbol de objetivos de la planta piloto procesadora de alcachofa en conserva

En la Figura 1.2, se presenta el árbol de objetivos para la implementación de la planta piloto para la elaboración de escabeche de corazones de alcachofa en la comunidad de San Mateo, Tarija.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1.2 Árbol de objetivos de la planta piloto para la elaboración de corazones de alcachofa en conserva.

1.7 Marco lógico de la planta piloto de alcachofa en conserva

El marco lógico es el enfoque metodológico de mayor uso en el diseño, ejecución y evaluación de proyectos de desarrollo social, donde resume y le da dirección lo que el proyecto pretende hacer (Ortegón et al., 2005).

El Cuadro 1.2 (a) y Cuadro 1.2 (b), muestra la matriz de marco lógico estableciendo las pautas para el desarrollo, seguimiento y evaluación del proyecto.

Cuadro 1.2 (a)

Matriz de marco lógico planta piloto procesadora de alcachofa en conserva

	Resumen narrativo	Indicadores	Verificadores	Supuestos
Fin	Contribuir al desarrollo económico de la comunidad de San Mateo.	-Incremento del ingreso familiar. -Participación en ferias y aplicación de redes de comercialización regional.	-Registros de ventas y ganancias. - Actas de participación en ferias/comerciales.	- Estabilidad económica. - Apoyo institucional al emprendimiento rural.
Propósito	Valorizar la alcachofa en la comunidad de San Mateo a nivel agroindustrial.	Planta procesadora de alcachofa.	- Informe técnico de instalación. - Registros de producción y ventas.	- Disponibilidad de materia prima. - Aceptación del producto en el mercado.
Componentes	1.Aplicación de los conceptos de ingeniería de proyecto para la elaboración de escabeche de corazón de alcachofa.	-Cantidad de materia prima a ser procesada en la planta piloto por día.	- Registro sobre la capacidad de producción de la planta piloto.	-Conceptos adecuados y acertados para el desarrollo del producto.
	2. Planta piloto para la producción de escabeche de corazones de alcachofa en funcionamiento.	- Infraestructura habilitada según normativas SENASAG. - Planos de distribución de la planta.	-Acta de inspección técnica. -Planos de la instalación. -Préstamo económico.	- Acceso a financiamiento básico. - Tramite económico completo.
	3. Desarrollo del producto siendo una conserva de corazones de alcachofa.	- Formulación establecida y registrada. - Requisitos microbiológicos y fisicoquímicos.	-Fichas técnicas del producto. - Resultados de laboratorio.	- Asistencia técnica para pruebas de formulación y validación departamental.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 1.2 (b)

Matriz de marco lógico planta piloto procesadora de alcachofa en conserva

	Resumen	Indicadores	Verificadores	Supuestos
Actividades	**Componente 1**			
	Determinar el tamaño de la planta piloto procesadora de alcachofa	Cantidad de materia prima a procesar por día	Documento de información de la capacidad de producción de la planta piloto.	El tamaño de la planta piloto es adecuado con la disponibilidad de alcachofa.
	Definir los métodos óptimos para la elaboración de escabeche de corazones de alcachofa.	-Secuencia de las operaciones en el proceso de elaboración. -Balance de materia de cada operación.	Documento de descripción de las operaciones de producción y requerimiento de materia prima e insumos.	El proceso adecuado permite obtener una conserva alimenticia de calidad.
	Componente 2			
	Diseño de planta y líneas de producción.	Disposición adecuada de maquinaria, equipos y materiales.	Plano de distribución general en planta.	Se tiene un diseño adecuado para el proceso.
	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 de equipos, requerimiento del personal y servicios básicos	Los requerimientos y distribución de áreas, equipamiento y servicios básicos son adecuados para buen funcionamiento de la planta piloto.
	Determinar los costos de fijos y los costos variables de implementar la planta piloto.	Disponer el monto ya existente y adquirir el préstamo de lo faltante.	Documento del detalle de los costos fijos y variables y solicitando el préstamo.	Se distribuyen correctamente los costos. El crédito es adquirido y se logra tener el costo total de implementación.
	Gestionar recursos para cubrir el costo total de Bs 470.000,00 de inversión.	Solicitar un préstamo de Bs 300.000 para la planta piloto.	Documentos avalando el préstamo, contrato, pagare, garantía y póliza.	Se adquiere el préstamo y con los recursos propios se cubre el costo total de inversión.
	Componente 3			
	Elaborar escabeche de corazón de alcachofa de calidad.	Desarrollo de receta, pruebas piloto y etiquetado	Documentos de registro de ventas.	El producto se promociona y se difunde.
	Identificar proveedores para insumos y envases.	Definir la variedad y cantidad de insumos y envases a utilizar.	Documentos de registro de proveedores y compras.	Los proveedores cumplen con la calidad de insumos y envases entregados.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de las conservas

Las conservas alimenticias tienen su origen en la necesidad del ser humano de prolongar la vida útil de los alimentos, especialmente durante épocas de escasez o para facilitar su transporte (Fernández, 2015).

A lo largo de la historia, diversas culturas desarrollaron métodos para preservar alimentos mediante la aplicación de calor, el uso de soluciones ácidas o saladas, y el almacenamiento en recipientes herméticos (Rodríguez, 2018).

Este proceso fue evolucionando hasta consolidarse como una técnica industrial que combina la inocuidad microbiológica con el mantenimiento de las características sensoriales del producto (Gómez, 2020).

2.1.1 Definición general de conserva alimenticia

Según Nicolás Appert, 1975: Las conservas son el resultado de un proceso de manipulación y envasado de alimentos que evitan o ralentizan su deterioro. Esto supone una gran ventaja para el almacenamiento de los alimentos y, por tanto, la supervivencia del ser humano, ya sea para guardar los excedentes de ciertas temporadas o para consumirlas en tiempo de escasez. (Rubén, 2022)

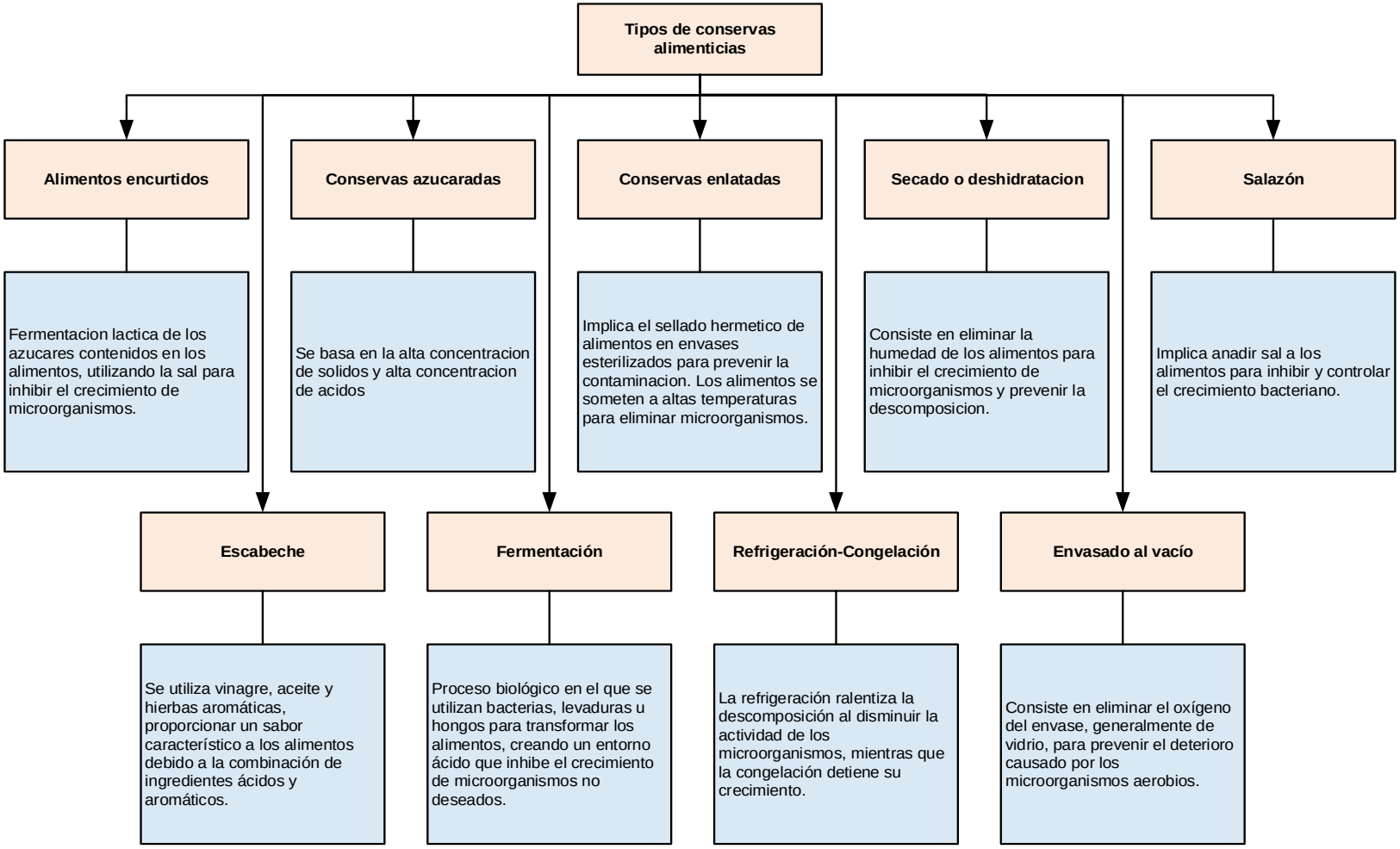
Las conservas son productos envasados herméticamente, que han sido sometidos a procesos de esterilización industrial para lograr una conservación a temperatura ambiente por un período prolongado, pueden realizarse conservas de gran número de productos: frutas, hortalizas y carnes, la elaboración de conservas principalmente vegetales son productos acidificados (LIPA, 2018).

2.1.2 Tipos de conservación de alimentos

Conservación es mantener el mayor tiempo posible el grado más alto de calidad de un alimento determinado tratando de disminuir los efectos de los diversos mecanismos de alteración (Rozano et al., 2004).

Durante los procesos de preparación de alimentos, sean domésticos o industriales, pueden perder nutrientes inevitablemente (Alighieri, 2011).

La Figura 2.1 muestra los tipos de conserva alimenticias.



Fuente: Consum, 2024

Figura 2.1: Tipos de conservas alimenticias

2.1.3 El escabeche como método de conservación

El escabeche es una mezcla líquida en la que se sumerge el alimento y se le aplica calor hasta cocerlo. Los escabeches están compuestos por partes de aceite y de vinagre, que puede ser sustituido en parte por vino u otro licor. También se añaden hierbas aromáticas, especias y hortalizas, que aportarán olor y sabor al preparado. Se pueden hacer escabeches más suaves o más fuertes aumentando o incrementando la cantidad de vinagre. Se utiliza en carnes, aves, verduras, pescados y mariscos (Salvatierra, 2019).

2.1.4 Conservación de hortalizas

Las hortalizas al tener origen biológico se componen de proteínas, lípidos, vitaminas, enzimas, etc. A lo largo del procesamiento, conservación o elaboración pueden sufrir múltiples reacciones que originan el deterioro del alimento. Estas reacciones pueden ser por causas biológicas, enzimáticas y fisicoquímicas: pH, Temperatura, actividad de agua (Rozano et al., 2004).

Todos los tratamientos físicos y químicos modifican las características organolépticas, salvo el uso de aditivos, ya que para poder añadir un aditivo como condición necesaria es que no deben modificar las características organolépticas de la hortaliza que se desee conservar. El método de conservación elegido debe asegurar la higiene de los productores. Los métodos de conservación de las hortalizas principalmente aplicadas es la conservación por congelamiento y la conservación por calor, esta se basa en eliminar principalmente microorganismos, causantes de la descomposición de las hortalizas en latas o frascos estos métodos son muy empleados para guardarlos posteriormente. La pasteurización y la esterilización son métodos de calor que preferiblemente se deben aplicar en periodos cortos de tiempo para que las hortalizas conservan mejor tanto sus propiedades nutricionales como sus características organolépticas (Rozano et al., 2004).

2.2 La alcachofa

Su nombre científico es ***Cynara escolymus, L.*** Se trata de una planta originaria del Mediterráneo Oriental. Es una de las joyas de la dieta mediterránea. También la alcachofa ha sido el prototipo de hortaliza sana, de amplio espectro medicinal. Se ha

recomendado en el campo de la nutrición por considerar que su consumo es muy saludable a distintos niveles del organismo, gracias a sus reconocidas propiedades coleréticas, hepatoprotectoras y diuréticas (Rozano et al., 2004).

2.2.1 Propiedades y composición nutricional de la alcachofa

Por su composición, la alcachofa no es sólo un alimento que aporta nutrientes, sino que se presenta como eficaz protector de la salud además su bajo contenido calórico y alta proporción de agua y fibra la convierte en un recurso excelente de las dietas de adelgazamiento. Los extractos de los tejidos finos de la alcachofa se utilizan en cosmética como ingrediente de los tónicos o lociones ligeramente astringentes útiles para limpiar y refrescar el cutis o para vigorizar el cabello, así como para otras aplicaciones medicinales y no alimentarías. Las hojas de la alcachofa se utilizan para fabricar un licor llamado *Cynara*, que se usa como aperitivo amargo (CIPCA, 2018).

Esta hortaliza es baja en calorías y ayuda a controlar el peso. Contribuye a mantener el colesterol bueno, protegiendo el sistema circulatorio. Es una hortaliza con grandes propiedades curativas, es tónica del hígado, depuradora sanguínea, muy digestiva, estimulante, diurética, actúa favoreciendo la eliminación de urea (Rozano et al., 2004).

La Tabla 2.1 muestra el valor nutricional por cada 100 g de alcachofa comestible.

Tabla 2.1

Valor nutricional de la alcachofa

Componente	Unidades	Valores
Proteínas	g	2,59
Carbohidratos	g	6,72
Vitamina A	U.I.	270,00
Calcio	mg	50,00
Fósforo	mg	90,00
Hierro	mg	0,50
Calorías	cal	38,00

Fuente: (UNAM, 2025)

Las cualidades terapéuticas de la alcachofa son tales que tanto la medicina tradicional como la homeopática la incluyen en la composición de muchos fármacos orientados a tratar problemas como: insuficiencias hepáticas y renales, colelitasis, ictericias,

colesterol. Su consumo es además muy recomendable por su alto contenido en hidratos de carbono, proteínas, ácido fólico y vitaminas A, B, B_3 y especialmente la vitamina C, que se mantiene perfectamente en conserva (Quiroga, 2019).

2.2.2 Variedades de alcachofa

Se diferencian principalmente por la forma (esférica u oval), tamaño, color (verde o violeta) de la cabezuela, la precocidad, por poseer o no espinas. Las principales variedades son: Imperial Star, Green Globe (Redonda Verde), Blanca de Tudela, Violeta de Provenza, Violeta de Palermo, romana gruesa, precoz de Catania, Camus de Bretaña, Blanca de Hieros (Rozano et al., 2004).

2.2.3 Importancia agroindustrial de la alcachofa en Bolivia

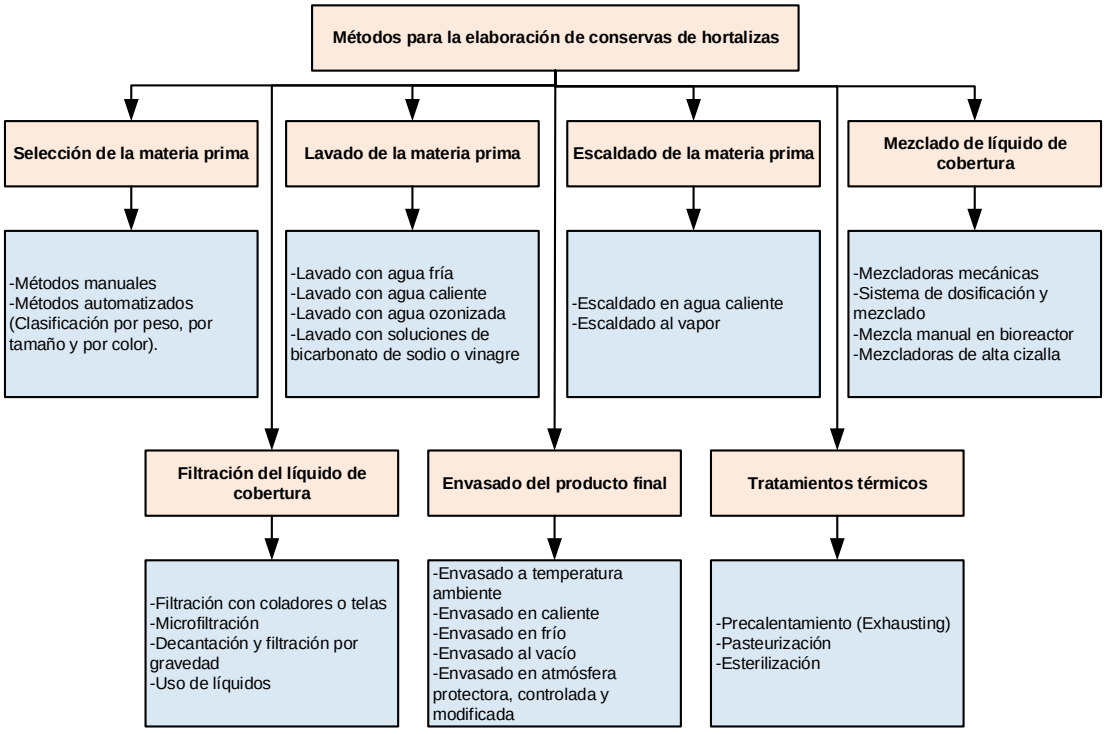
Según el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE), entre 2006 y 2020 Bolivia importó más de 9,6 millones de toneladas de alimentos por un valor total de USD 7.019 millones. La alcachofa podría incluirse en estas cifras como parte de verduras y preparados hortofrutícolas. Un informe del Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA) menciona que entre 2000 y 2016 las importaciones de hortalizas se incrementaron significativamente. Aunque no se cita la alcachofa específicamente, sugiere una tendencia de alta dependencia de productos vegetales (CIPCA, 2018).

