

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los quesos fueron introducidos a Bolivia por los españoles y después por otros europeos. Probablemente se introdujeron varios tipos de quesos, pero solo el queso fresco (queso del altiplano, el queso menonita) obtuvo un lugar estable en las tradiciones gastronómicas bolivianas (Antonio, 2012).

Los quesos madurados vivieron una reintroducción en Bolivia en la segunda mitad del siglo XX. Se importaron quesos de países cercanos y se fabricaron artesanalmente e industrialmente. Hoy en día, un reducido segmento de la población, hoteles y restaurantes incorporan en sus menús los quesos y sus derivados, así realzan la producción incrementando el consumo de productos nacionales (Antonio, 2012).

El municipio de Tupiza se encuentra ubicado al Sud del departamento de Potosí, capital de la provincia Sud Chichas, su principal producción pecuaria es el ganado caprino con 126.994 cabezas, y por ende son productores de leche de cabra (INE, 2017).

La cantidad de población pecuaria de ganado caprino del distrito I del municipio de Tupiza, de las comunidades de influencia del proyecto se detalla a continuación: El Monte 1.331, Titihoyo 377 e Ichupampa 300, con un total de 2.008 animales entre hembras y machos (PDM, 2013), se toma en cuenta estos datos teóricos, para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Los subproductos pecuarios más importantes del municipio de Tupiza, donde se tiene una producción promedio de 1/4 litro de leche por cada cabra y un subproducto de 60 gramos de queso fresco. (PDM, 2013. Pág. 184)

La tabla 1.1, muestra el ordeño de cabras, producción de leche y quesos en época de lluvia en la provincia Sud Chichas donde se incluye al municipio de Tupiza.

Tabla 1.1***Ordeño de cabras, producción de leche y quesos en época de lluvia en la provincia Sud Chichas***

Provincia	Cabras de ordeño		Leche por día	Quesos por día	
	Nº	Porcentaje (%)	Litros	Unidades	Porcentaje de ventas
Sud Chichas (Tupiza)	1.469	47	418	239	48

Fuente: (Desarrollo Agrícola Cotagaita San Juan del Oro, 1989)

1.2 Justificación

- En la zona de influencia del proyecto, la crianza de caprinos, constituye una actividad económica de gran importancia para las familias de las comunidades de Titihoyo, El Monte e Ichupampa del municipio de Tupiza del departamento de Potosí. Donde el ganado caprino es una de las fuentes más importantes de producción de leche en el municipio, por tal motivo se pretende implementar la planta piloto para elaboración de queso, considerando que la producción de queso en estas comunidades se encuentra muy poco desarrollada, debido a que los productores de leche enfrentan un sin fin de dificultades como ser la escasez de recursos económicos y la falta de apoyo gubernamental e institucional.
- Actualmente, los productores de leche de cabra no cuentan con equipamiento suficiente para desarrollar el proceso de producción de quesos, aplicándose un manejo tradicional, sin innovación tecnológica, teniendo en cuenta la situación actual de los productores se pretende implementar la planta piloto que permita mejorar las condiciones de transformación de la leche de cabra.
- Este proyecto se fundamenta en la necesidad de progreso del área pecuaria, con la finalidad del crecimiento progresivo de la economía y el mejoramiento de las condiciones de vida de los productores de leche de cabra del municipio de Tupiza, incrementando la tradición cultural de la cría de caprinos y la expectativa de que la leche puede generar subproductos de alto valor nutricional para el mercado local y nacional.

1.3 Objetivos

El presente trabajo de ingeniería de proyecto para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza, pretende alcanzar los siguientes objetivos:

1.3.1 Objetivo general

Implementar una planta piloto para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra, aplicando los fundamentos de la ingeniería de proyecto, con el fin de mejorar las condiciones de transformación de la leche de cabra de las comunidades del municipio de Tupiza.

1.3.2 Objetivos específicos

- Elaborar los diagramas de flujo y balance de materia de los procesos de elaboración de queso fresco y madurado de cabra, con la finalidad de definir la secuencia del proceso y determinar los requerimientos de materia prima e insumos.
- Determinar la capacidad de producción de la planta piloto procesadora de leche de cabra, en función de la materia prima y equipamiento a ser implementado para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra.
- Establecer la distribución (layout) de maquinarias y equipos garantizando su flujo óptimo de funcionamiento en línea continua de acuerdo al proceso de elaboración del producto.
- Determinar los costos fijos de equipamiento y costos variables operacionales requeridos para la fase de inversión y operación para garantizar el funcionamiento de la planta piloto procesadora de leche de cabra.

1.4 Análisis de involucrados para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza

El análisis de involucrados se da de acuerdo a ciertas características como: si pertenecen a instituciones públicas, privadas u organizaciones que pudieran estar

directa o indirectamente relacionados con el problema y la relación que tengan con el proyecto (Ortegón et al., 2005). En el cuadro 1.1, se presenta el análisis de involucrados mostrando grupos estratégicos para la implementación de la planta piloto para la elaboración de queso de cabra en el municipio de Tupiza.

Cuadro 1.1

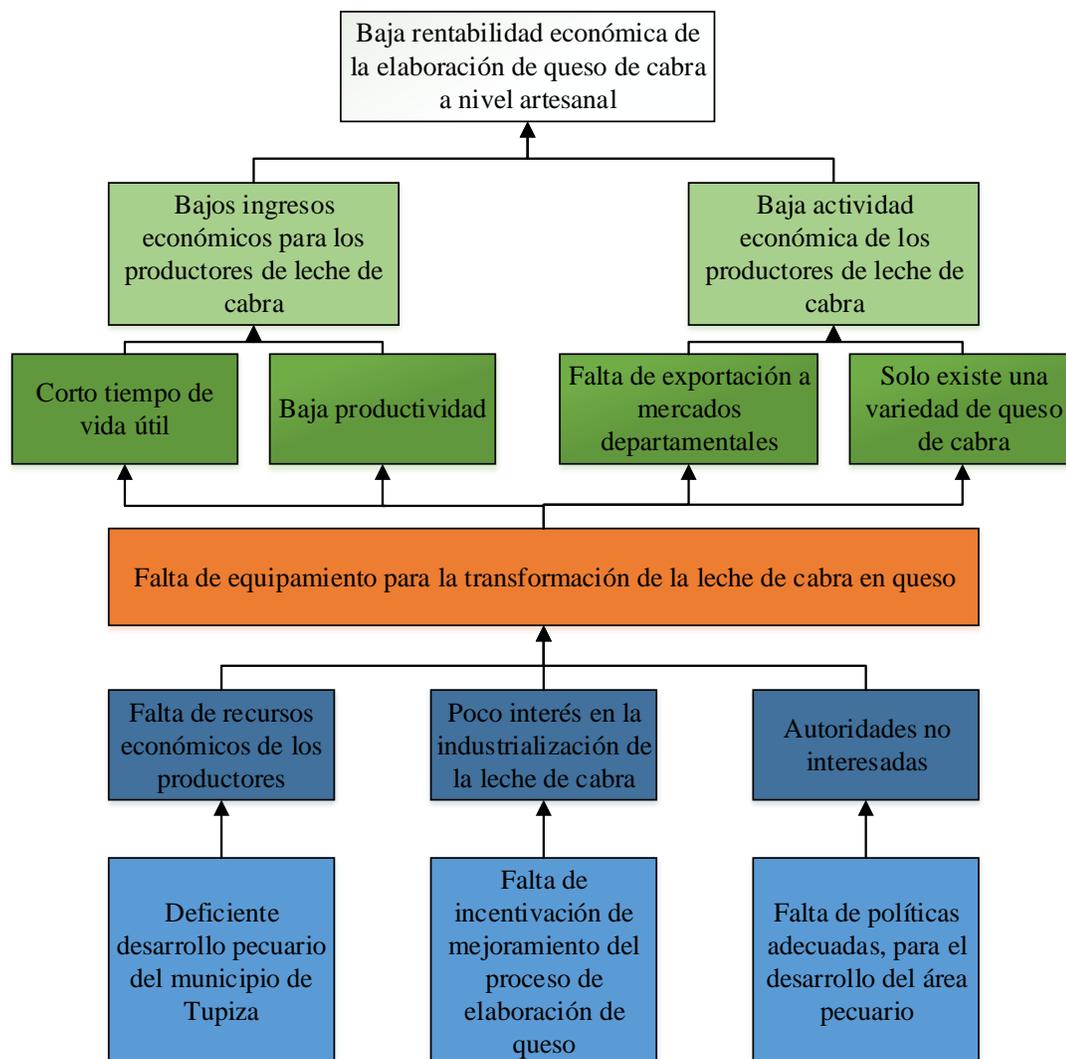
Análisis de involucrados para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza

Grupos	Intereses en el proyecto	Problemas percibidos	Recursos y mandatos	Conflictos potenciales
Municipio de Tupiza	Mejoramiento de la producción de queso	Falta de políticas de apoyo al desarrollo pecuario	Financiamiento económico. Contraparte.	Falta de industrialización de la leche de cabra
Gobernación del departamento de Potosí	Mejoramiento económico para la región	Falta de políticas de apoyo al desarrollo pecuario	Financiamiento económico.	Falta de desarrollo pecuario en la región.
Productores de leche de cabra	Disponibilidad de equipamiento para la transformación de la leche de cabra en queso	Falta de condiciones adecuadas para el proceso de elaboración de queso.	Proveer materia prima.	Falta de equipamiento para la transformación de la leche de cabra en queso
SENASAG	Control de inocuidad de la leche de cabra desde el ordeño, proceso, hasta la venta del consumidor final.	No tienen registro sanitario	Aplicar normas de inocuidad en el ordeño y proceso de elaboración del queso de cabra	No aplicación de normas de inocuidad alimentaria.
Consumidores de queso de cabra	Adquisición de quesos a precio accesible	Con los productores de queso	Demandar la producción de queso de cabra	Falta de quesos industrializados de la región.

Fuente: Elaboración propia

1.5 Árbol de problemas para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

El árbol de problemas, es una herramienta utilizada para describir la jerarquía y categorización de la problemática, mediante causas y efectos (Ortegón et al., 2005). La figura 1.1, muestra el árbol de problemas para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.

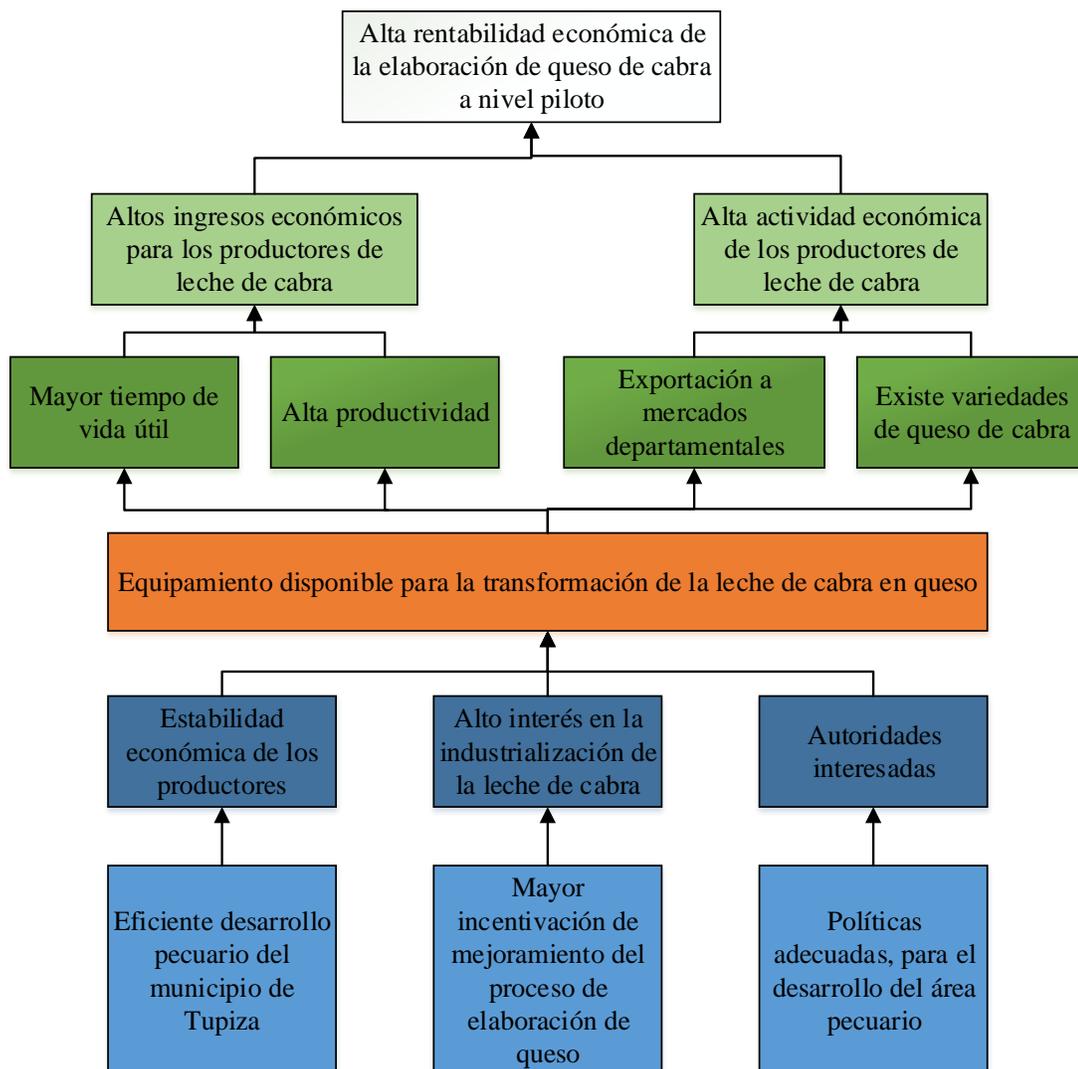


Fuente: Elaboración propia

Figura 1.1 Árbol de problemas para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