La alcachofa es una hortaliza altamente valorada por su composición nutricional y sus propiedades funcionales, con aplicaciones tanto en la industria alimentaria como en la farmacéutica. Su procesamiento en forma de corazones, extractos, encurtidos o escabeches ofrece valor agregado y posibilidades de diversificación productiva. Tarija, por sus condiciones agroclimáticas, cuenta con zonas aptas para su cultivo, lo que permitiría el establecimiento de cadenas productivas sostenibles, con impacto en la seguridad alimentaria, el empleo rural y el desarrollo económico local, además, la tendencia internacional hacia el consumo de alimentos saludables abre una oportunidad para posicionar productos derivados de la alcachofa tarijeña en nichos de mercado diferenciados. Con el apoyo técnico adecuado y políticas de incentivo a la agroindustria, Bolivia no solo puede reducir su dependencia de importaciones

hortícolas, sino también convertirse en un actor emergente en la producción y transformación de esta valiosa hortaliza (El País, 2023).

2.3 Descripción de los métodos de elaboración de alimentos en conserva

Los principales métodos empleados en la elaboración de hortalizas en conserva (escabeche) se muestra en la Figura 2.2.



Fuente: Terra Food Tech, 2025.
Figura 2.2: Métodos para la elaboración de conservas de hortalizas.

2.3.1 Métodos para la selección de la materia prima

Se presentan los criterios y métodos utilizados para la selección de la materia prima en procesos de conservación.

2.3.1.1 Métodos manuales

La clasificación manual implica que operarios inspeccionen y seleccionen los alimentos basándose en criterios como apariencia, tamaño y color. Aunque este método permite una evaluación detallada, puede ser subjetivo y menos eficiente en términos de tiempo y mano de obra (FAO, 2008).

2.3.1.1.1 Clasificación por tamaño

Este método organiza los alimentos según sus dimensiones físicas (Gómez, 2024).

2.3.2 Métodos para el lavado de la materia prima

Se consideran los siguientes métodos para realizar el lavado de las materias primas a procesar.

2.3.2.1 Lavado con agua fría

El método más común para limpiar frutas y verduras es el lavado con agua fría. Este proceso ayuda a eliminar residuos de tierra, polvo y algunos pesticidas superficiales. Se recomienda frotar suavemente las superficies de los alimentos bajo el chorro de agua fría para maximizar la eliminación de contaminantes (Villaescusa, 2025).

2.3.3 Métodos para el escaldado de la materia prima

Las variaciones de este método que son utilizados para el escaldado de la materia prima en procesos de conservación son los siguientes:

2.3.3.1 Escaldado en agua caliente

Este es el método más común, donde los alimentos se sumergen directamente en agua hirviendo durante el tiempo requerido. Es efectivo para inactivar enzimas y facilitar el pelado de productos como tomates y almendras (Garda, 2009).

2.3.4 Métodos para el mezclado del líquido de cobertura

Para el mezclado del líquido de cobertura de las conservas alimenticias se toman en cuenta los siguientes métodos:

2.3.4.1 Mezclado manual en recipiente

El mezclado manual en la elaboración de conservas de verduras en un bioreactor u olla consiste en agitar o mover los ingredientes de forma continua y uniforme, con el fin de asegurar la homogeneidad de la mezcla durante el proceso. Esta operación facilita una distribución equilibrada de los componentes, mejora la transferencia de

calor y ayuda a mantener condiciones adecuadas para la posterior conservación del producto (Acura, 2025).

2.3.5 Métodos para la filtración del líquido de cobertura

Para filtrar el líquido de cobertura se presentan las siguientes maneras de hacerlo:

2.3.5.1 Filtración con coladores o telas

La filtración con colador de acero inoxidable es una operación manual que permite separar partículas sólidas no deseadas mediante el paso del líquido. Este proceso contribuye a obtener una mezcla más limpia y uniforme, asegurando una mejor calidad en la etapa de envasado del producto (Oelsner, Moya y Meilán, 2020).

2.3.6 Métodos para el envasado del producto

En esta importante operación en el proceso de elaboración de productos alimenticios se presentan las siguientes metodologías y técnicas:

2.3.6.1 Envasado de alimentos en caliente

El envasado en caliente o proceso de envasado por llenado en caliente se realiza a altas temperaturas. Es un sistema apto tanto para alimentos como para líquidos y se usa para poder mantener todas las propiedades y la vida útil del producto, sin tener que utilizar en ningún caso conservantes o productos químicos. Este sistema de envasado, además, permite reducir costes respecto a otros sistemas de conservación, mantiene las propiedades del producto intactas, no requiere conservantes ni otros productos químicos y es un proceso sostenible (Group, 2023).

2.3.7 Tratamientos térmicos para el producto en conserva

Se describen los tratamientos térmicos aplicados para asegurar la estabilidad y seguridad del producto en conserva.

2.3.7.1 Preesterilización o precalentamiento (exhausting)

Este tratamiento térmico se aplica a alimentos envasados en recipientes adecuados antes de la esterilización. Su objetivo es eliminar el oxígeno presente en el envase

para evitar reacciones de deterioro, como la oxidación de compuestos naturales y la corrosión de envases metálicos. Además, la ausencia de oxígeno dificulta el desarrollo de microorganismos aerobios, mejorando la eficacia de la esterilización y reduciendo el tiempo necesario para ella (Yañez, 2008).

2.3.7.2 Pasteurización

La pasteurización es un proceso térmico que consiste en calentar alimentos a temperaturas específicas durante tiempos determinados para destruir microorganismos patógenos y enzimas que pueden causar deterioro. Este método, desarrollado por Louis Pasteur en el siglo XIX, se aplica comúnmente a líquidos como leche, jugos y vinos. Por ejemplo, la pasteurización de la leche implica calentarla a temperaturas que oscilan entre 54.4°C y 60°C antes del envasado, garantizando su seguridad y extendiendo su vida útil (Ceup, 2022).

2.3.7.3 Esterilización

La esterilización es un proceso térmico más intensivo que la pasteurización, diseñado para destruir todos los microorganismos presentes en un alimento, incluyendo sus esporas. Se aplica comúnmente a alimentos enlatados y otros productos que requieren una vida útil prolongada sin refrigeración. Este proceso implica calentar los alimentos a temperaturas superiores a 100°C durante períodos prolongados, lo que garantiza permanecer estable microbiológicamente (Linares y Jiménez, 2023).

2.4 Descripción de insumos del líquido de cobertura

Se describen los insumos empleados en la formulación del líquido de cobertura utilizado para conservar hortalizas, considerando su función tecnológica y efecto en la conservación, como ser:

2.4.1 Aceite de oliva

El aceite de oliva es un lípido vegetal extraído por presión de las aceitunas, empleado en preparaciones de alimentos por su sabor distintivo, su aporte de textura y propiedades antioxidantes por su baja acidez, mejoran la calidad y conservación del producto (Carretto et al., 2002).

2.4.2 Vinagre de alcohol

El vinagre blanco de alcohol es una solución acuosa de ácido acético al 4-6% obtenida por fermentación de alcohol (Costenbader, 2001, p.21).

Por presentar un sabor neutral que no altera el sabor original de las hortalizas, su precio accesible y su alto contenido de ácido acético, lo que actúa como conservante natural inhibiendo microorganismos (Martín, 2019, p.9).

El ácido acético del vinagre crea un ambiente hostil para microorganismos, evitando la descomposición de las verduras (Proartal Food, 2023, p.34).

2.4.3 Agua potable

El agua potable es el agua tratada (hervida) apta para el consumo humano sometida a ebullición, fundamental en la conservación de hortalizas, ya que, al ser utilizada como insumo en líquidos de cobertura, ayuda a reducir la descomposición microbiana y preserva la frescura y textura de los productos (García, 2021).

2.4.4 Ajo en cabeza

El ajo **(*Allium sativum*)** no solo es valorado por sus propiedades organolépticas que mejoran el sabor de diversos alimentos, sino también por sus características conservantes que prolongan la vida útil de las verduras. Esto se debe a los compuestos azufrados presentes en el ajo, como la alicina, que poseen propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Bender y Bárcenas, 2013).

2.4.5 Sal yodada fluorada

La sal yodada fluorada es la sal refinada compuesta principalmente por cloruro de sodio (NaCl), a la cual se añade yodo para prevenir deficiencias nutricionales y flúor para la salud dental (Zeratsky, 2024, p.68).

La sal en los líquidos de cobertura actúa como conservante al reducir el crecimiento bacteriano y preservar la frescura de las verduras. Además, añade sabor y mejora la textura de los productos conservados. Su función no solo es de conservación, sino también de realzar el sabor de los alimentos procesados (Hammond, 2022).

En la elaboración de líquidos de cobertura para la conserva de verduras, se pueden utilizar la sal común (cloruro de sodio), sal marina, sal de roca, o sales especializadas como la sal rosa del Himalaya (Acribia, 2025, p.99).

2.4.6 Pimienta negra

La pimienta negra en grano es un fruto seco y entero de la planta ***Piper nigrum***, utilizado como especia aromática (Magana, 2024, p.1).

Su eficacia en la conservación se atribuye a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes, que ayudan a prolongar la vida útil de los alimentos y a mantener su calidad organoléptica (The Best Preserves, 2025, p.74).

Aporte de sabor ligeramente picante y aroma característica al escabeche. Sus compuestos fenólicos tienen propiedades antioxidantes que ayudan a proteger al producto del deterioro oxidativo (Sivaramakrishnan y Gokulakrishnan, 2020, p.43).

2.4.7 Hojas de laurel secas

Son hojas deshidratadas de la planta ***Laurus nobilis,*** comúnmente utilizadas en la gastronomía como hierba aromática, además de su aporte aromático, las hojas de laurel **(*Lauris nobilis)*** poseen propiedades antibacterianas y antifúngicas, lo que puede contribuir a la prolongación de la vida útil de las conservas. Su inclusión en líquidos de cobertura no solo mejora el sabor, sino que también puede actuar como un agente natural de conservación (Coruña, 2025).

2.4.8 Ácido ascórbico

El ácido ascórbico es un compuesto orgánico conocido como vitamina C (aditivo E300), con acción antioxidante, soluble en agua (Kassinos & Vázquez, 2019, p.56).

El ácido ascórbico previene la oxidación de compuestos sensibles al oxígeno, como pigmentos y vitaminas evitando el pardeamiento del producto, ayudando a mantener su color, frescura y estabilidad durante el almacenamiento (Martínez, 2023, p.88).

Se emplea generalmente en forma de polvo soluble, disuelto en el líquido de cobertura antes del envasado (QPros, 2020, p.32).

CAPÍTULO III
INGENIERÍA DE PROYECTO

3.1 Ingeniería de planta piloto para la producción de escabeche de corazones de alcachofa en la comunidad de San Mateo, Tarija

Para la implementación de la planta piloto de elaboración de conserva (vinagre y aceite) y cocido (escaldado) de corazones de alcachofa en la comunidad de San Mateo se tomará en cuenta los siguientes aspectos: descripción del tipo de proceso de conservación para la elaboración del producto (por calor; escaldado, líquido de cobertura; vinagre y aceite, eliminación de oxígeno; exhausting y cerrado hermético, pH acido), descripción del requerimiento de insumos: Vinagre, aceite, agua, ajo, sal, pimienta y benzoato de sodio, elaboración del diagrama de flujo y su descripción.

Elaboración de layout de proceso y diagrama de recorrido de los procesos, balance de materia del proceso completo (desde la recepción hasta el producto final), cálculo de los servicios básicos (agua, vapor, electricidad y combustible) necesarios para el funcionamiento eficiente de la planta piloto mediante la elaboración del balance de energía.

Determinación de la capacidad de producción de la planta piloto y del ritmo de operación, incluyendo la selección de equipos y accesorios adecuados, así como la evaluación de su capacidad de uso en función de la producción esperada y la disponibilidad de alcachofa. Estimación de la superficie necesaria para la planta piloto y la distribución de las salas de proceso: recepción y pesado, selección, lavado, escaldado, área de trabajo, mezclado, filtrado, envasado, esterilización, empaque, enfriado y almacenamiento. Considerando los factores que influyen en la ubicación de la planta piloto se realiza la descripción de la macro y micro localización de la planta piloto en la comunidad de San Mateo.

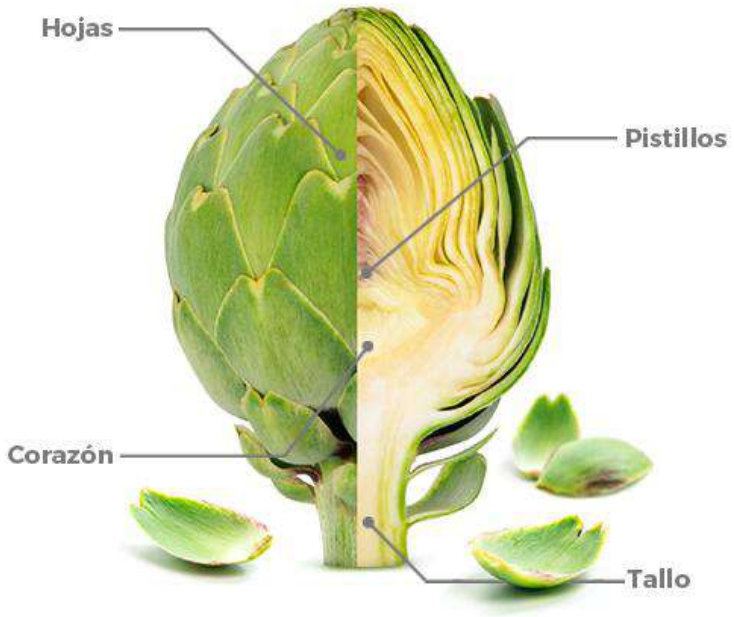
3.2 Descripción de alcachofa como materia prima

La alcachofa ***(Cynara escolymus L.)*** es una hortaliza perenne originaria de la región mediterránea, conocida por su alto valor nutricional, versatilidad culinaria y propiedades funcionales. Como materia prima para la elaboración de conservas, su principal atractivo radica en los corazones de alcachofa, que son la parte interna y

tierna de los capítulos florales, caracterizados por su sabor suave y textura delicada que presenta (Bionella, 2024).

La variedad ***Cynara scolymus brasilensis*** es una variedad de alcachofa adaptada a las condiciones climáticas de Brasil. Se caracteriza por su tamaño compacto, hojas gruesas y un sabor menos amargo en comparación con otras variedades. Es resistente y crece bien en climas cálidos. Esta variedad se utiliza en la producción de alcachofas de conserva (Araujo, 2019).

En la Figura 3.1 se observan las principales partes de la alcachofa, incluyendo las hojas, pistilos, corazón y tallo. El corazón es la parte comestible utilizada en la producción de conservas.



Fuente: Bionella, 2024
Figura 3.1: Partes de la alcachofa

3.3 Selección del método de conservación para corazones de alcachofa

La elección del mejor método de conservación para los corazones de alcachofa depende del objetivo del producto final (vida útil, calidad sensorial, valor nutricional y aceptación en el mercado). Entre los métodos que más se asemejan a lo que se quiere obtener como producto final, es el “escabechado”.

Este método implica la cocción de los alimentos sumergidos en una mezcla acuosa de vinagre, aceite y especias, lo que acidifica el medio y prolonga la vida útil del producto (Mariskito, 2013). El método de escabechado es la opción óptima para la elaboración de corazones de alcachofa debido a que este método:

- Según Fellows (2016), el pH bajo (< 4.5) resultante del proceso impide el crecimiento de bacterias como *Clostridium botulinum*, garantizando seguridad alimentaria sin necesidad de conservantes artificiales, por lo que garantiza estabilidad microbiológica ya que el escabeche se basa en la acción combinada del ácido acético (vinagre), el aceite y la sal, los cuales generan un ambiente hostil para el desarrollo de microorganismos patógenos y alterantes (Fellows, 2016).

- Potencia el perfil organoléptico de los corazones de alcachofa (características físicas y químicas) ya que a diferencia de otros métodos de conservación en medio líquido (como el enlatado en salmuera), el escabechado permite preservar la firmeza de los corazones de alcachofa debido a la acción del ácido acético sobre la pectina, un componente clave en la pared celular vegetal, esto evita el reblandecimiento excesivo y mantiene una textura firme y agradable al paladar (Ordóñez, 2005).

- Preserva la calidad en el producto final por los compuestos volátiles del escabeche (ésteres y aldehídos derivados de las especias y hierbas aromáticas) permitiendo una complejización del aroma y sabor. Se estacan que la interacción entre el vinagre y los aceites esenciales de especias como laurel, pimienta y ajo mejora la percepción sensorial del alimento, diferenciándolo de los demás productos (Fernández y Gómez, 1994).

- Alarga la vida útil y optimiza el almacenamiento de la conserva, debido a la combinación de baja actividad de agua (aw) y acidificación, los corazones de alcachofa en escabeche pueden ser almacenados a temperatura ambiente sin comprometer su calidad, lo que reduce costos logísticos en la cadena de distribución. Los productos acidificados correctamente envasados pueden alcanzar una vida útil de 18 meses sin refrigeración (Arántegui y Sanz, 2002).

- Permite el valor agregado y posicionamiento gourmet (alimentos o preparaciones de alta calidad, elaborados con ingredientes selectos y técnicas especializadas) puesto que, el escabeche representa un método tradicionalmente asociado a la alta cocina mediterránea. Su aplicación en corazones de alcachofa resalta su artesanalidad, diferenciación en el mercado y valor gastronómico (Polo, 2023).

3.4 Insumos para el líquido de cobertura

La selección de insumos para conformar el líquido de cobertura, está basada en lo experimental, de acuerdo al sabor que cada componente le brindó al producto final.

3.4.1 Aceite de oliva

Se determinó el uso de aceite de oliva para el líquido de cobertura, elaborado en Santa Cruz y La Paz de la marca Kriss, comercializado en todo Bolivia y en el mercado La Loma de Tarija, sus especificaciones técnicas se muestran en el (Anexo F).