1.6 Árbol de objetivos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

El árbol de objetivos, es una herramienta utilizada para transformar el árbol de problemas, cambiando las condiciones negativas a condiciones positivas que se estime que son deseadas y viables de ser alcanzadas (Ortegón et al., 2005). La figura 1.2, muestra el árbol de objetivos, herramienta utilizada para describir las situaciones esperadas al solucionar el problema mediante el proyecto.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1.2 Árbol de objetivos para la implementación de una planta piloto procesadora de leche de cabra

1.7 Marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza

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

Cuadro 1.2a

Matriz de marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Resumen narrativo	Indicadores	Verificadores	Supuestos
Fin Contribuir a mejorar el proceso de producción de queso, en base a la implementación de equipamiento con tecnología de transformación.	Familias productoras de leche de cabra han mejorado su proceso de producción, mediante la, implementación de equipamiento e infraestructura.	Lista de beneficiarios. Registro de actividades y seguimiento. Informes, evidencias, fotografías, etc.	La planta piloto funciona en óptimas condiciones.
Propósito Planta piloto con equipamiento disponible para elaboración de queso de cabra	Rendimiento de producción. Cantidad de producción de la planta piloto.	planillas de producción de la planta procesadora de queso. Planillas de adquisición de la leche.	Los productores ofrecen una buena producción de leche de cabra.
Componentes 1. Capacidad de producción de planta 2. Distribución de equipamiento en planta 3. Planta piloto con equipamiento y capital de operación.	Planta piloto con equipamiento para producir queso fresco y madurado de cabra.	Informe de ingeniería de proyecto y costos	Planta piloto procesadora de leche con capacidad de producción adecuada a la materia prima, buena distribución de equipamiento y con inversión viable para equipamiento y operación

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 1.2b***Matriz de marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra***

Resumen narrativo	Indicadores	Verificadores	Supuestos
Actividad 1 Determinar la capacidad de producción de la planta, en función de cantidad de materia prima y equipamiento a ser implementado.	Cantidad de materia prima a procesar por día y capacidad de uso de maquinaria por día	Informe de datos de producción de leche de cabra y especificaciones técnicas de equipos	Optima capacidad de producción de la planta
Actividad 2 Distribución (layout) de maquinaria y equipos en planta	Distribución de equipamiento de acuerdo al diagrama de flujo de elaboración de quesos	Plano de la distribución general de equipos y maquinarias.	El equipamiento tiene una adecuada distribución
Actividad 3 Determinar los costos de equipamiento y capital de operación requeridos para la fase de inversión y operación para garantizar el funcionamiento de la planta	Determinación de costos fijos y variables del proyecto	Informe de resumen de costos	El costo del proyecto es viable.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Definición del queso de cabra

El queso de cabra es un producto alimenticio sólido o semisólido, obtenido a partir de la leche de cabra, entera, semi descremada o descremada, separando los componentes sólidos de la leche, con o sin adición de cultivos lácticos acidificantes, ácido láctico, cloruro de calcio y por coagulación de la caseína por acción de la enzima renina o *Rhizomucor miehei*, con o sin tratamiento térmico de la cuajada y prensado para coadyuvar a la separación del suero, cuanto más suero se extrae más compacto es el queso (Barrionuevo, 2008).

No todos los quesos de cabra tendrán la misma composición y caracteres organolépticos; como productos naturales que son, se ven influenciados por los caracteres de calidad y personalidad, derivados del medio físico, del origen de la materia prima y de los factores humanos que intervienen en la producción, todos ellos elementos básicos en una denominación de origen. Además, según los mercados de destino se adiciona especias y/o condimentos saborizantes y aromatizantes para una terminación de excelencia (Fernandez, 2012).

2.1.1 Definición de queso fresco de cabra

Se entiende por quesos frescos, los productos que se ajustan a la norma general del Codex para el queso (CODEX STAN 283-1978) y que están listos para el consumo poco después de su fabricación. (FAO & OMS, 2011. Pág. 71)

Este tipo de queso se puede diferenciar por su apariencia, ya que su corteza es de color blanco tirando a marfil y posee una textura cremosa, sólo han seguido una fermentación láctica (maduración inferior a 21 días) y tienen un elevado contenido en humedad y una vida comercial más corta (Clasificación de quesos, 2020).

2.1.2 Definición de queso madurado de cabra

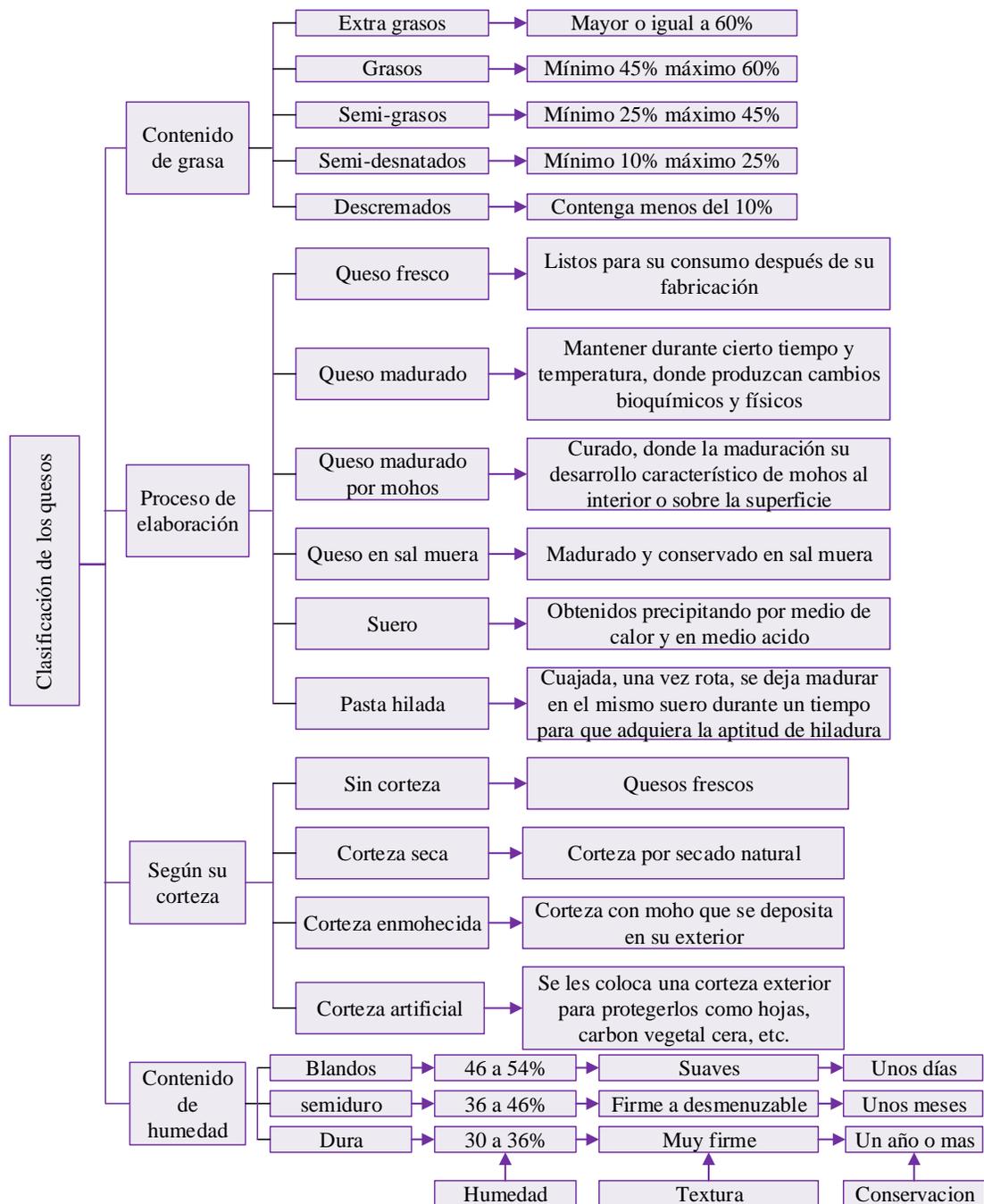
El queso madurado de cabra, es un queso firme/semiduro madurado de conformidad con la norma general del Codex para el queso (CODEX STAN 283-1978). El cuerpo presenta un color blanco tirando a marfil y tiene una textura firme, con pocos agujeros

pequeños y redondos ocasionados por el gas uniformemente distribuidos. Queso sometido a maduración para desarrollar las características de sabor y cuerpo es, normalmente mayor a 7 días y no más de un mes, almacenada a una temperatura de 4°C y en unas condiciones tales que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos del queso (FAO & OMS, 2011).

2.2 Clasificación del queso de cabra

Las clasificaciones propuestas toman como base sus diversas características y propiedades según él, contenido de humedad, grasa, tratamiento de la leche, los hay como resultado de tantos procesos y tiempos de maduración, que terminan formando quesos de texturas y olores tan diferentes que no todos pueden apreciar los sabores extraños y a la vez exquisitos, dependiendo de la zona del mundo donde se produzca (Tipode, 2021).

La figura 2.1, muestra el resumen de la clasificación de los quesos de cabra según su; contenido en materia grasa, procesos de elaboración, corteza y el contenido de humedad.



Fuente: (FAO & OMS, 2011)

Figura 2.1: Clasificación de los quesos de cabra

2.3 Tipos de queso de cabra

La mayoría de las veces se diferencian por el tiempo de afinado: cuanto más joven y fresco es el queso más dulce es su sabor y, al contrario, cuanto más seco es, más

intenso es su sabor. Cuando la piel está verdaderamente seca sólo se consume en trozos y como parte de alguna receta. (Dominguez, 2018)

2.3.1 Queso fresco artesanal de cabra

Este tipo de queso fresco elaborado con leche de cabra, cuajo y sal, de manera tradicional tiene una textura blanda, un color blanco y respecto pasa el tiempo toma un color amarillento, tiene la característica de ser húmedo y de buen sabor, este tipo de queso es elaborado específicamente en el municipio de Tupiza. Se utiliza principalmente para el acompañamiento de los desayunos y meriendas, además de dar un toque especial a las ensaladas. La figura 2.2, muestra el queso fresco de cabra, tradicional del municipio de Tupiza.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.2: Queso fresco artesanal de cabra

2.3.2 Queso madurado de cabra

Los quesos maduros de cabra se caracterizan por su bajo contenido en agua lo que permite que se sometan a un proceso de madurado largo sin la aparición de mohos y durante el cual siguen produciéndose las transformaciones propias de la fermentación y con ellas el desarrollo de nuevos e intensos aromas. La eliminación del agua, es decir, el suero, se hace por estos tres métodos. Primero, el corte de la cuajada. Una vez nuestro queso ha cuajado, debe cortarse, con un cuchillo o con una rejilla (lira) creando dados de aproximadamente 1 cm de lado. Segundo, escaldado o recalentado de la cuajada. Una vez cortada en dados, la cuajada se vuelve a calentar ligeramente mientras se remueve. Los dados de cuajada se partirán y debemos seguir removiendo suavemente

hasta que los trozos de cuajada queden del trozo de granos de arroz. Tercero, prensado. Realizados los dos primeros pasos, podremos pasar la cuajada a un colador forrado con gasa de queso. Se eliminará ya una gran parte del suero y podremos meter lo que queda de cuajada en un molde con tapa sobre la que aplicaremos presión. El molde debe ser un molde de queso con pequeños orificios que permiten la salida del suero (Cocinista, 2020). La figura 2.3, muestra el queso madurado de cabra.



Fuente: (Cocinista, 2020)

Figura 2.3: Queso madurado de cabra

2.3.2.1 Propiedades nutricionales del queso fresco de cabra

El queso fresco de cabra tiene un alto valor nutritivo y es uno de los mejores alimentos que dispone el hombre, contiene un valor alto de grasa, proteínas, minerales (calcio, fósforo) además de vitaminas como son la Vit. A, B1, B12. (Juárez et al., 1991). La tabla 2.1, presenta la composición nutricional por 100 gramos de queso de cabra.

Tabla 2.1

Propiedades nutricionales del queso fresco de cabra

Composición	Unidad	Valor
Energía	kcal	173,0
Agua	g	65,1
Proteína	g	16,3
Grasa	g	10,3
Carbohidratos	g	3,4
Ceniza	g	4,9
Calcio	mg	310,0
Fosforo	mg	146,0

Fuente: (Garrido, 2014)

Es recomendable tener la presencia de lácteos en una dieta equilibrada y saludable, por lo que el queso de cabra puede ser una perfecta elección frente a los de vaca u oveja. Sin duda, es un tipo de queso bastante proteico y con un buen aporte de calcio para fortalecer los huesos y prevenir problemas cardiovasculares. Además, es interesante su menor aporte de lactosa (en comparación con el de vaca), por lo que es un alimento de fácil digestión. (Adilac, 2019)

2.4 Propiedades fisicoquímicas del queso de cabra

A continuación, se presenta las propiedades fisicoquímicas del queso de cabra:

2.4.1 Proteína

Las proteínas del suero que quedan incluidas en la cuajada contribuyen al valor nutritivo del queso de cabra y tiene mucha importancia en el proceso de maduración. La proteólisis es el fenómeno más complejo de todos los procesos bioquímicos que tienen lugar durante la maduración del queso, afectando al desarrollo del sabor y textura (Mcsweeney, 2004) .