3.4.2 Vinagre blanco de alcohol

El vinagre de alcohol de la marca Favinco elaborado en la ciudad de Córdoba, Argentina y comercializado en el Mercado Campesino, es seleccionado como insumo para el líquido de cobertura de los corazones de alcachofa, sus especificaciones técnicas se muestran en el (Anexo F).

3.4.3 Agua potable

El agua potable utilizada en el líquido de cobertura se rige de acuerdo a la norma boliviana 512, mostrada en el (Anexo G).

3.4.4 Ajo en cabeza

El ajo a ser utilizado en el líquido de cobertura es cosechado en El Puente (incl. Iscayachi) y comercializado en el Mercado campesino, sus especificaciones técnicas se muestran en el (Anexo F).

3.4.5 Sal yodada fluorada

La sal seleccionada para aplicar en el líquido de cobertura es de industria boliviana, producida y comercializada por la empresa PISABOL (Productos Industriales Sal de Bolivia), con origen en las salinas de los Andes bolivianos. Las especificaciones técnicas de esta sal se muestran en el (Anexo F).

3.4.6 Pimienta negra en grano

La pimienta negra en grano para la elaboración del líquido de cobertura para los corazones de alcachofa es importada de Brasil, mediante la empresa Anisa, siendo distribuida por mayoristas en el mercado campesino, sus especificaciones técnicas se muestran en el (Anexo F).

3.4.7 Hojas de laurel secas

Las hojas secas de laurel que se utilizaran en el líquido de cobertura son cultivadas del municipio de Canasmoro y San Lorenzo (provincia Méndez, Tarija), que son distribuidas y comercializadas en la zona del campesino, las especificaciones técnicas se muestran en el (Anexo F).

3.4.8 Ácido ascórbico

El ácido ascórbico empleado como antioxidante y conservante en el líquido de cobertura es producido por la empresa Telchi, en la ciudad de Santa Cruz, cuenta con sucursal en Tarija, sus especificaciones técnicas se muestran en el (Anexo F).

3.5 Factores de conservación de la alcachofa

La conservación adecuada de las alcachofas antes de su procesamiento es crucial para mantener su calidad y minimizar pérdidas.

3.5.1 Temperatura de almacenamiento

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), se recomienda una temperatura de almacenamiento de alcachofas cercana a 0 °C para prevenir su deterioro (Constanza, Cornelio y Alfaro, 2025).

En el proceso de elaboración del escabeche de alcachofa se realizó la conservación a una temperatura de 0°C por 4 h, para la planta piloto se planea aplicar la misma temperatura si la alcachofa debe permanecer en espera para ser procesada, este se considera un plan de emergencia ya que los meses de producción se encuentran en plena estación de verano.

3.5.2 Humedad relativa

Es esencial mantener una humedad relativa alta (90-95%) durante el almacenamiento para evitar la deshidratación y el marchitamiento de las alcachofas y asi esto ayudara a preservar la frescura y apariencia de la alcachofa (Defilippi y Ulloa, 2023).

En el proceso se utilizó bolsas microperforadas para aumentar la humedad relativa con la temperatura de conservación (0°C) en el freezer, sin ser precisos ya que el tiempo de permanencia de la alcachofa en estas condiciones no sobrepasan las 24h.

3.5.3 Tiempo de almacenamiento

Las alcachofas son productos perecederos y su calidad disminuye con el tiempo. Se recomienda procesarlas lo antes posible después de la cosecha para garantizar su frescura y valor nutricional (Constanza et al., 2025).

En la elaboración del producto se procesó la alcachofa 5h después de su cosecha, situación que se planea no suceda en la planta piloto, por lo que su tiempo de almacenamiento sea entre (0,5 - 2 h.)

3.5.4 Manejo postcosecha y ventilación adecuada

Es fundamental minimizar daños mecánicos durante la cosecha y el transporte, ya que las lesiones pueden acelerar el deterioro y favorecer infecciones por patógenos en las partes de la alcachofa (Cantwell y Suslow, 2002).

Las alcachofas fueron recogidas cuidadosamente a mano con protección y puestas en canastillos de plástico con oxigenación y sin apilarse entre ellas, mismos cuidados aplicados en la planta piloto.

3.6 Factores de conservación de los insumos

La conservación adecuada de los insumos antes de su dosificación y mezcla para elaborar el líquido de cobertura es fundamental para garantizar la calidad del producto final. A continuación, se detallan las condiciones óptimas de almacenamiento para cada insumo (Consejo Oleícola Internacional, 2018):

3.6.1 Aceite de oliva

El aceite de oliva se debe conservar idealmente a una temperatura entre 13 y 25°C, evitando la exposición a luz directa y en su envase opaco, en un ambiente seco para prevenir la humedad (Consejo Oleícola Internacional, 2018).

En el proceso se conservó el aceite de oliva en refrigeración a 11°C su mismo recipiente opaco y en un ambiente (despensa) cubierto de la luz directa y sin humedad.

3.6.2 Vinagre blanco de alcohol

El vinagre de alcohol se debe conservar a una temperatura de 10 °C y 15 °C, en protección de la luz para prevenir su oxidación, ventilación en el área de almacenado, cuidando su tiempo de almacenado y su compatibilidad de materiales (Bioky, 2023).

En el proceso el vinagre se refrigero a 11°C, en protección de la luz, correcta ventilación y en su mismo envase previniendo reacciones químicas y fue utilizado antes de los 6 meses recomendados (Bsn Marina Supply, 2020).

3.6.3 Sal yodada fluorada

Para conservar la sal correctamente y obtener todas sus propiedades se debe tomar en cuenta los siguientes factores (Pirenosal, 2021):

- Humedad: Almacenar en lugares secos para evitar la absorción de humedad y la formación de grumos.
- Envase: Utilizar recipientes herméticos para prevenir la contaminación y la absorción de olores externos.
- Temperatura ambiente.
- Protegido de la luz solar.

La sal en el proceso fue almacena en la despensa, lugar con baja humedad, en su bolsa con cierre hermético, a temperatura ambiente y sin recibir luz solar.

3.6.4 Pimienta negra en grano

Para conservar correctamente la pimienta negra en grano se debe tomar en cuenta una temperatura fresca que sea por debajo de 20°C, resguardar de la luz directa para preservar sus aceites esenciales y aroma, estar envasado en recipientes herméticos y opacos para mantener frescura y evitar perdida de sabor (Barraca, 2022).

3.6.5 Ácido ascórbico

El ácido ascórbico deberá almacenarse en ambiente fresco (15-25°C), en baja humedad por ser higroscópico (absorbe humedad), protegido de la luz, en su envase bien cerrado hermético y oscuro y no tener contacto con metales ya que aceleran su degradación (Kemiker, 2019).

El ácido ascórbico utilizado para el proceso de elaboración del producto se mantiene en su recipiente que es oscuro y hermético, puesto en ambiente fresco y sin contacto de ningún material metálico, ver (Anexo F).

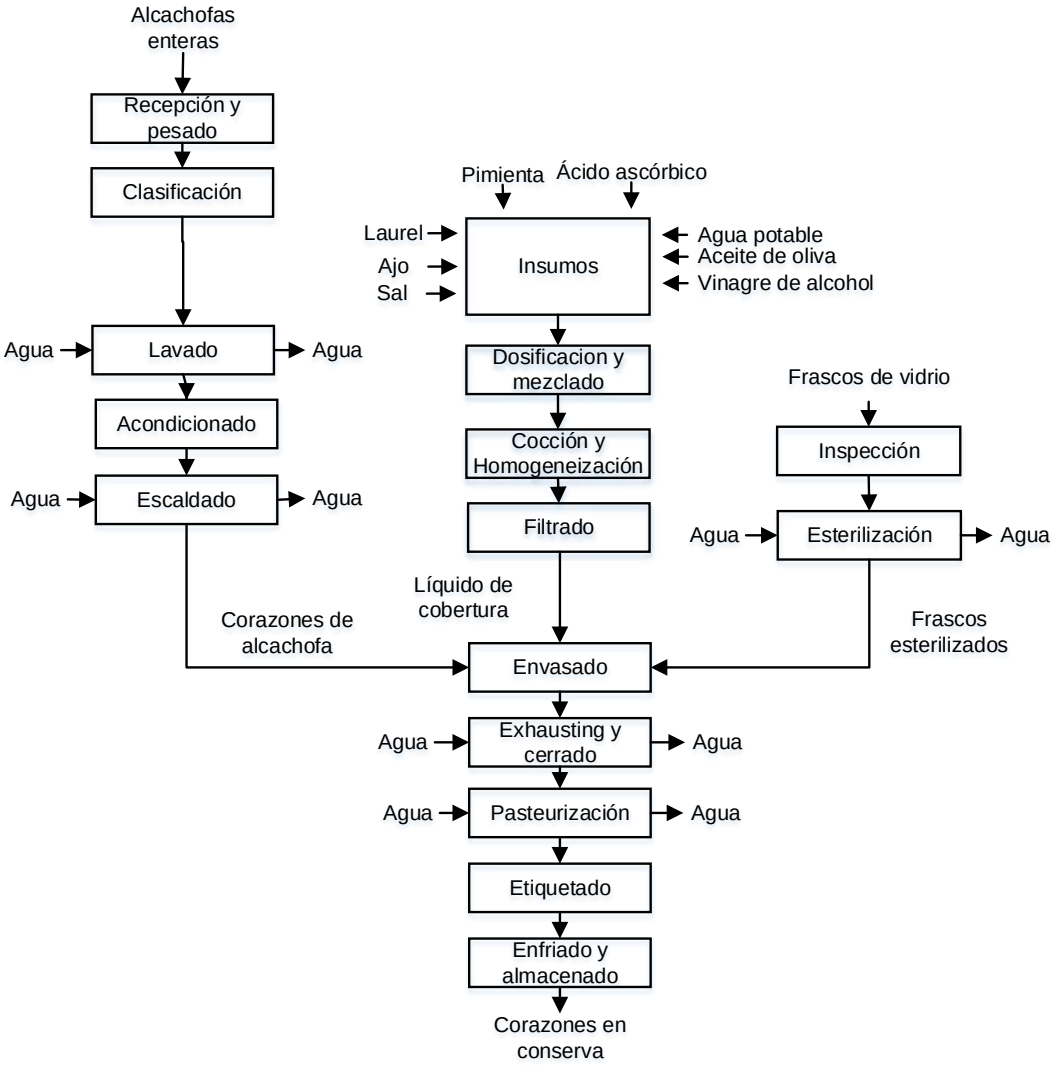
3.6.6 Hojas secas de laurel

Las hojas secas de laurel para conservarlas correctamente deberán estar almacenadas en un lugar fresco y seco para preservar su aroma y sabor, evitando la exposición directa de la luz y en un recipiente hermético y opaco para conservar su color (Barraca, 2022).

3.7 Diagrama de flujo para la elaboración de alcachofa en conserva

El proceso de elaboración de corazones de alcachofa al escabeche se realizó a nivel experimental en el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos. Se tomó en cuenta el proceso como ejemplo de Villar y Trasobares (1998) para elaborar hortalizas en conserva.

La Figura 3.2 muestra el diagrama de flujo de elaboración de corazones de alcachofa al escabeche.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.2: Diagrama de flujo elaboración corazones de alcachofa en conserva

3.7.1 Descripción de las operaciones del diagrama de flujo

Se describen a continuación las operaciones del proceso de elaboración de escabeche de corazones de alcachofa, comprende las siguientes operaciones:

3.7.1.1 Recepción y pesado de la alcachofa

La operación de recepción y pesado de las alcachofas comienza con la llegada de las alcachofas, donde se realiza una inspección visual para verificar el estado general, estas son descargadas cuidadosamente en el área de pesado utilizando una balanza industrial calibrada, registrando el peso total de la materia prima recibida con la fecha

y hora de recepción, y cualquier observación relevante sobre la calidad (color, suciedad).

3.7.1.2 Clasificación de la alcachofa

La clasificación manual implica que operarios inspeccionen y seleccionen los alimentos basándose en criterios como apariencia, tamaño y color. Aunque este método permite una evaluación detallada, puede ser subjetivo y menos eficiente en términos de tiempo y mano de obra (FAO, 2008).

Al ser una planta piloto se aplicó la clasificación manual por tamaño donde las alcachofas grandes se destinaron a la venta comercial directa y las alcachofas medianas y pequeñas a ser procesadas, se clasificó utilizando los siguientes parámetros mostrados en la Tabla 3.1 según Fernández y López (2019).

Tabla 3.1

Parámetros para determinar el tamaño de las alcachofas

Parámetros	Tamaño de las alcachofas		
	Grandes	**Medianas**	**Pequeñas**
Diámetro (cm)	10,0 - 11,5	7 - 10	< 7
Peso (g)	> 300 g	150-300 g	< 150 g
Destino	Mercado directo	Procesamiento en planta	Procesamiento en planta

Fuente: Elaboración propia

3.7.1.3 Pesado de la alcachofa

Se procedió a registrar el peso de la cantidad exacta de alcachofa que está ingresando a ser procesada para obtener el escabeche de corazones de alcachofa.

3.7.1.4 Lavado de la alcachofa

El método más común para limpiar frutas y verduras es el lavado con agua fría. Este proceso ayuda a eliminar residuos de tierra, polvo y algunos pesticidas superficiales. Se recomienda frotar suavemente las superficies de los alimentos bajo el chorro de agua fría (Villaescusa, 2025).

La operación de lavado de las alcachofas se realiza con agua potable fría en una tina de acero inoxidable, con el objetivo de eliminar tierra, impurezas y restos vegetales antes del procesamiento. Se sumergen las alcachofas en la tina y se agita suavemente de forma manual para facilitar la limpieza, especialmente entre las hojas. El lavado dura entre 3 y 5 minutos. Luego se retira y se deja escurrir.

3.7.1.5 Acondicionado de la alcachofa

En el acondicionamiento de la alcachofa se realizan tres suboperaciones específicas para dejar los corazones de alcachofa listos para ser escaldados y envasados.

En la Figura 3.3 se indica mediante imágenes el proceso de acondicionado de las alcachofas.



Fuente: Univisión, 2024
Figura 3.3: Proceso de extracción del corazón de alcachofa

Detalle:

1. Alcachofa entera: Se muestra una alcachofa fresca con sus hojas intactas.
2.Eliminación de hojas externas: Retira las hojas exteriores más duras para exponer las hojas más tiernas internas.
3.Corte de la parte superior: Usa un cuchillo para cortar la parte superior, dejando visible el núcleo suave.
4.Extracción del "choke": Con una cuchara, elimina el centro peludo (fuzzy choke) para revelar el corazón liso de la alcachofa.

Primero se hace el deshojado donde se retiran manualmente las hojas externas más duras y fibrosas para exponer el corazón tierno de la alcachofa, que es la parte comestible de mayor valor comercial (Jiménez & Vargas, 2019).

Luego el cortado donde se eliminan partes no comestibles como el tallo y el ápice de la alcachofa, que contienen fibras duras que afectan la textura del producto final (Sánchez & Morales, 2019). Y la extracción donde se retira el "choke" o feno, que es la parte vellosa interna de la alcachofa, ya que no es agradable al paladar y afecta la presentación del producto (Ortega et al., 2019).

Este proceso de acondicionado se realizó de manera manual con un cuchillo afilado y sin cierra, con mucho cuidado y conservando la estética del corazón.

3.7.1.6 Escaldado de los corazones de alcachofa

Método en el cual los alimentos se sumergen directamente en agua a 85º C durante el tiempo requerido, efectivo para inactivar enzimas (Garda, 2009).

Reduce la carga microbiana superficial y facilita la expulsión del aire del tejido vegetal, fija el color y ablanda ligeramente el alimento, mejorando su calidad y seguridad antes de ser envasado y pasteurizado (Pérez & Castillo, 2019).

Se procedió al calentamiento del agua hasta los 85°C, luego se añadieron los corazones de alcachofa y permanecieron sumergidos durante 6 minutos, fueron retirados a la superficie para escurrirse.

3.7.1.7 Pesado de los corazones escaldados

Una vez escurridos los corazones de alcachofa para eliminar el exceso de agua, fueron puesto en la balanza previamente tarada para conocer el peso de los corazones de alcachofa con el objetivo de determinar el rendimiento real del producto y asegurar una dosificación uniforme para su envasado.

3.7.1.8 Dosificación y mezclado líquido cobertura

En esta operación se realizó la revisión de la calidad de los insumos y luego con la balanza correctamente tarada, se pesó las cantidades específicas de agua, vinagre blanco, aceite de oliva, pimienta, sal, ajo, hojas de laurel y ácido ascórbico para garantizar el sabor y conservación del producto, luego con la dosificación lista se procedió a mezclar todos los insumos en el recipiente agitando suavemente con una cuchara de madera.

3.7.1.9 Cocción y homogeneización

La operación de cocción y homogeneización del líquido de cobertura se realizó en una olla de acero inoxidable con agitación constante manual a una temperatura de 89,6 °C por 2 minutos para disolver completamente los sólidos y lograr una mezcla estable y homogénea, eliminar posibles microorganismos y mantener la estabilidad química del líquido y una vez homogéneo y caliente, el líquido de cobertura estuvo listo para ser filtrado.

3.7.1.10 Filtrado del líquido de cobertura

La operación de filtrado del líquido de cobertura consiste en eliminar sólidos en suspensión, con el fin de obtener un líquido limpio y transparente antes de su aplicación sobre el producto en conserva (Ruiz & Estrada, 2019).

Para esta operación se utilizó un colador de acero inoxidable con malla fina para filtrar el líquido de cobertura, separando sólidos no deseados y asegurando una solución homogénea.

3.7.1.11 Inspección de los frascos de vidrio

La operación de inspección de los frascos de vidrio consistió en revisar visual y manualmente cada envase para asegurar que estén en condiciones óptimas de uso, sin grietas, fisuras, astillas, manchas, cuerpos extraños ni defectos en el borde o la rosca que puedan comprometer el cierre hermético o la seguridad del producto. También se comprobó la limpieza del interior, eliminando posibles residuos de polvo, cartón o vidrio manualmente con un trapo limpio.