2.4.2 Grasa

Uno de los principales constituyentes del queso de cabra es la grasa, componente de alto valor nutritivo al aportar grandes cantidades de energía, ácidos grasos, triglicéridos, fosfolípidos y vitaminas liposolubles. El porcentaje de grasa en el queso está determinado por el contenido en grasa de la leche utilizada, por el tamaño del glóbulo graso, por la velocidad de coagulación, por el tratamiento de la cuajada y por el tiempo de maduración. La grasa tiene una importante participación en la formación del sabor, textura, el rendimiento y en el color del queso de cabra (de la Haba, 2017).

2.4.3 Minerales

Los minerales participan en la coagulación de la leche e influyen sobre el desuerado y la textura del queso. La composición mineral del queso depende de la leche de partida y del proceso tecnológico, fundamentalmente de la coagulación, desuerado y salado. Las sales más importantes en la elaboración del queso son los fosfatos y citratos de

calcio y magnesio. La cantidad de calcio disponible afecta al tamaño de las micelas de caseína, por lo que la adición de cloruro cálcico antes del cuajado aumenta el tamaño (de la Haba, 2017).

2.4.4 pH

El pH depende del grado de hidrólisis sufrido por la lactosa tras la coagulación de la leche y de la cantidad de ésta que quede retenida en la cuajada tras el desuerado. Las primeras operaciones en la elaboración del queso determinan el grado de acidificación de la cuajada hasta el momento del salado. El pH óptimo durante la coagulación del queso está comprendido entre 5,7 y 6. Los valores de pH para los quesos de cabra varían para los quesos frescos y para los quesos más curados. (Mcsweeney, 2004).

2.4.5 Agua

El queso es una matriz tridimensional formada por gránulos de cuajada y partículas grasa, cuya estructura depende del contenido de agua siendo éste muy variable dependiendo de la forma en que se realiza la coagulación, el desuerado, el prensado y la maduración del queso (Gambaro, 2017).

El agua que queda retenida en el queso desempeña un papel muy importante: es esencial para el desarrollo de los microorganismos y determina la velocidad de las fermentaciones y de la maduración, el tiempo de conservación, la textura del queso y el rendimiento del proceso de elaboración (de la Haba, 2017).

2.5 Análisis microbiológico del queso de cabra

Es muy importante analizar las condiciones microbiológicas del queso de cabra para garantizar la inocuidad, de acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 1292-1988, se muestra en la tabla 2.2, el análisis microbiológico que se debe cumplir, se toma esta Norma Venezolana debido a que no se cuenta con una Norma Boliviana específicamente para el queso de cabra.

Tabla 2.2

Análisis microbiológico del queso de cabra

Microorganismos	Recuento
Coliformes totales (NMP/g)	-
Coliformes fecales (NMP/g)	150 – 169
E. coli	-
Staphylococcus spp. ((UFC/g)	$1 \times 10^2 - 1 \times 10^3$
Salmonella spp. (presuntivo)	Ausencia

Fuente: (Duran & Sanchez, 2010)

2.6 Aplicaciones del queso de cabra

El queso de cabra es alimento muy utilizado en la cocina, desde un acompañamiento hasta un papel de protagonista, sin olvidar su utilidad para dar un toque de sabor a los platos. Es un producto muy apreciado, y su gran variedad permite escoger los mejores para cada elaboración. Algunos quesos de cabra son idóneos para presentar en una tabla, además da un toque especial a las ensaladas, postres o gratinar (Fedegan, 2021).

2.6.1 Aplicación del queso fresco de cabra

Los quesos frescos de cabra de consistencia blanda y sabor suave son muy recomendables para acompañar en ensaladas por su sabor suave y delicada consistencia, también combina muy bien con las hojas verdes y elementos frutales y puede ser un ingrediente principal para las salsas que aportan consistencia y sabor, en contacto estos quesos se deshacen fácilmente (Manzer, 2017).

El queso fresco de cabra, en el municipio de Tupiza es más consumido de manera directa acompañado con choclo o mote (maíz hervido) algunas veces con ensaladas de verduras, en los desayunos acompañado de pan o galletas, también es muy utilizado en la repostería para la elaboración de humintas, pan casero, etc.

2.6.2 Aplicación del queso madurado de cabra

Los quesos madurados de cabra son muy recomendables para desayunos acompañado de galletas o pan, para elaboración de rellenos y fondues, para acompañar pastas, para preparación de salsas ya que su composición hace que se deshaga fácilmente en contacto con el calor, para repostería, como postre, etc. (Fedegan, 2021).

2.7 Materia prima para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra

La leche de cabra como materia prima utilizada para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra, se caracteriza a continuación.

2.7.1 Leche de cabra

Se define leche de cabra como “la secreción mamaria normal de los animales lecheros (cabras) mediante uno o más ordeños total o interrumpido sin ningún tipo de adición y extracción, destinados al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior (FAO, 2001).

La leche de cabra, se trata de un líquido blanco (por la ausencia de carotenos), de un sabor ligeramente azucarado cuyo olor, contrariamente a una idea muy extendida, es poco marcada a condición de que sea ordeñada en condiciones de higiene y que la cabra lechera este en buen estado de salud, alimentación y sin aditivos de ninguna especie (Codigo Alimentario Argentino, 1995).

2.7.2 Propiedades nutricionales de la leche de cabra

La leche de cabra es una alternativa válida como sustituto de la humana, pues sus valores nutritivos son en gran medida aproximados. El sabor de la leche de cabra difiere muy poco del gusto de la de vaca, presenta similar cantidad de hierro, proteínas, grasa, vitamina C y D; exhibiendo mayor contenido de calcio, potasio, manganeso y fósforo, como también de vitaminas A y B. Esta noble sustancia es indicada por médicos y nutricionistas como alimento alternativo en personas alérgicas a la leche bovina, así como a intolerantes a la lactosa (Fuenmayor, 2012).

Las propiedades nutricionales varían dependiendo de la raza del animal y de su alimentación de las cabras. La tabla 2.3 presenta la composición nutricional por 100 ml de leche de cabra.

Tabla 2.3

Composición nutricional para la leche de cabra

Composición	Valor
Agua (ml)	86,20
Hidratos de carbono (g)	4,40
Proteínas (g)	3,40
Grasa (g)	3,70
Calcio (mg)	130,00
Fosforo (mg)	159,00
Hierro (mg)	0,12
B2 (mg)	0,15
Vitamina A (mcg)	40,00
Vitamina D (mcg)	0,06
Calorías (Kcal)	65,00

Fuente: (Escalante, 2018)

2.7.3 Características físico-químicas de la leche de cabra

Según la norma Argentina ISO 707-IDF 50:2008 la leche fresca de cabra debe cumplir con los requisitos de composición fisicoquímica como se detalla en la tabla 2.4.

Tabla 2.4

Requisitos fisicoquímicos para la leche de cabra

Requisito	Valores aceptados
Densidad a 15° C	1,03 - 1,04
Materia grasa (g/100 cm ³)	Min. 3,00
Extracto seco no graso (g/100 g)	Min. 9,00
Acidez (g ácido láctico/100 cm ³)	0,14 - 0,22
Descenso crioscopico (°C)	Max.-0,54
Proteínas totales (g/100g)	Min. 2,80
Cenizas (%)	0,70 - 0,90
Solidos totales (%)	11,70 -15,20
pH	6,40 - 6,70

Fuente: Norma Argentina ISO 707-IDF 50:2008

La leche de cabra es un líquido complejo que alberga muchos componentes en diversos estados tales como solución, emulsión o sistema coloidal. Comprender sus propiedades y los cambios que le acontecen implica un profundo conocimiento de cada uno de sus compuestos y de las relaciones entre ellos (Negri, 2005).

La leche, al igual que todos sus derivados, presenta propiedades particulares que son reflejo de su composición y de las interacciones entre sus constituyentes. Las características físicas, como peso específico, tensión superficial, calor específico, temperatura de congelamiento, etc., se toman en cuenta para diseñar procesos como pasteurización, esterilización, homogeneización y transporte a los que se somete la leche de cabra (Dergal, 2006).

2.7.3.1 Carbohidratos

Está compuesto casi en su totalidad por lactosa. Suele contener cantidades pequeñas de inositol (14 a 26 mg/ml) y también los productos del desdoblamiento de la lactosa en sus dos componentes (glucosa y galactosa). Estos componentes conforman nutrientes energéticos básicos, de fácil asimilación. La lactosa o azúcar de la leche es un carbohidrato del grupo de los disacáridos y constituye un elemento exclusivo de la glándula mamaria (Aguirre & Trezeguet, 2010).

2.7.3.2 Materia grasa

Los lípidos de la leche consisten básicamente en triglicéridos, aunque se encuentran también pequeñas cantidades de fosfolípidos, colesterol, vitaminas liposolubles, ácidos grasos libres y monoglicéridos. La materia grasa se presenta bajo la forma de pequeños glóbulos, con diámetro promedio de 4 micrones. El tamaño de los glóbulos grasos presenta un interés nutricional evidente, puesto que una estructura globular de diámetro inferior a 5 micrones disminuye el tiempo de residencia en el estómago y el tránsito intestinal. (Alais & Godina, 2010).

2.7.3.3 Materias nitrogenadas

La leche de cabra contiene de 0,5 a 0,6% de nitrógeno distribuido en las caseínas, lactoalbúminas y una fracción denominada nitrógeno no proteico. La caseína representa la fracción mayoritaria del total de las proteínas y se destaca por una serie de propiedades estructurales características que resultan importantes debido a su comportamiento químico y tecnológico (Trezeguet, 2010).

2.7.3.4 Minerales

El 0,7 a 0,8% de la leche de cabra está constituido por las sales minerales. Los minerales presentes en leche de cabra son principalmente calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, magnesio y azufre. Algunos de esos componentes tienen importancia desde el punto de vista tecnológico, como por ejemplo el calcio que juega un rol fundamental en el rendimiento quesero, porque condiciona el equilibrio físico químico del que depende la formación de la cuajada. Una deficiencia de la leche en calcio será origen de una cuajada demasiado blanda y con falta de cohesión (Mens, 1991).

2.7.3.5 Acidez titulable

Se trata de un parámetro que mide la suma de la acidez natural de la leche y la acidez desarrollada. La acidez natural está conformada por aquella que aportan las caseínas, la propia de los minerales e indicios de ácidos orgánicos. La acidez desarrollada se vincula al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa y eventualmente de los lípidos en leches en vías de alteración. La acidez constituye, fundamentalmente, una medida de concentración de proteínas y fosfatos en leches de buena calidad higiénico-sanitaria (Mens, 1991).

2.7.3.6 pH

Parámetro que cuantifica la concentración de H^+ (Iones hidrógenos) disueltos en la leche al momento del análisis. Por esa razón suele ser el más revelador cuando se busca conocer el grado de alteración de una muestra. Su valor depende de muchos factores como el estado de lactancia, siendo más ácido el calostro y acercándose a la neutralidad

hacia el fin de la lactancia. La temperatura incide en la posibilidad de modificar el pH en forma considerable de manera que el aumento de 1°C disminuye 0,01 su valor. En leches con mastitis el pH se eleva significativamente debido a una mayor concentración de iones de sodio y cloro y una reducción del contenido de lactosa y de fósforo inorgánico soluble. Se establece como valores normales los comprendidos entre 6,5 y 6,8 (Mens, 1991).

2.7.3.7 Densidad

Relación entre la masa y el volumen de un fluido. Su magnitud depende principalmente contenido de extracto seco y de la concentración de materia grasa. Una leche rica en grasa va a tener un valor de densidad menor, al igual que si a una leche se le adiciona agua. Para la leche de cabra, los valores normales, relativos a la densidad, oscilan entre 1,026 y 1,042 g/ml (Mens, 1991).

2.7.4 Análisis microbiológicos de la leche de cabra

Debido a su composición fisicoquímica de la leche de cabra es muy importante analizar las condiciones microbiológicas, por ser una fuente rica en nutrientes y en energía tanto para los mamíferos como para gran cantidad de microorganismos, la leche recién obtenida es un sustrato ideal para un gran número de géneros bacterianos, algunos beneficiosos y otros perjudiciales, que provocan alteraciones diversas de los alimentos y sus propiedades (Morales & Ruelas, 2012). La tabla 2.4 muestra las propiedades microbiológicas de la leche de cabra.

Tabla 2.5

Propiedades microbiológicas de la leche de cabra

Parámetro	Valor
Numeración de microorganismos mesófilos, aerobios y facultativos viables (ufc/ml)	Max. 1×10^6
Numeración de coliformes (ufc/ml)	Max. 1×10^3

Fuente: (Morales & Ruelas, 2012)