3.7.1.12 Esterilización de los frascos de vidrio

La operación de esterilización de los frascos de vidrio se realizó sumergiéndolos completamente en una olla de acero inoxidable con agua en ebullición, utilizando una cocina a gas como fuente de calor durante 21 minutos, asegurando así la eliminación de microorganismos presentes tanto en los frascos como en sus tapas. Es importante que los frascos estén completamente cubiertos por el agua y separados entre sí para permitir una circulación uniforme del calor. Esta esterilización térmica previa al llenado garantiza la inocuidad del producto final y previene el crecimiento de bacterias que podrían causar deterioro o problemas de salud.

3.7.1.13 Envasado

La operación de envasado del escabeche se realizó manualmente con las tres líneas de producción: los corazones de alcachofa ya escaldados y pesados, el líquido de cobertura previamente concentrado, filtrado y medido, y los frascos de vidrio esterilizados. Se llenó cada frasco con la ayuda de la balanza para dosificar la cantidad de cada componente primero se colocó los corazones y luego se llenó el frasco con el líquido de cobertura caliente dejando el espacio libre necesario para el cierre.

3.7.1.14 Exhausting y cerrado

Esta operación se realiza cuidadosamente en la olla bajo control de tiempo y temperatura para garantizar la seguridad del producto final (Castro & Benítez, 2019).

Se puso los frascos abiertos inmediatamente después del envasado (llenos con corazones de alcachofa y líquido de cobertura) dentro de la olla en la sala de cocción, donde se calientan durante 5 minutos a 75 °C y donde se permite expulsar el aire residual del interior del frasco con el producto, lo cual fue esencial para mejorar el vacío interno después del cerrado, evitar la oxidación y prolongar la vida útil. Inmediatamente después de este calentamiento, los frascos se cerraron a mano herméticamente y volteándose boca abajo asegurando que el vacío se forme correctamente al enfriarse.

3.7.1.15 Pasteurización

Este tratamiento térmico tiene como objetivo destruir microorganismos patógenos y reducir la carga microbiana del producto, garantizando su seguridad y alargando su vida útil sin afectar significativamente sus características organolépticas. Es fundamental controlar tanto el tiempo como la temperatura para asegurar una pasteurización efectiva (Mendoza & Herrera, 2019).

La operación de pasteurizado del escabeche se realizó en la olla sumergiendo completamente los envases con el producto final (escabeche de corazones de alcachofa) en agua según Singh y Ramaswamy (2023), a una temperatura constante de 90 °C durante 12 minutos.

3.7.1.16 Etiquetado

Esta operación garantiza que cada producto cumpla con los estándares de presentación e información en la etiqueta (Suárez & Navarro, 2019).

La operación de etiquetado se realizó manualmente, cada frasco ya pasteurizado y seco es colocado sobre la mesa, donde se coloca cuidadosamente la etiqueta que se puede ver en la Figura 3.19, asegurándose de que quede bien adherida, centrada y sin arrugas.

3.7.1.17 Enfriado y almacenado

Los frascos se enfrían gradualmente y se almacenan en condiciones adecuadas de temperatura hasta su distribución y comercialización (Vega & Molina, 2019).

Los envases de escabeche de corazones de alcachofa se trasladan al almacén donde se enfrían por el ambiente fresco y cubierto de luz, para su posterior distribución.

3.8 Partes de la alcachofa para el proceso en la planta piloto

Se determinó el 36,6% de corazones de alcachofa para la elaboración de conserva, 48,4% de hojas y 15% de tallos de acuerdo a los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio, ver (Anexo A).

En la Tabla 3.2 se muestran las cantidades de las partes de la alcachofa durante el proceso de acondicionado, para la producción diaria (20 kg de alcachofa), mensual (400 kg) y anual (1600 kg), con las relaciones obtenidas en el balance de materia para 100 kg de alcachofa (Anexo A).

Tabla 3.2

Partes de alcachofa en su acondicionado

Partes alcachofa	Porcentaje	kg/día	kg/mes	kg/año
Corazones	36,6%	7,32	146,40	585,60
Hojas para té	48,4%	9,68	193,60	774,40
Tallos (desecho)	15%	3,00	60,00	240,00
Total alcachofa entera		**20,00**	**400,00**	**1600,00**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 3.2, se tiene 1600 kg/año de corazones de alcachofa para la elaboración de conserva, 774,4 kg/año de hojas y 240 kg/año de tallos que ambos son destinados a la elaboración de infusiones de alcachofa.

3.9 Diagrama de layout de proceso corazones de alcachofa a nivel laboratorio

En la Figura 3.4 se muestra el diagrama de layout de proceso de corazones de alcachofa al escabeche realizado a nivel laboratorio, para determinar el tiempo de elaboración del escabeche.

Como se puede observar en la Figura 3.4, el proceso de elaboración de escabeche de corazones de alcachofa tiene una duración de 2,2 h por 3 kg de alcachofa entera de acuerdo a la prueba realizada en el Laboratorio.

3.10 Diagrama de layout de proceso corazones de alcachofa nivel planta piloto

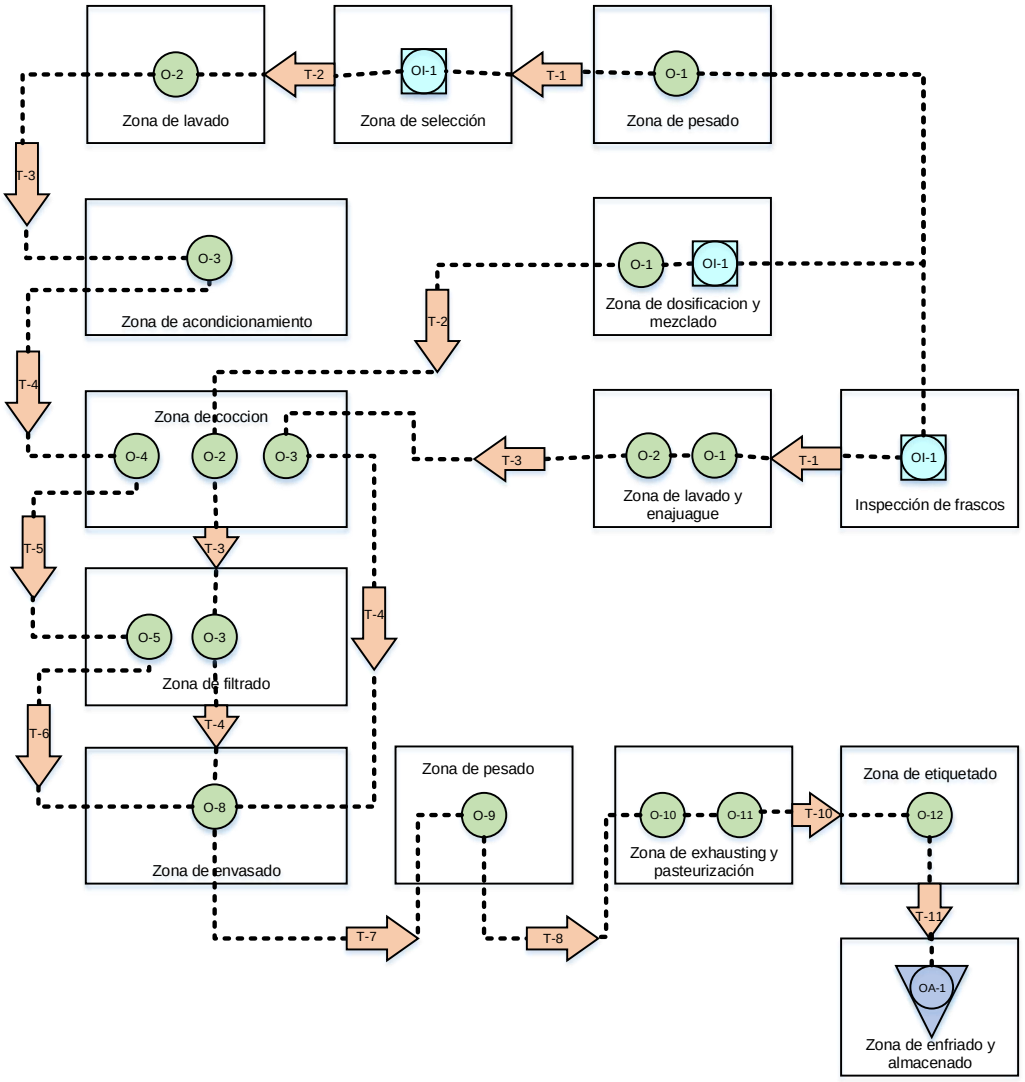
En la Figura 3.5 se muestra el diagrama de layout de proceso a nivel planta piloto, para determinar el tiempo necesario de proceso realizado en el laboratorio para elaborar el escabeche de corazones de alcachofa.

Como se puede observar en la Figura 3.5, el proceso de elaboración de escabeche de corazones de alcachofa tiene una duración de 14,6 h para 20 kg de alcachofa en la planta piloto.

3.11 Diagrama de recorrido proceso elaboración escabeche de alcachofa de la planta piloto

El diagrama de recorrido representa la distribución de una planta y la relación entre sus actividades, mostrando la ubicación de las operaciones y el trayecto de trabajadores, equipos y accesorios, incluyendo operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamiento (Niebel y Freivalds, 2014).

En la Figura 3.6 se muestra el diagrama de recorrido del proceso de elaboración de corazones de alcachofa al escabeche, donde se agrupa cada zona específica del proceso de producción, la recepción de la materia prima, clasificación, acondicionamiento, centrifugado, preparación del líquido de cobertura, envasado, esterilizado, enfriado y etiquetado.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.6: Diagrama de recorrido en la elaboración de escabeche de la planta piloto

3.12 Diagrama de balance de materia elaboración de corazones de alcachofa al escabeche a nivel laboratorio

En la Figura 3.7 se muestra el balance de materia de la elaboración de corazones de alcachofa al escabeche realizado a nivel laboratorio, los cálculos de dicho balance se desarrollan en el (Anexo A) (Anexo A.1).

3.13 Diagrama de balance de materia elaboración de corazones de alcachofa al escabeche a nivel planta piloto

En la Figura 3.8 se muestra el balance de materia de la elaboración de corazones de alcachofa al escabeche realizado a nivel planta piloto, a partir de las relaciones entre cantidades obtenidas a nivel laboratorio, dichos cálculos se desarrollan en el (Anexo A) y (Anexo A.2).

De acuerdo al balance de materia de la Figura 3.8 y los cálculos obtenidos (Anexo A) y (Anexo A.1), se obtienen 65 frascos de 360 g de capacidad con producto terminado a la semana, con un rendimiento del 23,56% ver (Anexo A) y (Anexo A.3).

3.14 Disponibilidad de alcachofa para la planta piloto en la comunidad de San Mateo, Tarija

Considerando que se tiene un total de 400 plantines en la gestión 2025 realizando las cosechas cada día a lo largo de cuatro meses en plena estación de verano (noviembre, diciembre, enero y febrero). La disponibilidad de alcachofa se determinó de acuerdo a la experiencia laboral de parte de la producción de la empresa familiar productora de alcachofa. La Tabla 3.3 refleja la producción estimada, y la producción real de alcachofa, tomando en cuenta una pérdida del 10% anual de la producción.

Tabla 3.3

Disponibilidad de alcachofa

Año	Producción estimada (kg)	Margen de pérdida (10%)	Producción real (kg)
2021	110	10	100
2022	220	20	200
2023	440	40	400
2024	880	80	800
2025	1760	160	1600
2026	3520	320	3200

Fuente: Alé, 2024

3.15 Plan productivo de la planta piloto de alcachofa en conserva

Se establece que, la planta piloto de alcachofa en conserva, procese 7 h/día, los 5 días a la semana (lunes a viernes), 20 días al mes y 4 meses al año, siendo el total de 80 días trabajados al año aproximadamente. Asi mismo, se establece que la planta funcione los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, durante estos meses se tiene la producción de alcachofa en San Mateo.

3.16 Capacidad de producción planta piloto de alcachofa en conserva

La capacidad de la planta piloto alcachofa en conserva está en función de la disponibilidad de materia prima producida en la empresa familiar de la comunidad de San Mateo como se muestra en la Tabla 3.3.

En la Tabla 3.4 se muestra la capacidad de producción de corazones de alcachofa al escabeche en la planta piloto.

Tabla 3.4

Capacidad de producción planta piloto de alcachofa en conserva

Cantidad de alcachofa			**Rendimiento del proceso**	**Producto:** Frasco de 360 g corazones de alcachofa en conserva		
1,25%	**25%**	**100%**				
kg/día	**kg/mes**	**kg/año**	**kg alcachofa/kg de producto**	**Frasco /día**	**Frasco/ mes**	**Frasco/ año**
20	400	1600	100 kg/ 23,6 kg producto	13	260	1040

Fuente: Alé, 2024

Como se puede observar en la Tabla 3.4, la capacidad determinada para la planta piloto es de 20 kg/día de alcachofa a procesar, para la elaboración de corazones en conserva por día, que producirá 13 frascos/día de 360 g de producto. El rendimiento de proceso (23,56 %) se determina en función del balance de materia de 100 kg de alcachofa ver (Anexo A) (Anexo A.3).

3.17 Ritmo de producción y proyección anual de la planta piloto de alcachofa en conserva

Como se puede observar en la Tabla 3.4, el rendimiento de la obtención de escabeche calculado en el (Anexo A) y (Anexo A.3) resulta en 260 frascos/mes de escabeche de alcachofa por los cuatro meses de su funcionamiento (noviembre, diciembre, enero y febrero).

La Tabla 3.5 detalla el ritmo anual de producción y la proyección de escabeche de corazones de alcachofa de acuerdo a la disponibilidad esperada de alcachofa en el siguiente año.

Tabla 3.5

Ritmo de producción y proyección anual planta piloto alcachofa en conserva

	Meses	Producto(frascos)	%
2025	Noviembre	260	25
	Diciembre	260	25
2026	Enero	260	25
	Febrero	260	25
	Total	**1040**	**100**
	Meses	**Producto(frascos)**	**%**
2026	Noviembre	520	25
	Diciembre	520	25
2027	Enero	520	25
	Febrero	520	25
	Total	**2080**	**100**

Fuente: Elaboración propia

3.18 Líquido de cobertura de acuerdo a la capacidad de la planta piloto

En la Tabla 3.6 se muestran las cantidades de los insumos para la preparación del líquido de cobertura del escabeche para 20 kg de alcachofa (producción diaria), 400 kg de alcachofa (producción mensual) y 1600 kg de alcachofa (producción anual), de acuerdo a los datos obtenidos en el balance de materia realizado con base de cálculo 100 kg de alcachofa, ver (Anexo A) y (Anexo A.2).

Tabla 3.6

Cantidades insumos del líquido de cobertura

Componentes del líquido de cobertura	%	Cantidad alcachofa		
		20 kg/día	400 kg/mes	1600 kg/año
Agua potable (AP)	48,320	1,300	26,110	104,44
Aceite de oliva (AC)	13,250	0,360	7,160	28,64
Vinagre de vino blanco (AV)	34,790	0,940	18,800	75,20
Sal de mesa (AS)	1,450	0,040	0,780	3,12
Hojas de laurel secas (AL)	0,400	0,011	0,216	0,86
Pimienta negra en grano (AM)	0,260	0,007	0,140	0,56
Ajo blanco fresco (AA)	1,450	0,039	0,780	3,12
Benzoato de sodio en polvo (AB)	0,057	0,001	0,030	0,12
Total componentes	**100,000**	**2,700**	**54,000**	**216,10**

Fuente: Elaboración propia

3.19 Envases de vidrio

En la Tabla 3.7 se muestra la cantidad de frascos de vidrio necesaria por día/mes/año para envasar el escabeche de corazones de 20, 400 y 1600 kg de alcachofa respectivamente de acuerdo a los datos obtenidos del balance de materia para 100 kg de alcachofa (Anexo A) y (Anexo A.2).

Tabla 3.7

Cantidad de frascos en el envasado

	Frascos (unidad)			Tapas (unidad)		
Tiempo	**Día**	**Mes**	**Año**	**Día**	**Mes**	**Año**
Cantidad	13	260	1040	13	260	1040
Porcentaje	1,23%	25%	100%	6,2%	6,2%	6,2%

Fuente: Elaboración propia

3.20 Selección de equipos y accesorios para la implementación planta piloto de alcachofa en conserva

El equipo principal sobre el cual funcionarán todos los accesorios en el proceso de la planta piloto es la cocina a gas semi industrial, sus especificaciones técnicas se muestran en (Anexo B).

La selección de los equipos debe incluir un margen sobre la capacidad teórica para permitir flexibilidad operativa, mantenimiento y variabilidad en el flujo de producto. Este margen puede ir del 10% al 50% dependiendo del proceso que se esté realizando (Fellows, 2016).

De acuerdo a la bibliografía de Fellows (2016), se toma un margen del 50% adicional de la cantidad de materia prima e insumos como medida estándar para determinar la capacidad requerida en cada equipo, ya que no es recomendable que los equipos trabajen a su máxima capacidad.

3.21 Capacidad de uso de accesorios en función de la disponibilidad y margen aplicado a los insumos y materia prima de la planta piloto

De acuerdo a los resultados esperados de la capacidad de producción de la planta de alcachofa en conserva como se muestra en la Tabla 3.3, se procede a realizar el

cálculo de la capacidad de los equipos requerida en función de la disponibilidad y en aumento del margen de 50% de las cantidades de materia prima e insumos.

La Tabla 3.8 detalla la capacidad de los equipos en la planta piloto de alcachofa en conserva con el margen de aplicación del 50% sobre las cantidades diarias.

Tabla 3.8

Capacidad de los accesorios en planta piloto de alcachofa en conserva

	Ítems a los que corresponden los accesorios en proceso	kg/día	Aplicación margen 50%	Capacidad mínima requerida (kg/día)
Cocina a gas	Alcachofa (recipiente)	20,0	10,00kg/día	30,00
	Liquido de cobertura (recipiente)	2,7	1,35 kg/día	4,05
	Frascos de vidrio (recipiente)	3,3	1,64 kg/día	4,93
	Producto envasado (recipiente)	8,0	4,00 kg/día	12,00

Fuente: Elaboración propia

Habiendo obtenido la capacidad mínima requerida de los accesorios para cada ítem con el aumento del margen de 50% de capacidad, se procedió a buscar los equipos. De acuerdo a la cotización realizada del equipamiento para la implementación de planta piloto de alcachofa en conserva, de los equipos se muestran en el (Anexo H) (Anexo H.1).