2.7.5 Características organolépticas de la leche de cabra

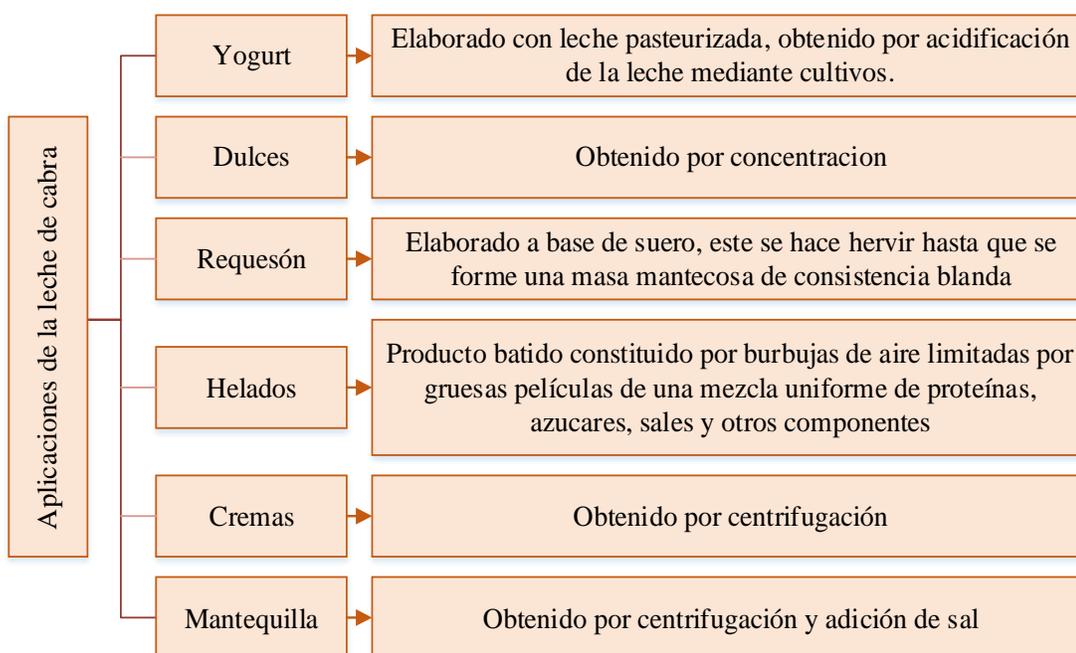
Las propiedades o características organolépticas son todas aquellas que pueden ser percibidas por los sentidos. Por lo tanto, es considerando de importancia vital. Las principales propiedades organolépticas son el color, el olor, el sabor y el aspecto. En el caso de la leche de cabra se registran (Quiles & Hevia, 1994):

- a) **Color:** A diferencia de la leche de vaca, la leche de cabra tiene un color blanco mate, por ausencia de β -Carotenos.
- b) **Olor:** En la leche recién ordeñada suele ser neutro, si bien algunas veces, y sobre todo en la leche del final de la lactación, aparece un olor característico llamado cáprico, debido en gran parte a los ácidos caproico, cáprico y caprílico, característicos de este tipo de leche.
- c) **Sabor:** Suele ser dulzón, debido a la lactosa, agradable y muy particular, lo que hace que sea muy fácil su identificación. Este sabor se vincula con la presencia de los ácidos grasos antes nombrados (cáprico, caproico y caprílico) y del mirístico y palmítico. Tal es así que el sabor característico desaparece prácticamente en leche descremada.
- d) **Aspecto:** Por lo general, la leche de cabra, presenta un aspecto límpido y sin grumos, generalmente forma nata con dificultad.

2.7.6 Aplicaciones de la leche de cabra

La producción de leche de cabra ha vuelto a resurgir gracias a la aparición de nuevos productos en el mercado que buscan una composición nutricional más saludable y equilibrada. Productos como yogures, quesos o fórmulas infantiles para bebés, dulces, mantequilla, requesón, cremas y helados a base de leche de cabra cada vez son más utilizados en nuestra alimentación. (Services, 2019).

La figura 2.4, muestra el resumen de las aplicaciones que se puede dar a la leche de cabra.



Fuente: (EcuRed, 2020)

Figura 2.4: Aplicaciones de la leche de cabra

2.8 Insumos utilizados en la elaboración del queso fresco y madurado de cabra

Los insumos autorizados según la (FAO, 2001). “Para la elaboración de quesos de cabra son; cultivos de fermentos de bacterias inocuas productoras de ácido láctico y/o modificadores del sabor y aroma, y cultivos de otros microorganismos inocuos, enzimas inocuas e idóneas, cloruro de sodio” y otros.

2.8.1 Cuajo

Se conoce por cuajo, una substancia que tiene la propiedad de coagular la leche y se presenta corrientemente en polvo o líquida. Mezclas más o menos compleja, de enzimas. Enzimas que son proteínas que funcionan como “catalizadores” de las reacciones químicas en los seres vivos (Vector, 2020) .

2.8.1.2 Aplicaciones del cuajo

El cuajo en polvo “3 muñecas” contiene un polvo estandarizado producido de la fermentación de una enzima llamada *Rhizomucor miehei*, que cataliza la rotura de la

leche, es decir, desestabiliza la proteína y hace que se forme la cuajada. Su función principal es separar la caseína o cuajada, de la fase líquida, que es lo que llamamos suero (Vector, 2020).

Los coagulantes de Chr. Hansen se producen en conformidad terminante con las relaciones de Dinamarca y otras autoridades sanitarias relevantes para la producción de las enzimas del alimento, este es de apariencia polvo color ambar, la enzima activa de la coagulación de leche es *Rhizomucor miehei*, su aplicación es conveniente para el proceso de todos los tipos de quesos, es recomendado a disolverse el cuajo en polvo en un vaso de agua fría, fresco y sin cloruro. El agua debe ser limpio con un pH pequeño de ácido a neutral. Agrega el cuajo disuelto inmediatamente a la leche mientras mezclándolo para 2-3 minutos. Es importante que el cuajo se distribuya bien en la leche. Su almacenamiento debe ser en un lugar seco y fresco con una temperatura menos de 30 °C (Vector, 2020).

2.8.2 Sal

La sal proporciona al queso cierta protección sobre microorganismos indeseables, afecta a la acción enzimática, potencia su sabor, ayuda a la formación de la corteza y complementa el desuerado. El objetivo del salado es conseguir en el queso una concentración de sal normalmente de 1,5% a 2,5% del peso de la cuajada, deteniendo la acidificación, y de sus condiciones de maduración. Niveles altos de sal/humedad pueden producir un efecto inhibitor sobre la proteólisis y la degradación de la lactosa. La sal añadida es prácticamente el único depresor de la actividad de agua del queso, estando directamente relacionada con la concentración de cloruro sódico en la fase acuosa (Marcos, 1981).

La sal que se utiliza para la elaboración de queso fresco y madurado es de marca: “Gerli” que se caracteriza por ser sal fina de color blanco, donde predomina el cloruro de sodio y contiene yodato de potasio de 40-80 ppm (Gerli, 2020).

2.8.4 Cloruro de calcio

El cloruro de calcio o cloruro cálcico, es una sal de calcio muy utilizada como aditivo alimentario. Es una solución incolora, se presenta en forma líquida o en escamas (Cocinista, 2020).

En la elaboración de quesos, la adición de cloruro de calcio es necesaria, debido a que en el proceso de pasteurización se pierde gran cantidad del calcio de la leche, por este motivo se utiliza para reponer la pérdida ocurrida, y con el fin de reducir el tiempo de cuajado facilitando la coagulación, con ello se producirá una cuajada más firme y compacta. A su vez facilitará el corte y la manipulación mejorando el rendimiento, ya que retendrá mayor cantidad de grasa (Lopez & Fuentes, 2011).

Para añadir cloruro a la leche, se debe disolver primero en un poco de agua. Al entrar el cloruro en contacto con el agua, se generará una pequeña reacción química que desprenderá gas y calor, es normal (Xativa, 2016).

2.8.5 Cultivo para queso de cabra

Estos cultivos participan en todas las fases de elaboración del queso y en su posterior maduración. Se define al cultivo láctico como aquella población de células microbianas inocuas utilizadas para la fermentación de la leche. Estos cultivos se encuentran en presentación liofilizados congelados y se conocen como de aplicación directa a la leche de cabra (Parente & Cogan, 2004).