En la tabla 3.9 se muestra las capacidades más aproximadas disponibles en el mercado local para procesar las cantidades indicadas por día de estos ítems.

Tabla 3.9

Capacidades de los accesorios cotizados en el mercado

	Ítems a los que corresponden los accesorios en proceso	Capacidad de accesorios(kg/día)	Capacidad accesorios cotizados (kg/día)
Cocina a gas	Alcachofa (recipiente)	30,00	50
	Liquido de cobertura (recipiente)	4,05	10
	Frascos de vidrio (recipiente)	4,93	10
	Producto envasado (recipiente)	12,00	27

Fuente: Todo Industria, 2025

Los detalles técnicos de estos accesorios se muestran en sus respectivas fichas técnicas, en el (Anexo B) y (Anexo B.1).

3.22 Distribución de la planta piloto de alcachofa en conserva

Para el diseño y proyección de la distribución de una planta procesadora de alimentos se tiene las siguientes operacións (Earle, 1983):

- Diseño y distribución de áreas, ordenación de equipos, maquinaria e instalaciones de proceso y medios auxiliares.
- Diseño de los flujos de materias primas, mano de obra, productos y residuos.
- Proyecto de obra civil e instalaciones (agua, electricidad, alumbrado, etc.).

El diseño y la construcción de la planta deben ser personalizados y adaptados a las necesidades reales de la misma. Así pues, la superficie de la zona de elaboración debe ser suficiente, teniendo en cuenta la capacidad productiva, la geometría de la maquinaria necesaria, los trabajos requeridos en cada zona en las distintas fases de elaboración, los desplazamientos necesarios y las operaciones correctas de higiene alimentaria (Fellows, 2016).

La Figura 3.9 muestra el plano de la distribución general de la planta piloto para elaboración de escabeche de corazones de alcachofa, siguiendo la proyección general de distribución por procesos, en la cual se muestra la distribución de las salas y de los equipos.

La planta piloto de alcachofa en conserva consta de un área de procesos dividida en las siguientes salas: sala de pesado, de selección, de lavado, de acondicionamiento, sala de dosificación, la sala de lavado para los envases, sala de cocción en, la sala de envasado, de pasteurización y sala de etiquetado para culminar con el producto. Consta también de un área de dirección y el área del garaje.

En la Tabla 3.10 se muestran las áreas de las salas de proceso del plano de distribución de la planta piloto de alcachofa en conserva.

Tabla 3.10

Áreas de proceso de la planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Salas de proceso	Superficie m^2
1	Sala de pesado	1,68
2	Espacio de selección	3,35
3	Espacio de lavado	8,93
4	Sala de acondicionado	7,82
5	Sala de cocción	5,45
6	Espacio de filtrado	0,55
7	Sala de dosificación para liquido de cobertura	5,12
8	Sala de lavado de frascos	5,95
9	Sala de envasado	8,47
10	Sala de pasteurizado	5,45
11	Espacio de etiquetado	5,49
Superficie total de proceso		58,26

Fuente: Elaboración propia

3.23 Distribución en “L” de la superficie de proceso para la planta piloto

En este caso todos los equipos necesarios para fabricar un determinado producto se agrupan en la sala de proceso y se ordenan de acuerdo con el proceso de producción, donde el trabajo se mueve siguiendo rutas definidas y directas, lo que hace que sean menores los retrasos de fabricación y sea más eficiente el proceso (Moran, 2016).

La distribución de la planta piloto de alcachofa en conserva, está determinada en forma de “**L**”, donde se respeta la marcha hacia adelante. Tiene acceso sobre las dos caras del terreno, puede disponer de fachadas de ampliación suplementaria, hay buena separación de áreas de producción y de las de almacenamiento de producto terminado.

La Figura 3.10 muestra el plano de la distribución de la superficie de las áreas de proceso en forma de “**L**” se seleccionan dos de ellas visualizadas, ya que son tres las entradas de materiales en el proceso de producción, pero se considera la forma de “**L**” por la continuidad en cada operación y por el uso del espacio preestablecido en el terreno de la comunidad de San Mateo, las referencias de extensión y fotografías del terreno en San Mateo se muestran en el (Anexo D).

Los equipos necesarios para suministrar el agua necesaria en cada ambiente de la planta como se observa en la Figura 3.11 son la bomba de impulsión, las llaves de paso y los tanques de almacenamiento de agua con una capacidad de 200 L cada uno, haciendo un total de 400 L.

De acuerdo al balance de materia (Anexo A) (Anexo A.2) en base a 100 kg de alcachofa procesada, cantidad acumulada por semana en la plana piloto, se obtiene una cantidad total de agua necesaria para el proceso de elaboración de escabeche de corazones de alcachofa de 425,23 kg/semana, por día son 98,45 kg, lo que se toma como 100 kg/día de agua necesaria para el proceso, y el uso de agua para la limpieza de los utensilios y materiales en el proceso con el margen del 75% acumula 0,193 m^3/día, el agua utilizada para la limpieza de los pisos de las salas de proceso con un margen del 80% y el agua usada por el personal, resulta un consumo de 0,26 m^3/día (Anexo A) y (Anexo A.4).

3.25 Plano de distribución de gas natural (GN) para la planta piloto

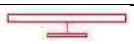
La Figura 3.12 muestra el plano de suministro de gas (GN) que llegará a repartirse a todos los sectores necesarios en la planta piloto

De acuerdo al balance de energía (Anexo C) en base a 100 kg de alcachofa procesada, cantidad acumulada por semana en la plana piloto, se obtiene una cantidad total de gas (GN) necesario para el proceso de elaboración de escabeche de corazones de alcachofa de 2,316 kg/semana, lo que por día da un total de 0,46 kg de gas (GN), en unidades de venta es 1,15 m^3/día de consumo de gas (GN) en la planta piloto de alcachofa en conserva.

3.26 Plano de distribución de energía eléctrica para la planta piloto

La Figura 3.13 muestra el plano de energía eléctrica que llegará a repartirse a todos los sectores de la planta piloto de alcachofa en conserva.

En la Figura 3.14 se detallan las referencias de los símbolos representativos en el plano de suministro de energía eléctrica de la planta piloto de alcachofa en conserva.

Símbolo	Referencia	Símbolo	Referencia
	Conector tri-fase		Interruptor doble
	Medidor electrónico		Aire acondicionado
	Contacto electrónico		Cámara de seguridad
	Tablero de control E		Térmico o paso
	Lámpara LED		Enchufe doble
	Foco espiral		Ducha
	Fluorescente de 40 W		Teléfono
	Aplique de muro		Internet
	Postes de luz		TV cable
	Caja térmico		Focos cable N°12
	Conmutador		Enchufes cable N°8
	Interruptor simple		Interruptores cable N°12

Fuente: Elaboración propia
Figura 3.14: Referencias de energía eléctrica

De acuerdo al balance de energía (Anexo C) en base a 100 kg de alcachofa procesada, cantidad acumulada por semana en la plana piloto, se obtiene una cantidad total de energía eléctrica necesaria para el proceso de elaboración de escabeche de corazones de alcachofa de 0,32 kw/h en la jornada de trabajo (por día), se le agrega la cantidad de energía eléctrica aproximada de las demás conexiones en la planta de 11,55 kw/h por día, haciendo un total de 12 kw/h de consumo diario de energía eléctrica en la planta piloto de alcachofa en conserva, tomando en cuenta que oscurece a las 6 pm.

3.27 Layout de equipos para la implementación planta piloto de alcachofa en conserva

La disposición física o distribución en planta de procesos con sus elementos que componen un sistema productivo es un aspecto muy importante de la ingeniería de procesos (relacionado con el diseño de los procesos de la planta) y de la ingeniería

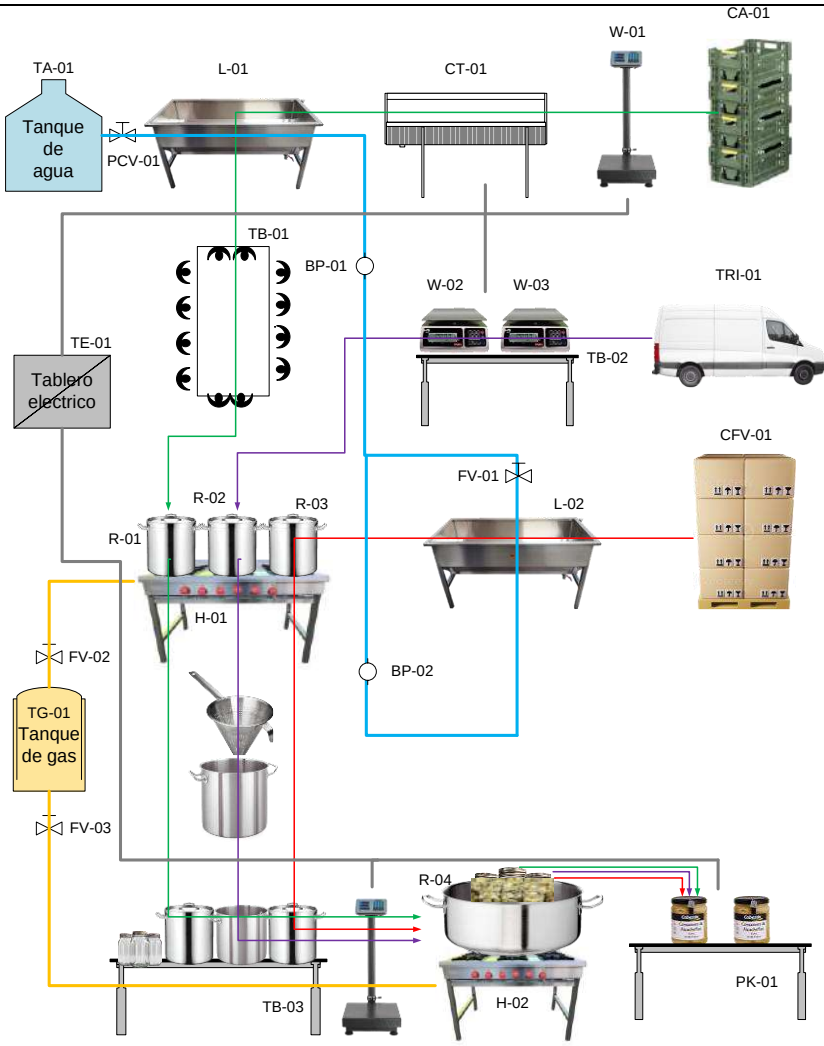
de plantas industriales (relativo a su puesta en marcha). La distribución en planta o layout se ve afectada por aspectos determinantes (Cuatrecasas, 2017):

- Flujo de los procesos
- Flujo de los materiales y productos en curso
- Posición de los equipamientos
- Posición de los operarios
- Flujo del operario

La distribución en planta puede realizarse a diferentes niveles:

- Layout general de planta
- Layout de un proceso
- Layout de una operación de un proceso

La Figura 3.15 muestra el diagrama de layout a nivel de proceso de elaboración de corazones de alcachofa al escabeche considerando el aspecto del flujo de proceso y la posición del equipamiento, el cual se realiza en base a la norma ISA (Instrument Society of America – Sociedad de instrumentos de Estados Unidos) como referencia para establecer la simbología a emplear (ISA, 2019).



CODIGO	EQUIPOS	SIMBOLOGIA
CA-01	Cajas con alcachofas	Flujo de agua
CFV-01	Cajas con frascos vidrio	Flujo de gas
TA-01	Tanque de agua	Flujo de electricidad
TG-01	Tanque de gas	Alcachofas
TE-01	Tablero eléctrico	Liquido de cobertura
L-01, L-02	Lavabos	Frascos
CT-01	Transportadora	
W-01, W-02, W-03	Basculas	
TB-01, TB-02, TB-03	Mesas de trabajo	
H-01, H-02	Estufas de cocción	
R-01, R-02, R-03, R-04	Recipientes	
PK-01	Mesa de empaquetado	
FV-01, FV-02, FV-03	Válvulas de control de flujo	
PCV-01 BP-01, BP-02	Válvula de control de presión	
TRI-01	Camioneta de transporte con insumos	

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.15: Diagrama de layout equipos planta piloto de alcachofa en conserva

3.28 Dimensiones del equipamiento a implementar en las salas de proceso planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 3.11 muestra las dimensiones del equipamiento a implementar en el área de proceso de la planta piloto y se calcula el área estática (AE), siendo la suma de todas las dimensiones de los equipos, datos obtenidos de las especificaciones técnicas de los mismos (Anexo B) y (Anexo B.1).

Tabla 3.11

Dimensiones de equipos e instrumentos de la planta piloto

Salas	Equipos e instrumentos	L (m)	W (m)	H (m)	AE (m^2)
Pesado	Balanza de pie	0,40	0,68	0,50	0,272
Selección	Cinta transportadora	1,50	0,20	0,75	0,300
	Canastillos (3)	0,60	0,40	0,23	0,240
Lavado	Tina de lavado	1,50	0,80	0,99	1,200
	Canastillos (2)	0,60	0,40	0,23	0,240
Acondicionado	Mesa de trabajo	1,10	0,60	1,05	0,660
	Taburetes (4)	0,30	0,30	0,70	0,360
	Canastillos (2)	0,60	0,40	0,23	0,240
Cocción	Cocina industrial	1,10	0,80	0,90	0,880
Filtrado	Olla acero inox 304	0,30	0,30	0,30	0,090
Dosificación	Mesa de trabajo	1,10	0,60	1,05	0,660
	Taburetes (2)	0,30	0,30	0,70	0,180
Lavado	Tina de lavado	1,20	0,80	0,99	0,960
Envasado	Mesa de trabajo	1,10	0,60	1,05	0,660
	Taburetes (4)	0,30	0,30	0,70	0,360
	Carro de transporte	0,86	0,42	0,80	0,360
Pasteurizado	Cocina industrial	1,10	0,80	0,90	0,880
Etiquetado	Mesa de trabajo	1,10	0,60	1,05	0,660
	Canastillos (3)	0,60	0,40	0,23	0,240
Área total estática					**9,44**

Fuente: Elaboración propia
Nota: L(m)=largo; W(m)=ancho; H(m)=altura; AE(m^2)=área estática

3.29 Estimación del área requerida para el proceso de producción planta piloto de alcachofa en conserva

Para determinar el área necesaria para ubicar las maquinarias y equipos de la planta de alcachofa en conserva se debe tomar en cuenta las siguientes superficies de acuerdo a (Bäck, 2019):

- Área estática: es la superficie en unidades cuadráticas correspondiente a las dimensiones de la maquina o equipo, que generalmente están en la Tabla de especificaciones técnicas elaborada por el fabricante (si no, se usan las Figuras geométricas con un plano desde la parte superior).

- Área de gravitación: Corresponde a la superficie alrededor de las máquinas que son utilizadas por el operario y el material acoplado para las diferentes operaciones.

- Área de evolución: Es la superficie que se debe reservar entre los diferentes puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y el mantenimiento de las maquinarias y equipos.

La superficie total está constituida por la suma del área estática, gravitación y de evolución (Bäck, 2019).

Se tienen estos multiplicadores por prácticas comunes en diseño de plantas piloto, considerando las dimensiones humanas, espacios de circulación y operatividad segura (Earle, 1983):

$$\text{Área de gravitación} \approx \text{Área estática} \times 1.2$$
$$\text{Área de evolución} \approx \text{Área estática} \times 4$$

3.30 Distancia necesaria para la determinación del área de proceso y de salas de operación de acuerdo a normativas.

Para determinar la distancia adecuada entre los equipos y entre estos y las paredes en una planta piloto procesadora de alimentos, es fundamental seguir las normativas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y otras regulaciones pertinentes como (NAMI, 2021) y el reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06 establece lo siguiente (RTCA, 2006):

- Los espacios de trabajo entre el equipo y las paredes deben ser de por lo menos 50 cm y sin obstáculos, de manera que permita a los empleados realizar sus deberes de limpieza en forma adecuada.

- Esta distancia facilita la limpieza, inspección y mantenimiento, reduciendo riesgos de contaminación.

La distancia entre equipos comúnmente aceptada es de al menos 90 cm entre equipos, esto puede variar según el tamaño y tipo de maquinaria (Moran, 2016).

Para zonas de almacenamiento, se recomienda (MBPM, 2010):

- Mantener una separación de al menos 45 cm entre los productos almacenados y las paredes.
- Elevar los productos al menos 15 cm del suelo para evitar contaminación.

Aplicando la bibliografía y siguiendo la normativa de las distancias para el movimiento del personal, limpieza, transitado, etc.

Se determina lo siguiente (Earle, 1983) y (Moran, 2016):

- El área estática se determinó como se observa en la Tabla 3.11.
- El área de gravitación es el área estática x 1,2.
- El área de evolución es el área estática x 4.
- Al área total de proceso se aumenta el área de los pasillos asignados para la movilización del personal y del almacén.

En la Tabla 3.12 se realizan los cálculos del área de gravitación y del área de evolución aplicando los multiplicadores (Earle, 1983).

Teniendo el área estática se multiplica x1,2 (factor de gravitación) y se obtiene el área de gravitación (G). El área estática se multiplica x4 (factor de evolución) y se obtiene el área de evolución (E).

Tabla 3.12

Cálculo del área de proceso de la planta piloto de alcachofa en conserva

Salas	Equipos e instrumentos	AE (m^2)	G	E	Total
Pesado	Balanza de pie	0,272	0,320	1,088	1,68
Selección	Cinta transportadora	0,30	0,360	1,200	1,86
	Canastillos (3)	0,24	0,288	0,960	1,49
Lavado	Tina de lavado	1,20	1,440	4,800	7,44
	Canastillos (2)	0,24	0,288	0,960	1,49
Acondicionado	Mesa de trabajo	0,66	0,792	2,640	4,10
	Taburetes (4)	0,36	0,432	1,440	2,23
	Canastillos (2)	0,24	0,288	0,960	1,49
Cocción	Cocina industrial	0,88	1,056	3,520	5,45
Filtrado	Olla acero inox 304	0,09	0,108	0,360	0,55
Dosificación	Mesa de trabajo	0,66	0,792	2,640	4,01
	Taburetes (2)	0,18	0,216	0,720	1,11
Lavado	Tina de lavado	0,96	1,152	3,840	5,95
Envasado	Mesa de trabajo	0,66	0,792	2,640	4,01
	Taburetes (4)	0,36	0,432	1,440	2,23
	Carro de transporte	0,36	0,432	1,440	2,23
Pasteurizado	Cocina industrial	0,88	1,056	3,520	5,45
Etiquetado	Mesa de trabajo	0,66	0,792	2,640	4,01
	Canastillos (3)	0,24	0,288	0,960	1,48
Área total de proceso					**59 m^2**

Fuente: Elaboración propia
Nota: AE= área estática; G= Área de gravitación; E= Área de evolución

3.31 Superficie física total de la planta piloto de alcachofa en conserva

En la Tabla 3.13 se muestra la superficie total de la planta piloto, siendo las salas de procesos, el almacén y el espacio de parqueo conformando el bloque 1 de la planta piloto, siendo el bloque 2, el de administración, como se observa en la Figura 3.9.

Tabla 3.13

Superficie de la planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Áreas	Superficie m^2
	Proceso	
1	Sala de pesado	1,68
2	Espacio de selección	3,35
3	Espacio de lavado	8,93
4	Sala de acondicionado	7,82
5	Sala de cocción	5,45
6	Espacio de filtrado	0,55
7	Sala de dosificación para liquido de cobertura	5,12
8	Sala de lavado de frascos	5,95
9	Sala de envasado	8,47
10	Sala de pasteurizado	5,45
11	Espacio de etiquetado	5,49
		Auxiliares de proceso
12	Pasillo1 horizontal	10,62
13	Pasillo 2 vertical	10,62
14	Almacén	12,00
15	Parqueo 1	24,00
16	Parqueo 2	24,00
Superficie construida bloque 1		140,00
		Servicios
17	Baños	2,46
18	Duchas	3,31
19	Sala de maquinas	4,32
		Administración
20	Dirección	13,66
21	Sala de reuniones	11,42
22	Secretaria	13,57
23	Recepción	13,57
Superficie construida bloque 2		63,00
Superficie construida total		203,00
		Área exterior
24	Zona de estacionamiento personal	100,00
25	Zona verde	217,00
26	Zona de alumbrado y seguridad	150,00
Superficie sin construir		467,00
Superficie total del terreno		670,00

Fuente: Elaboración propia

3.32 Localización de la planta piloto de alcachofa en conserva

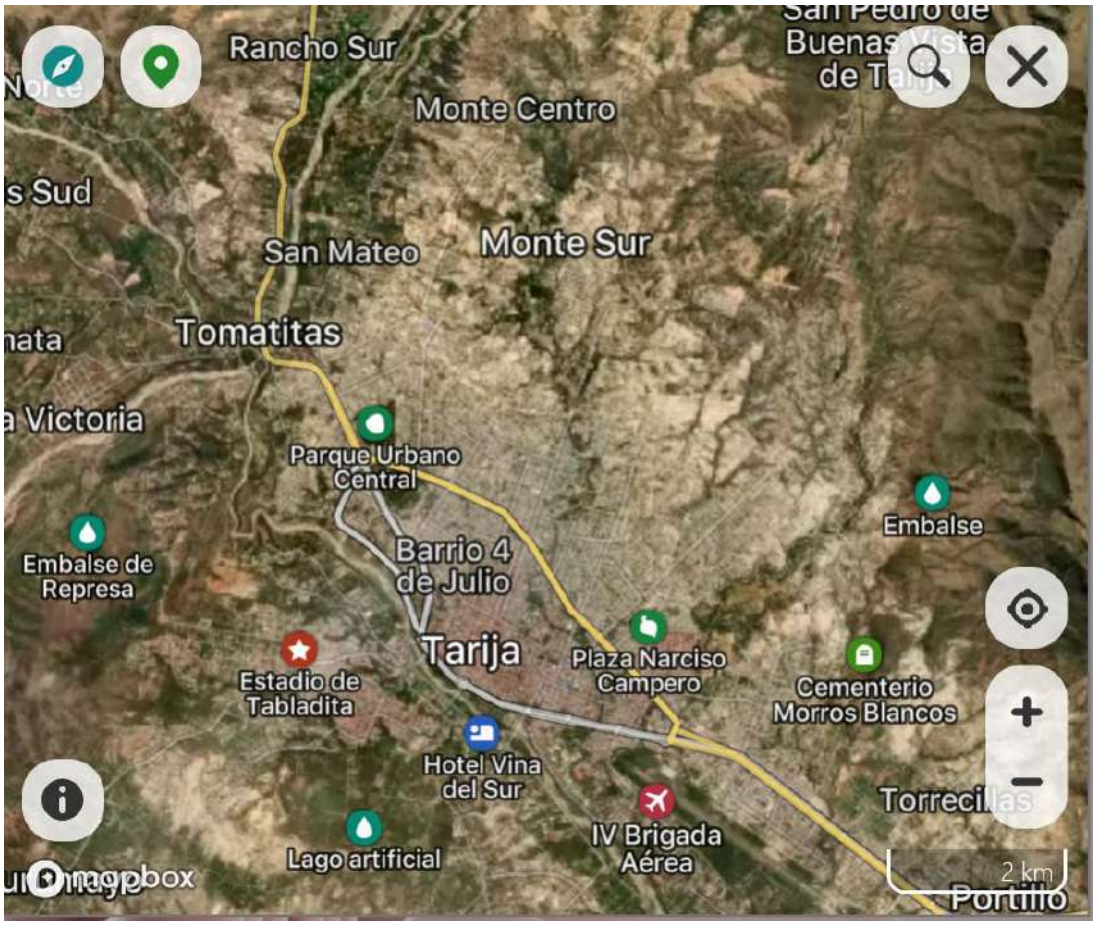
La elección de la localidad y el lugar específico formen parte de la misma decisión de localización, por lo que es común dividir el estudio de localización en: estudio de macro localización y el de micro localización (Kumar, 2019).

3.32.1 Macro localización de la planta piloto de alcachofa en conserva

La macro localización tiene por objeto determinar la región o territorio en la que el proyecto tendrá influencia con el medio; sólo se requiere analizar los factores de localización de acuerdo a su alcance geográfico (Kumar, 2019).

San Mateo es un pueblo en Departamento de Tarija, Bolivia y tiene alrededor de 1.740 habitantes y una altitud de 2.139 metros, seleccionado para la planta piloto de alcachofa en conserva por tener al alcance la materia prima y la influencia de la ciudad de Tarija a 15 minutos en automóvil.

La Figura 3.16 muestra la localidad de San Mateo con vista a la distancia y camino a la ciudad de Tarija.



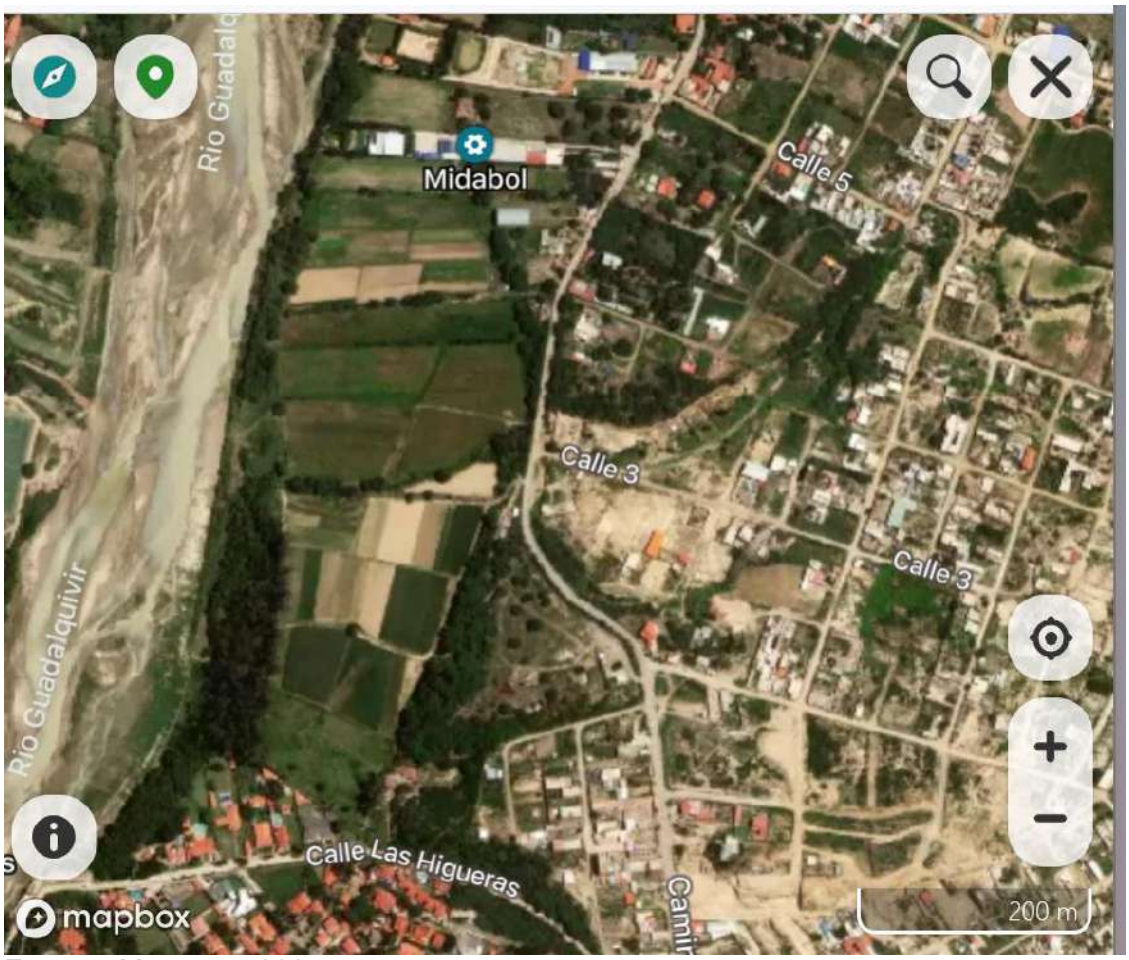
Fuente: Mapcarta, 2025
Figura 3.16: Macrolocalizacion de la planta piloto

3.32.2 Micro localización de la planta piloto de alcachofa en conserva

La micro localización se hace con el propósito de seleccionar la comunidad y el lugar exacto para instalar la planta industrial, siendo este sitio el que permite cumplir con los objetivos de lograr la más alta rentabilidad o producir al mínimo costo unitario (Kumar, 2019).

San Mateo se encuentra cerca del pueblo de Compuerta, así como de Tomatitas (Mapcarta, 2025), exactamente se sitúa por el camino antiguo a Sella Méndez.

La Figura 3.17 muestra la microlocalización de la planta piloto de alcachofa en conserva en la localidad San Mateo.



Fuente: Mapcarta, 2025
Figura 3.17: Microlocalizacion planta piloto de alcachofa en conserva

3.33 Estimación de operarios para la planta piloto alcachofa en conserva

Habiendo determinado el tiempo de 14,6 h de proceso para 20 kg de alcachofa por día en la planta piloto se procedió a calcular la cantidad de operarios necesarios para procesar la alcachofa en la planta piloto, tomando en cuenta la jornada completa de trabajo por persona, se determinó que al ser una planta nivel piloto y en su inicio, solo se requerirá ayudante auxiliar que realice las órdenes del jefe de producción dueño de la planta el cual estará exento de recibir sueldo hasta que la planta piloto empiece a lucrar en mayor cantidad.

Con la información que brinda el Ministerio de Trabajo, la jornada laboral completa es de 7 horas por persona por su ley general del trabajo (Ministerio de trabajo, 2025), se

concluye que se necesitan 2 operarios para cubrir la carga de trabajo de 14,6 h diarias de producción, los cálculos detallados se indican en (Anexo E).

De acuerdo a la escala maestral actual que regula el salario de las personas empleadas tanto en el sector público y privado, asi como también el incremento de los sueldos, se decidió contratar un ayudante con la remuneración del salario mínimo nacional de Bs 2750 (Ministerio de Trabajo, 2025).

3.34 Caracterización de los envases de vidrio

Para el envase de los corazones de alcachofa, se seleccionó el frasco de vidrio transparente, de forma cilíndrica con esquinas suavemente redondeadas, con cuello corto y recto, debido a que, según Robertson (2012), el vidrio es uno de los materiales más seguros y estables para conservas debido a su resistencia térmica y neutralidad química, lo que garantiza la calidad del producto (Robertson, 2012).

La figura 3.18 muestra el frasco y el rellenado de los corazones de alcachofa, la cotizacion y la especificación técnica del frasco de vidrio seleccionado se detalla en el (Anexo B) y (Anexo B.3).



Fuente: Enovint, 2025
Figura 3.18: Frasco de vidrio para el escabeche de alcachofa

3.35 Diseño de la etiqueta

La figura 3.19 detalla la etiqueta de los corazones de alcachofa en escabeche, tomando en cuenta la elegancia que este producto proyectara al mercado local se eligió el color negro para conseguir el concepto “Gourmet” y selectivo de la alcachofa, resaltando que en la ciudad de Tarija es donde se produce esta codiciada hortaliza.

La etiqueta se diseñó en el programa “Canva”, los valores de la información nutricional son referenciales extraídos de un producto similar (Delicate, 2025).

Las especificaciones técnicas y la cotización de la etiqueta se encuentran desarrolladas en el (Anexo B) y (Anexo B.3).



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.19: Etiqueta frontal “Corazones de alcachofa en escabeche”



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.20: Etiqueta trasera “Corazones de alcachofa en escabeche”

3.36 Impacto ambiental planta piloto de alcachofa en conserva

En Bolivia, cualquier actividad productiva requiere una Licencia Ambiental, que puede adoptar los siguientes formatos según la categoría del proyecto que se presente (Levivox, 2025):

- Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA): para proyectos de categoría I o II (alto impacto). Incluye un Estudio de Impacto Ambiental (EEIA) y un Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.
- Certificado de Dispensación (CD-3): para categoría III, con presentación de un Programa Ambiental (MM-PASA).

- Certificado de Dispensación (CD-4): para categoría IV, tras presentar una ficha o Formulario de Categorización Ambiental.

Las categorías se determinan según guía del Decreto Supremo 3856/2019 (4 categorías), este decreto se encuentra desarrollado en el (Anexo G). La planta piloto de alcachofa en conserva está dentro del nivel de categoría número III, debido a lo siguiente (DS 3856/2019, 2025):

- La capacidad de producción es a mediana escala.
- Se utiliza cocción, vapor, escaldado y ácido acético, generando residuos líquidos y sólidos.
- Existe un riesgo de contaminación bajo.

Por lo que para optar por el Certificado de Dispensación Ambiental CD-3 (categoría III) que es la licencia ambiental que corresponde, se debe cumplir con los siguientes requisitos según el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija (GADT) a través de su unidad de gestión ambiental:

- Formulario de categorización ambiental (te lo da la Gobernación).
- Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA o MM-PASA).

El plan de aplicación y seguimiento ambiental es un documento que se debe elaborar (con o sin consultor) y que detalla lo siguiente (GADT, 2025):

- Medidas de prevención/mitigación.
- Control de residuos, efluentes, olores, ruidos.
- Plan de monitoreo (frecuencia, indicadores, etc.).
- Cronograma de cumplimiento ambiental.

El plan de aplicación y seguimiento de la planta piloto de alcachofa en conserva se encuentra detallado en el (Anexo G). Una vez llenado el formulario de categorización, ver (Anexo G), y con el plan de aplicación y seguimiento, se entrega a la secretaria de medio ambiente, ellos lo evalúan en un plazo de cinco a diez días hábiles y si todo está correcto, otorgan el Certificado de dispensación CD-3 (GADT, 2025), a la planta piloto de alcachofa en conserva.

CAPÍTULO IV
COSTOS DEL PROYECTO

4.1 Costos de inversión para la implementación planta piloto de alcachofa en conserva en la comunidad de San Mateo, Tarija

Con la finalidad de realizar el cálculo de los costos del proyecto, se lleva a cabo una identificación de los recursos requeridos para las fases de inversión y operación, siendo los costos fijos como inversión fija y los costos variables como capital de trabajo aquellos a ser identificados para la implementación de planta piloto de alcachofa en conserva.

4.1.1 Inversión fija para implementar la planta piloto de alcachofa en conserva

A continuación, se inicia a describir los costos fijos de la planta piloto:

4.1.1.1 Costo de terreno e infraestructura planta piloto de alcachofa en conserva

El costo del terreno para la implementación de la planta piloto de alcachofa en conserva, no está contemplado como inversión, debido a que este ya forma parte de la propiedad, considerado como terreno propio y privado, sin embargo, actualmente está estimado en base al valor comercial ya establecido de los terrenos en la comunidad de San Mateo, donde tiene un costo de 10 dólares por metro cuadrado o expresado en bolivianos 69.08 Bs/m^2. Tomando en cuenta la superficie estimada presentada en la Tabla 3.13 son 670 $m^{2,}$ lo que hace un monto de Bs 46.000,00, costo no contemplado como inversión de la planta piloto.

En cuanto al costo de material de construcción, obra civil e instalación de servicios básicos para la infraestructura de la planta piloto según Fabián Echart Sossa (comunicación personal, 3 de agosto de 2025).

La Tabla 4.1 muestra los costos de material de construcción, edificación, obra civil e instalación de servicios básicos para la implementación de la planta piloto de alcachofa en conserva.

Tabla 4.1

Costos de terreno e infraestructura de la planta piloto

Detalle	Área (m^2)	Costo (Bs/m^2)	Costo total (Bs)
Terreno	670	69,00	46.000,00
Material de construcción, edificación e instalación de servicios básicos.	200	2.000,00	400.000,00
Total			**446.000,00**

Fuente: Elaboración propia

Como se observa se necesita un total Bs 446.000,00 para la adquisición del terreno con la superficie necesaria, ver Tabla 3.9, la construcción y la instalación de los servicios básicos, descartando el costo del terreno ya existente la inversión se estima en Bs 400.000,00 para la instalación e infraestructura planta piloto de alcachofa en conserva en San Mateo, Tarija.

4.1.1.2 Costos de equipos para la planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.2 muestra los costos de los equipos necesarios para la planta piloto de alcachofa en conserva, las cotizaciones se muestran en anexos al final del texto, ver (Anexo H) y (Anexo H.1), se tomó en cuenta la cotización de marcas en el mercado nacional para facilitar el traslado hasta la planta piloto.

Las especificaciones técnicas de los principales equipos a ser implementados en la planta piloto de alcachofa en conserva se encuentran detallados, ver (Anexo B).

Tabla 4.2

Costo de los equipos para la planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	2	Unidad	Balanza industrial	400,00	800,00
2	2	Equipo	Tina de lavado	8.000,00	16.000,00
3	2	Equipo	Cocina semi industrial	800,00	1.600,00
4	1	Pieza	Frezzer	3.790,00	3.790,00
5	2	Unidad	Balanza de mesa	320,00	640,00
Total					**22.830,00**

Fuente: Elaboración propia

Los costos de equipos para ser implementados en la planta piloto, fueron cotizados y consultados tanto a proveedores nacionales como internacionales, sin embargo, tomando en cuenta la simplicidad de disponibilidad de los equipos requeridos para iniciar la producción del escabeche de corazones de alcachofa, se eligieron los equipos de los comerciantes de diferentes galerías ubicados en la zona del campesino de la ciudad de Tarija, por su cercanía y disposición, asi también apoyando a los productores privados, Argos, un metalúrgico ideal para los trabajos en acero inoxidable de la ciudad de Tarija.

4.1.1.3 Costo de instrumentos para la planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.3, muestra el detalle de los costos de instrumentos como ollas, canastillos, utensilios y otros para tener lo necesario durante el proceso de elaboración de escabeche de corazones de alcachofa.

El detalle de la cotización de estos instrumentos se encuentra en los anexos al final del texto, ver (Anexo H) y (Anexo H.1).

Tabla 4.3

Costo de instrumentos para la planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	1	Unidad	Colador de acero Inox	400,00	400,00
2	4	Unidad	Ollas de acero inox 20.50.100 L	550,00	2.200,00
3	1	Unidad	Carro de servicio	750,00	750,00
4	11	Unidad	Canastillos de plástico	55,00	605,00
5	1	Unidad	Agitador acero inox	300,00	300,00
6	1	Unidad	Paleta de madera	70,00	70,00
7	2	Unidad	Jarra de plástico graduada (1 l)	10,00	10,00
8	1	Unidad	Jarra de plástico graduada (2 l)	25,00	25,00
9	4	Unidad	Cucharas acero inox	20,00	80,00
10	3	Unidad	Cuchillo grande acero inox	80,00	240,00
11	3	Unidad	Cuchillo mediano acero inox	66,00	198,00
12	2	Unidad	Tijera	17,00	34,00
13	8	Unidad	Rociador de alcohol	10,00	80,00
Total					**4.992,00**

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4 Costo de mobiliario para planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.4 muestra el detalle de los costos de mobiliario como mesas de escritorio, estantes y taburetes para implementar la planta piloto de alcachofa en conserva**.**

El detalle de la cotización de este mobiliario se encuentra en los anexos al final del texto, ver (Anexo H) y (Anexo H.1).

Tabla 4.4

Costos de mobiliario para la planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	4	Unidad	Mesa acero Inox	3.200,00	12.800,00
2	1	Unidad	Estante metálico 1x0,5x1,70m	250,00	250,00
3	1	Unidad	Mesa de madera 1x1,5x2m	200,00	200,00
4	10	Unidad	Taburetes	90,00	900,00
Total					**14.150,00**

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5 Costo material de laboratorio planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.5 muestra los costos de material de laboratorio para la planta piloto de alcachofa en conserva**.** El detalle de la cotización de este material de laboratorio se encuentra en los anexos al final del texto, ver (Anexo H) y (Anexo H.1).

Tabla 4.5

Costo material de laboratorio planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	2	Unidad	Termómetro -5 – 200 y -5 -100°C	83,00	166,00
2	1	Caja	Barbijos	60,00	60,00
3	4	Unidad	Cofia de tela	20,00	80,00
4	1	Caja	Guantes de goma	50,00	50,00
Total					**356,00**

Fuente: Distribuidora Montellanos, 2025

4.1.1.6 Costo material de seguridad para planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.6 muestra los costos de material de seguridad como el extintor, las botas de goma, mandiles y guantes con la finalidad de prevención y protección de los accidentes laborales que puedan presentarse durante el proceso de elaboración del escabeche en la planta piloto**.** El detalle de la cotización de este material de seguridad se encuentra en los anexos al final del texto, ver (Anexo H) y (Anexo H.1).

Tabla 4.6

Costo del material de seguridad para la planta de alcachofa en conserva

N°	Cantidad	Descripción	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	2	Extintor de 6 kg (447x250x170) mm para tipo de fuego A-B-C con polvo químico.	300,00	600,00
2	3	Botas de goma (pares)	80,00	240,00
3	4	Mandiles	90,00	360,00
4	3	Guantes de tela gruesos (pares)	20,00	60,00
Total				**1.260,00**

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.7 Costo de caja de herramientas planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.7 muestra el detalle de los costos de caja de herramientas para la planta piloto de alcachofa en conserva. El detalle de la cotización de estas herramientas se encuentra en los anexos al final del texto, ver (Anexo H) y (Anexo H.1).

Tabla 4.7

Costo de caja de herramientas para la planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	1	Unidad	Caja de herramientas	95,00	95,00
2	1	Unidad	Estuche de llaves	138,00	138,00
3	1	Unidad	Rastrillo con mango	50,00	50,00
4	1	Unidad	Azadón con mango	50,00	50,00
5	1	Unidad	Pala metálica	50,00	50,00
6	1	Unidad	Llave francesa mediana	50,00	50,00
7	1	Unidad	Machete	40,00	40,00
Total					**473,00**

Fuente: Multiherramientas Tarija, 2025

4.1.1.8 Costo de material y muebles de oficina para la planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.8 muestra el detalle de los costos de mobiliario y material de oficina que se requiere para el departamento de administración de la planta piloto de alcachofa en conserva. El detalle de la cotización de este material e inmueble de oficina se encuentra en los anexos al final del texto, ver (Anexo H) y (Anexo H.1).

Tabla 4.8

Costo de material y muebles de oficina planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	1	Unidad	Material de escritorio	300,00	300,00
2	1	Unidad	Computadora	4.800,00	4.800,00
3	1	Unidad	Impresora	1.350,00	1350,00
4	1	Unidad	Silla giratoria	650,00	650,00
5	3	Unidad	Sillas	240,00	720,00
6	1	Unidad	Escritorio	700,00	700,00
Total					**8.520,00**

Fuente: Construex Tarija, 2025

4.1.1.9 Resumen inversión fija para la planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.9 muestra el detalle del resumen de los costos fijos para la implementación de la planta piloto de alcachofa en conserva en la comunidad de San Mateo, Tarija.

Tabla 4.9

Resume inversión fija para la planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Detalle	Costo total (Bs)
Costos fijos		
1	Terreno, material de construcción, edificación e instalación de servicios básicos	400.000,00
2	Equipos	22.830,00
3	Instrumentos	4.992,00
4	Muebles y mobiliario	14.150,00
5	Caja de herramientas	473,00
6	Material de laboratorio	356,00
7	Material de seguridad	1.260,00
8	Mobiliario y material de oficina	8.520,00
	Total (Bs)	**452.581,00**

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Capital de trabajo para implementar planta piloto de alcachofa en conserva

A continuación, se describen los costos variables de la planta piloto:

4.1.2.1 Costo de alcachofa e insumos planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.10 muestra el detalle de los costos de la alcachofa e insumos para un día de producción de la planta piloto de alcachofa en conserva.

Tabla 4.10

Costos de alcachofa e insumos planta piloto de alcachofa en conserva

Detalle	Unidad	Cantidad Por día	Costo unitario (Bs/kg, l, u)	Costo total (Bs)
Alcachofas	kg	20	20,00	400,00
Vinagre de alcohol FAVINCO	l	0,94	17,00	16,00
Aceite de oliva	l	0,36	312,00	112,32
Sal de EL SALERITO	Kg	0,039	2,00	0,08
Pimienta negra en grano	Kg	0,007	260,00	1,82
Ajo blanco fresco	Kg	0,039	60,00	2,34
Hojas de laurel secas	Kg	0,0108	80,00	0,87
Benzoato de sodio	Kg	0,0015	37,00	0,05
Frascos de vidrio de 360 g c/tapa	u	13	8,00	104,00
Etiquetas	u	13	1,17	15,21
Total				**652,69**

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 4.10, los costos de los insumos necesarios para obtener la cantidad estimada de producto por día de corazones de alcachofa, fueron cotizados de acuerdo a los precios actuales de venta, en mercados y centros de ferias de alimentos en la ciudad de Tarija, el detalle de esta cotización se encuentra en los anexos al final del texto, ver (Anexo H) y (Anexo H.1), asi como el detalle de cada insumo utilizado se describe en el (Anexo F).

4.1.2.2 Costo de material de limpieza planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.11 muestra el detalle de los costos del material de limpieza necesario para la planta piloto de alcachofa en conserva.

Tabla 4.11

Costo de material de limpieza para la planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	2	Unidad	Goma de piso grande	17,00	34,00
2	1	Unidad	Pala para recoger desechos	20,00	20,00
3	7	Unidad	Basureros pequeños de plástico	20,00	140,00
4	2	Litro	Detergente lavavajillas	20,00	40,00
5	5	Litro	Lavandina	10,00	50,00
6	1	Kilo	Jabón en polvo	15,00	15,00
7	3	Unidad	Trapo de piso	5,00	15,00
8	4	Unidad	Secador	8,00	32,00
9	6	Unidad	Esponja	2,00	12,00
10	1	Unidad	Escobillón	20,00	20,00
11	2	Unidad	Cepillo	10,00	20,00
12	1	Paquete	Bolsas de polipropileno grandes	10,00	10,00
Total					**408,00**

Fuente: Elaboración propia

Los costos que se muestran en la Tabla 4.11, fueron consultados en la zona del mercado Campesino y de la Loma de la ciudad de Tarija, el detalle de la cotización se encuentra en los anexos al final del texto, ver (Anexo H) y (Anexo H.1).

4.1.2.3 Costos de imprevisto para la planta piloto de alcachofa en conserva

Este monto se asigna con el fin de cubrir gastos no planificados o variaciones inesperadas durante la implementación de la planta piloto. Puede incluir ajustes

técnicos, modificaciones en equipos, costos adicionales en infraestructura, permisos, pruebas de proceso, o cualquier otro gasto que no haya sido considerado inicialmente. Representa el 5% del presupuesto total del proyecto, y su objetivo es asegurar la continuidad y correcta ejecución del plan sin afectar el desarrollo general ni comprometer la calidad o seguridad del proceso (Vincent, 2024).

La tabla 4.12 muestra el monto destinado al costo de imprevisto para la implementación de la planta piloto de alcachofa en conserva.

Tabla 4.12

Costo de imprevisto para la planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Cantidad	Descripción	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs)
1	1	Imprevistos	2.629,00	2.629,00
Total				**2.629,00**

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4 Costo consumo energía eléctrica planta piloto de alcachofa en conserva

Se determinó el tiempo de funcionamiento de la planta piloto, siendo el de cinco días a la semana de lunes a viernes, veinte días al mes y cuatro meses al año (noviembre, diciembre, enero y febrero), como se describe en el subtítulo 3.14.

El horario de funcionamiento se determinó desde las 8 h hasta las 15 h, respetando las ocho horas de jornada laboral (Ministerio de trabajo, 2018).

Tomando en cuenta este horario, se estimó el uso de la energía eléctrica, el uso de la iluminación y de las duchas eléctricas se establecen dos horas al día, y todos los demás artefactos eléctricos como se observa en la Tabla 4.13, se determinó que funcionaran de 5 a 8 h.

La Tabla 4.13 muestra la cantidad de energía requerida para la instalación eléctrica en la planta piloto de alcachofa en conserva y sus costos correspondientes de acuerdo a las tarifas vigentes de SETAR, la cotización se muestra detallada (Anexo H) y (Anexo H.1), las tarifas se detallan en (Anexo H) y (Anexo H.2).

Tabla 4.13

Costo de energía eléctrica para la planta piloto de alcachofa en conserva

Puntos de consumo eléctrico	Potencia	Tiempo	Cantidad	Consumo			Costo unitario
Equipos	**kW**	**h/día**	**Unidad**	**kW/día**	**kW/mes**	**kW/año**	**Bs/kW**
Balanza 100 kg	0,008	8	2	0,016	0,32	3,84	0,849
Balanza 40 kg	0,008	8	2	0,016	0,32	3,84	
Dispositivos	**kW**	**h/día**	**Unidad**	**kW/día**	**kW/mes**	**kW/año**	
Foco incandes	0,01	5	13	0,13	2,6	10,4	
Focos ahorrador	0,018	5	11	0,198	3,96	15,84	
Fluorescentes	0,04	5	5	0,200	4	16	
Apliques muro	0,018	5	6	0,108	2,16	8,64	
Computador	0,14	5	1	0,140	2,8	11,2	
Router internet	0,04	5	1	0,040	0,8	3,2	
Teléfonos	0,005	5	2	0,010	0,2	0,8	
Duchas	5	1	1	5	100	400	
Cámaras	0,012	10	10	0,120	2,4	9,6	
Postes exterior	0,03	5	7	0,210	4,2	16,8	
Aire acondicionado	1,8	4	3	5,400	108	432	
Consumo total				**11,556**	**231,120**	**924,480**	
Costo total (Bs)				**9,811**	**196,221**	**784,883**	

Fuente: SETAR, 2021

Como se puede observar en la Tabla 4.13 el consumo de energía eléctrica para poner en funcionamiento la planta piloto es de 11,56 KW/día, 231,12 kW/mes y 924,48 kW/año. Tomando en cuenta que el costo de energía a nivel industrial en la categoría INDUSTRIAL - PD I BT es de 0,849 Bs/kW (SETAR,2021) (Anexo H) y (Anexo H.2).

Por lo tanto, se tiene un costo de 785 Bs anual (4 meses) en consumo de energía para el funcionamiento de la planta piloto obteniendo escabeche de corazones de alcachofa.

4.1.2.5 Costo de consumo de gas natural (GN) para la planta piloto de alcachofa en conserva

La cantidad de gas natural requerido para la implementación de la planta piloto de alcachofa en conserva, se determina en función de los veinte días hábiles de producción al mes y cuatro meses al año.

Tomando en cuenta que se cuenta con la conexión a la red de gas en la comunidad de San Mateo, la Tabla 4.14 muestra el detalle del consumo kg/día calculado (Anexo C) que fue convertido con la densidad del gas natural 0,717 kg/m^3 a MPC y el costo de la cantidad día/mes/año del gas natural para que la planta piloto produzca el escabeche de alcachofa.

Los datos obtenidos se muestran a detalle en los anexos al final del texto, ver (Anexo H) y (Anexo H.2), datos brindados en las oficinas de EMTAGAS por el Ingeniero Alfredo Tito.

De acuerdo a la categorización establecida por el Decreto Supremo N°1996 Cap.1, Art. 6, la planta piloto de alcachofa en conserva pertenece a la primera categoría comercial con la tarifa de 21 Bs/MPC.

Tabla 4.14

Costo del consumo de gas en la planta piloto de alcachofa en conserva

Producción de escabeche de corazones de alcachofa		**Consumo**				**Costo unitario**
Equipo	**Operaciones**	**kg/día**	**MPC/día**	**MPC/mes**	**MPC/año**	**Bs/MPC**
Cocina industrial de tres hornallas	Escaldado	0,452	0,63	12,61	50,43	21
	Concentración	0,43	0,60	12,00	48,00	
	Esterilización	0,47	0,65	12,94	51,75	
	Exhausting	0,27	0,42	8,35	33,39	
	Pasteurización	0,69	1,65	33,06	132,26	
	Consumo total	**2,31**	**3,95**	**78,96**	**315,83**	
	Costo total Bs		**82,95**	**1658,16**	**6.632,43**	

Fuente: EMTAGAS, 2025

Por lo tanto, se tiene un costo de 6.632,43 Bs/año en consumo de gas natural para la elaboración de escabeche de corazones de alcachofa en la planta piloto.

4.1.2.6 Costo de consumo de agua planta piloto de alcachofa en conserva

La cantidad de agua requerida para la implementación de la planta piloto de alcachofa en conserva se determina en base al agua utilizada en el proceso de elaboración del escabeche, la limpieza de los utensilios y la limpieza de los pisos de procesamiento de acuerdo a la superficie construida, los cálculos se muestran detallados en el (Anexo A) y (Anexo A.4).

La tabla 4.15 muestra el consumo de agua potable de la planta piloto de alcachofa en conserva y su costo actual de acuerdo a COSAALT, referido para 20 días hábiles de trabajo al mes y 4 meses al año.

Tabla 4.15

Costo del consumo de agua potable planta piloto de alcachofa en conserva

Consumos	Porcentaje (%)	Volumen			Costo por consumo
		M^3/día	M^3/mes	M^3/año	Bs/m^3
Proceso de elaboración de corazones de alcachofa	15,87	0,10	2,00	8,00	8
Limpieza en el proceso	30,16	0,19	3,08	15,20	
Higiene personal	12,69	0,08	1,60	6,40	
Limpieza de pisos	41,27	0,26	5,20	20,80	
Consumo total		0,63	9,88	42,40	
Costo total bs		**5,04**	**79,04**	**339,20**	

Fuente: COSAALT, 2024

De acuerdo a las tarifas de COSAALT, detalladas en el (Anexo H), se determina a la planta piloto de alcachofa en conserva categorizada dentro del rango de consumo de 1-10 m^3, por lo que se toman los valores especificados para esta categoría y se obtiene un total de 79,04 Bs/mes.

4.1.2.7 Costo de requerimiento de personal para la planta piloto

Los costos de requerimiento del personal para mano de obra son calculados en base al tiempo de duración para elaborar escabeche de corazones de 20 kg/día de alcachofa en el diagrama de layout de procesos, ver Figura 3.4.

Se considera un sueldo por horas de trabajo, ya que la planta piloto procesará cinco días a la semana por cuatro meses al año. El personal que trabajará en la planta piloto de alcachofa en conserva estará compuesto por el jefe de producción y el personal de apoyo del proceso productivo.

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’’, ver (Anexo E) y (Anexo E.2) (Jibble, 2025).

Según el Ministerio de Trabajo el salario mínimo nacional dispuesto en mayo de 2025 por el Gobierno Nacional y la Central Obrera Boliviana (COB) firmando un acuerdo donde se determinó un incremento del 10% al Salario Mínimo Nacional (SMN), esto significa que el sueldo mínimo en Bolivia, tanto para el sector público como privado, pasó de 2.500,00 bolivianos a 2.750,00 bolivianos (Ministerio de trabajo, 2025), ver (Anexo E) y (Anexo E.2).

La Tabla 4.16, muestra el detalle del costo de mano de obra para poner en funcionamiento la planta piloto de alcachofa en conserva, considerando los sueldos por hora y las horas trabajadas por día de cada empleado.

Tabla 4.16

Costo de mano de obra para la planta piloto de alcachofa en conserva

Detalle	Número (personas)	Sueldo mensual	Días de trabajo por mes	Horas de trabajo por día	Sueldo por hora
Jefe de producción	1	3 000	20	8	18,75
Ayudante de producción y limpieza	1	2 750	20	8	17,18

Fuente: Ministerio de trabajo, 2025

La Tabla 4.17, muestra el detalle de los sueldos de cada operario en la planta piloto de alcachofa en conserva con inclusión sociales (aguinaldo) (Anexo E) y (Anexo E.2).

Tabla 4.17

Sueldos de mano de obra para la planta piloto de alcachofa en conserva

Detalle	Sueldo por hora (Bs)	Sueldo mensual (Bs)	Sueldo anual (Bs)	Incluyendo beneficios sociales
Jefe de producción	18,75	3.000,00	12.000,00	15.000,00
Ayudante de producción y limpieza	17,18	2.750,00	11.000,00	13.750,00
Total		**5.750,00**	**23.000,00**	**28.750,00**

Fuente: Elaboración propia

El costo anual de la mano de obra es de Bs 28.750,00 incluyendo beneficios sociales (aguinaldo), el cual fue calculado en base al salario mensual de cada trabajador, ver (Anexo E).

Se toma en cuenta la contratación de un jefe de producción para estimar el costo cuando se pueda contratar a uno, pero se determinó que, al empezar el funcionamiento de la planta piloto, el jefe de producción será la propietaria del proyecto, esperando que el sueldo pueda concretarse cuando la inversión sea cubierta en su totalidad, por lo que el costo anual de la mano de obra inicial es de Bs 13.750,00.

4.1.2.8 Costo de mantenimiento de equipos de la planta piloto de alcachofa en conserva

El mantenimiento del freezer y de las cocinas a gas, es realizado por la empresa Coldtec, especializados en mantenimiento técnico de equipos, domésticos, industriales y semi industriales (Coldtec, 2025).

El mantenimiento de las balanzas realizado por la empresa Ibmetro, consiste en la nivelación y la calibración de las balanzas, aquellas que son para uso de la recepción de las alcachofas y para el envasado del producto final son niveladas, es decir, se revisa si la balanza está dentro del límite de la norma establecida que maneja Ibmetro, y la calibración es para las balanzas que dosifican internamente en el proceso de elaboración del escabeche de corazones de alcachofa (Ibmetro, 2025).

La Tabla 4.18 muestra el detalle de los costos de mantenimiento de los equipos utilizados para el proceso de elaboración de escabeche de corazones de alcachofa, ya que es muy importante y necesario tomar en cuenta los costos de mantenimiento para garantizar su óptimo funcionamiento.

Tabla 4.18

Costo de mantenimiento de equipos planta piloto de alcachofa en conserva

Detalle	Unidades	Asistencia técnica/año	Costo unitario Bs/año	Costo total Bs/año
Frezzer[*]	1	1	1.000,00	1.000,00
Balanza	4	1	250,00	1.000,00
Total				**2.000,00**

Fuente: Ibmetro, 2025 y Coldtec [*], 2024

4.1.2.9 Costo de análisis fisicoquímico escabeche de corazones de alcachofa

Los parámetros de pH, acidez y salinidad garantizan que el medio sea hostil para microorganismos peligrosos, este análisis se recomienda realizarlo una vez al año o si hay cambio en la formulación, ya que los valores se mantienen estables si el proceso no varía (SENASAG, 2019).

La Tabla 4.19 muestra el detalle de los costos de análisis fisicoquímicos del producto terminado como escabeche de corazones de alcachofa, cotizados en el laboratorio de CEANID (Centro de Análisis Investigación y Desarrollo; perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología; dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, Tarija-Bolivia). Estos costos se encuentran en el (Anexo H) (Anexo H.2).

Tabla 4.19

Costos de análisis fisicoquímicos del escabeche de corazones de alcachofa

N°	Parámetro	Propósito	Método	Costo (Bs)
1	pH	Debe ser ≤ 4.6 para garantizar la inocuidad (IBNORCA)	NB 338006:2009	50,00
2	Acidez total (g/100ml)	Verifica la concentración de ácido acético del escabeche	NB 36002:2002	25,00
3	SalinidadNaCl (g/100g)	Evalúa la concentración salina, ligada a conservación	NB 011:2004 (MOD)	50,00
Total (Bs)				**125,00**

Fuente: CEANID, 2025

4.1.2.10 Costo de análisis microbiológico escabeche de corazones de alcachofa

Las bacterias, mohos y levaduras pueden afectar la inocuidad y calidad del producto. La detección y posterior eliminación confirma que las buenas prácticas de higiene y el tratamiento térmico son eficaces, y garantizar obtener un producto inocuo. Basta con hacerlo una vez al año o ante modificaciones en ingredientes, proceso o proveedores (SENASAG, 2019).

La Tabla 4.20 muestra el detalle de los costos de análisis microbiológicos del producto terminado como escabeche de corazones de alcachofa, cotizados en el laboratorio de CEANID (Centro de Análisis Investigación y Desarrollo; perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología; dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, Tarija-Bolivia), estos costos se encuentran detallados en el (Anexo H) (Anexo H.2).

Tabla 4.20

Costos de análisis microbiológicos del escabeche de corazones de alcachofa

N°	Parámetro	Propósito	Método	Costo (Bs)
1	Recuento de aerobios mesófilos	Mide contaminación general	NB 32003:2005	110,00
2	Coliformes totales	Indican contaminación fecal	NB 32005:2002	110,00
3	Mohos y levaduras	Importante para productos ácidos	NB 32006:2003	110,00
4	Salmonella spp.	Obligatorio en alimentos en conserva	NB ISO 6579:2008	140,00
Total (Bs)				**470,00**

Fuente: CEANID, 2025

4.1.2.11 Resumen de costos variables de la planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.21 muestra el detalle del resumen de los costos variables para la implementación de la planta piloto de alcachofa en conserva en la comunidad de San Mateo-Tarija.

Tabla 4.21

Resumen capital de trabajo planta piloto de alcachofa en conserva

N°	Detalle	Costo total (Bs)
Costos variables		
1	Materia prima e insumos	669,50
2	Material de limpieza	408,00
3	Costo de imprevisto	2.629,00
4	Consumo de energía eléctrica	196,00
5	Consumo de gas (GN)	1658,16
6	Consumo de agua potable	79,04
7	Mano de obra	5.750,00
8	Mantenimiento de equipos	2.000,00
9	Análisis microbiológico del producto final	470,00
10	Análisis fisicoquímico del producto final	125,00
Total (Bs)		**14.037,81**

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Resumen de inversión fija y capital de trabajo implementación planta piloto de alcachofa en conserva

La Tabla 4.22 muestra el detalle del resumen de los costos fijos y costos variables para determinar la inversión total del proyecto que permita adquirir los recursos necesarios para el equipamiento y operación, y asi implementar la planta piloto de alcachofa en conserva en la comunidad de San Mateo, Tarija.

Tabla 4.22

Resumen de inversión fija y capital de trabajo de la planta piloto

N°	Detalle	Costo total (Bs)	Total (Bs)
Costos fijos			**452.581,00**
1	Terreno, material de construcción, edificación e instalación de servicios básicos	400.000,00	
2	Equipos	22.830,00	
3	Instrumentos	4.992,00	
4	Muebles y mobiliario	14.150,00	
5	Caja de herramientas	473,00	
6	Material de laboratorio	356,00	
7	Material de seguridad	1.260,00	
8	Mobiliario y material de oficina	8.520,00	
Costos variables			**13.984,70**
10	Materia prima e insumos	669,50	
11	Material de limpieza	408,00	
12	Costo de imprevisto	2.629,00	
13	Consumo de energía eléctrica	196,00	
14	Consumo de gas (GN)	1658,16	
15	Consumo de agua potable	79,04	
16	Mano de obra	5.750,00	
17	Mantenimiento de equipos	2.000,00	
18	Análisis microbiológico del producto final	470,00	
19	Análisis fisicoquímico del producto final	125,00	
Total (Bs)		**466.565,70**	**466.565,70**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 4.22 se determinó la inversión fija total de Bs 452.581,00 y para la capital de trabajo un total de Bs 13.984,70 con una inversión total de Bs 466.565,70 para la implementación de la planta piloto de alcachofa en conserva en la comunidad de San Mateo, Tarija.

4.2 Ingreso por venta de alcachofa

Se determina el destino de las alcachofas de tamaño grande a la venta directa para el mercado nacional y las hojas con los tallos que se obtienen en el proceso de acondicionamiento de la alcachofa se destinan a la venta directa a emprendedores que realizan infusiones a partir de hojas.

La Tabla 4.23 detalla la cantidad de alcachofa grande destinada al mercado directo y la cantidad de hojas y tallos destinados a la venta como materia prima para infusión de alcachofa.

Tabla 4.23

Ingreso por venta de alcachofa

Detalle	Porcentaje (%)	Cantidad (kg/día)	Costo unitario Bs/kg	Costo total (Bs/día)
Alcachofa grande	65,69	7	25	175
Desecho	63,4	8	5	40
Total				**215**

Fuente: Alé, 2025

El precio de oferta de alcachofa fresca de tamaño grande es aplicado por el negocio familiar y el precio de venta de las hojas y tallos para la infusión de alcachofa de los puestos ubicados en la avenida Domingo paz de la ciudad de Tarija. Por lo tanto, el ingreso es de 215 Bs/día, monto que se resta al costo de producción total.

4.3 Costo unitario del producto escabeche de corazones de alcachofa

La Tabla 4.24 muestra el detalle de los costos para la elaboración de un frasco de 360 g (Anexo A) de corazones de alcachofa al escabeche, realizando cálculos en base de 20 kg/día, ver Tabla 3.3 de alcachofa a procesar.

Tabla 4.24

Costo unitario de obtención de escabeche de corazones de alcachofa

Producto	Escabeche de corazones alcachofa	**Departamento**	Tarija	
Unidades	13 unidades/360 g	**Municipio**	Cercado	
Cantidad (kg)	4,7	**Comunidad**	San Mateo	
Costo total de producción EGRESO				**1.057,3**
Costos	**Costo base (Bs)**	**Unidad**	**Cantidad**	**Costo total (Bs)**
Costos directos				**956,89**
Costos de producción				
Alcachofa	20	kg	20,00	400,00
Vinagre de alcohol	17	l	0,94	16,00
Aceite de oliva	312	l	0,36	112,00
Sal de mesa	2	kg	0,04	0,10
Pimienta en grano	260	kg	0,01	1,82
Ajo blanco fresco	60	kg	0,04	2,34
Hojas de laurel	80	kg	0,01	0,90
Benzoato de sodio	37	kg	0,01	0,10
Frascos de vidrio	8,17	Unidad	13,00	106,21
Etiquetas	1,17	Unidad	13,00	30,42
Jefe de producción	18,75	h	8,00	150,00
Ayudante de proceso	17,18	h	8,00	137,00
Costos indirectos				**97,80**
Costos de producción				
Agua potable	8	m^3	0,63	5,04
Energía eléctrica	0,85	kW	11,56	9,81
Gas natural	21	MPC	3,95	82,95
Costo total de venta INGRESO				**215**
Venta directa alcachofa	25	kg	7	175
Venta de desechos	5	kg	8	40
Costo final				**839,69**
Costo unitario (13 frascos/día 360 g) Bs				**64,59**

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 4.24 el costo unitario para el escabeche de corazones de alcachofa de un frasco de 360 g como peso neto es de 64,59 Bs.

4.4 Precio de venta del producto escabeche de corazones de alcachofa

El margen de utilidad debe ser suficiente para cubrir el riesgo empresarial, la amortización de la inversión, y generar rentabilidad al capital, por lo tanto, de un 10 a 30% sobre el costo unitario es usual y recomendado para pequeñas industrias alimentarias (Tinsley y Agapitova, 2018).

Para determinar el precio de venta del escabeche de corazones de alcachofa, se toma en cuenta que, al ser un producto de alto valor, la planta piloto toma el riesgo de elaborar una cantidad mayor de contenido por unidad en comparación a las vistas en el mercado internacional de importación, por lo que opta por aplicar el 10% inicial de margen de utilidad debido a que se dirige primeramente al mercado departamental, los canales de venta son reducidos y el posicionamiento del producto es nulo.

4.4.1 Aplicación de la fórmula para el cálculo del margen de ganancia

Según Horngren (2015):

Precio de venta=Costo unitario+ (Costo unitario x Margen de ganancia)

Precio de venta= 64,59+ (64,59 x 10%)

Precio de venta= 71,07 Bs

El precio de venta por unidad de producto de 360 g es de 71 Bs al mercado directo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El método de conservación seleccionado para los corazones de alcachofa se fundamenta en una mezcla compuesta por 34,79% vinagre, 48,32% agua, 13,25% aceite de oliva y 3,64% especias y aditivos. Esta formulación garantiza la calidad del producto.

Para procesar 20 kg/día de alcachofa se requiere la formulación del líquido de cobertura con 48% de agua potable, 13% de aceite de oliva, 35% de vinagre de alcohol, 1,4% sal de mesa, 0,3% pimienta negra en grano, 1,4% ajo fresco, 0,4% hojas secas de laurel y 0,06% ácido ascórbico, obteniendo un rendimiento aproximado del 23%. El proceso demanda una energía calórica de 1,15 m^3/día y se ejecuta en un tiempo estimado de 14 horas diarias.

De acuerdo con la disponibilidad de materia prima en la comunidad de San Mateo, que alcanza los 20 kg/día, 400 kg/mes y 1600 kg/año de alcachofa, la planta piloto proyecta una capacidad de producción de 13 frascos/día, 65 frascos/mes y 1040 frascos/año de producto de corazones de alcachofa en conserva.

El diseño y la distribución de la planta piloto contemplan una superficie total construida de 193 m², organizada de manera estratégica para responder a las necesidades de operación, seguridad e higiene, asegurando así la eficiencia en el flujo de procesos y el cumplimiento de las normativas correspondientes.

La inversión fija corresponde a Bs 452.581,00, y el capital de trabajo Bs 13.984,70, alcanzando un total de inversión Bs 466.565,70, este monto refleja la magnitud de los recursos necesarios para implementar la planta piloto de alcachofa en conserva.

El costo unitario de producción haciende a Bs 64,59 por cada unidad de frasco de 360 g de corazones de alcachofa en conserva, considerando una jornada de 14 horas de trabajo. A partir de este valor, se estableció el precio de venta a Bs 71 por frasco, que incorpora un margen de ganancia inicial del 10%.

El balance de energía permitió establecer que la planta piloto demanda aproximadamente 3,95 MPC/día, equivalentes a 78,96 MPC/mes y 315,83 MPC/año, para mantener su funcionamiento eficiente.

El envase ideal para la conserva es el frasco cilíndrico de vidrio transparente con cierre a rosca, de 11,5 cm de altura, 82 mm de diámetro externo y capacidad de 360 g, suministrado por la empresa Enovint. Este envase no solo cumple con los requisitos de conservación e inocuidad, sino que además ofrece una presentación estética y funcional.

La planta piloto de alcachofa en conserva estará ubicada en la comunidad de San Mateo, a 9 km de la ciudad de Tarija, en las proximidades de los pueblos de Compuerta y Tomatitas, sobre el camino antiguo a Sella Méndez. Su ubicación fue seleccionada por la disponibilidad de materia prima en la zona y la cercanía relativa a la ciudad de Tarija.

5.2 Recomendaciones

Realizar un estudio de mercado sobre el consumo de alcachofa a nivel nacional, con el objetivo de identificar oportunidades de posicionamiento del producto en los diferentes departamentos del país.

Procesar las hojas de alcachofa para la elaboración de infusiones con fines medicinales y aprovechar los tallos como insumo para alimentos balanceados o en procesos de compostaje con el fin de incrementar el valor agregado en la planta piloto.

Implementar manuales de operación y protocolos de calidad basados en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), con el propósito de garantizar el control de calidad y la inocuidad del producto, asegurando el cumplimiento de los requisitos establecidos por el SENASAG.

Diversificar la producción en la planta piloto a mediano y largo plazo para la elaboración de otras variedades de producto de alcachofa, como ser alcachofa con zanahoria, con ají con el fin de mantener un flujo de producción continuo en la planta piloto.

Fomentar el cultivo de alcachofa en la comunidad de San Mateo, con el objetivo de fortalecer la producción local y contribuir al desarrollo agrícola y económico de la región.