La función principal de las bacterias lácticas (cultivos) es la producción de ácido láctico a partir de la lactosa. El ácido láctico promueve la formación y desuerado de la cuajada y evita que crezcan en ésta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH entre 5,0 y 4,6 y le confiere sabor ácido. Además, las bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis (ruptura de proteínas) y la lipólisis (ruptura de las grasas), los cultivos lácticos se clasifican esencialmente por su temperatura óptima de crecimiento (Parente & Cogan, 2004):

- a) **Mesófilos:** Con rango óptimo de temperatura entre 20 y 34° C.
- b) **Termófilos:** Cuyo rango óptimo de temperatura oscila entre 37 y 45 °C. Se utilizan cuando la temperatura de calentamiento de la cuajada es elevada (45 a 54°C).

2.8.5.1 Cultivo Hansen R-704

El cultivo láctico termófilo definido, tiene un proceso de acidificación rápida y está compuesto por:

- *Lactococcus Lactis subsp. Lactis*
- *Lactococcus Lactis subsp. Cremoris*

De color blanco a ligeramente rojizo o marrón; aspecto físico, granulado; es fundamentalmente aplicado en la producción de quesos de textura cerrada, por ejemplo: Cheddar, feta y requesón (CHR HANSEN, 2011).

CAPÍTULO III
INGENIERÍA DE PROYECTO

3.1 Ingeniería de proceso para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

La implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra en la comunidad de Titihoyo del municipio de Tupiza, para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra, se toma en cuenta los siguientes aspectos: descripción del tipo de proceso para elaborar queso de cabra, descripción de requerimiento de materias primas: leche de cabra, insumos: cuajo, cultivo liofilizado, sal, cloruro de calcio utilizados en el proceso de elaboración del producto, conservación de materias primas e insumos, tipo de proceso de coagulación para la elaboración de queso, elaboración de diagrama de flujo y su descripción, elaboración de layout y diagrama de recorrido de los procesos, balance de materia para cada proceso, determinación de datos teóricos de producción de leche de cabra en las comunidades del municipio de Tupiza, distribución porcentual de la leche para producción de queso fresco y madurado, determinación del tamaño o capacidad de producción de la planta, plan y ritmo de producción de la planta, selección de maquinarias y equipos para la elaboración de queso, capacidad de uso de maquinaria en función de la producción y disponibilidad de materia prima, distribución en planta o layout de procesos, flujo de maquinarias y equipos en la planta, estimación de la superficie requerida para las áreas del proceso de producción, localización, impacto ambiental de la planta y cálculo de los servicios básicos (gas, energía, agua).

3.2 Selección de procesos de elaboración de queso fresco y madurado de cabra

Para la selección de procesos de elaboración de queso fresco y madurado se toma en cuenta tres tipos de procesos que son: a nivel artesanal, piloto e industrial.

3.2.1 Proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra a nivel artesanal

La elaboración de queso a nivel artesanal o casero, se caracteriza por una producción en poca cantidad, frecuentemente se realiza en casa empíricamente, a través de procesos de producción no industrial que involucran máquinas y herramientas simples con el predominio del trabajo físico o mental (Bustos, 2009). En la mayoría de los casos utilizando material de cocina como ollas, moldes de plástico o cortadera, etc.

3.2.2 Proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra a nivel piloto

La planta piloto de productos lácteos permite la fabricación a pequeña escala de productos derivados de la leche (leche pasteurizada y queso), así como la realización de correspondientes análisis de control de calidad y pruebas para determinar las condiciones óptimas de conservación de los productos elaborados (Eurociencia, 2015).

También están equipadas para realizar elaboraciones a nivel experimental. Para ello dispone de un pasteurizador de placas, tina térmica de cuajado, prensa y otros lo que permite que, partiendo de una misma materia prima, se puedan obtener quesos con variaciones tecnológicas o microbiológicas. Asimismo, está dotada de cámaras de maduración con control de humedad y temperatura, para poder comparar distintos modos de maduración (Gonzales, 2018).

3.2.3 Proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra a nivel industrial

Para la elaboración de queso fresco y madurado a nivel industrial, es en mayor escala donde los equipos se utilizan al máximo y con controles muy estrictos de todos los parámetros y en la mayoría de los casos el proceso de elaboración es automático desde la recepción hasta la obtención del producto final, donde el personal solo tiene el control de programar los equipos y el análisis de control de calidad de la leche y del producto final, determinar las condiciones óptimas de conservación de los productos elaborados, donde está dotada de cámaras de maduración con control de humedad y temperatura (Lema & Gallacher, 2004).

3.2.4 Determinación del proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra para la planta piloto

Tomando en cuenta los tres tipos de procesos de elaboración de quesos de cabra a nivel: artesanal, piloto e industrial, para la elaboración del queso fresco y madurado, se toma el proceso de nivel piloto debido a que se realiza el producto en menor escala, porque la materia prima con que se dispone en las comunidades del municipio de Tupiza abastece hasta ese nivel de producción y también debido a los costos de inversión.

3.3 Descripción de la leche de cabra como materia prima

La leche de cabra es la materia prima que se plantea procesar en la planta piloto, a partir de la cual se propone obtener queso fresco y madurado, a continuación, se describe los requisitos que debe cumplir la leche de cabra para ingresar a proceso.

3.3.1 Propiedades físicas y organolépticos de la leche de cabra

La leche de cabra que se utiliza para el proceso de elaboración de queso fresco y madurado debe cumplir con los siguientes requisitos físicos como se muestra a continuación en la tabla 3.1 y las propiedades organolépticas deben ser de color blanco intenso y olor característico a leche de cabra, no debe tener presencia de mastitis y sólidos extraños o impurezas.

Tabla 3.1

Requisitos físicos para la leche de cabra

Requisitos	Valores aceptados	Autores
Sólidos totales	11,70 – 14,58	(Frau, 2010)
pH	6,50 – 6,80	(Mens, 1991)
Temperatura (°C)	≤ 12	(Usabiaga, 2018)

Fuente: Elaboración propia

Todos estos parámetros físicos y organolépticos de la leche de cabra deben ser previamente controlados todos los días que se reciba la leche y antes ingresar a la planta piloto procesadora de leche, para posteriormente iniciar el proceso de elaboración o en caso de presentar alguna observación para ser devuelto al proveedor.

3.4 Insumos para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra

El cuadro 3.1, presenta la caracterización de los insumos utilizados para el proceso de elaboración del queso fresco y madurado como: cloruro de calcio, cultivo, cuajo y sal.

Cuadro 3.1***Caracterización de insumos utilizados en la elaboración de queso fresco y madurado de cabra***

Insumos	Marca	Aplicación	Usos	Dosificación	Almacenamiento
Cloruro de calcio	Copisal	Para elaboración de todo tipo de queso.	Disolver en agua esterilizada o filtrada.	0,1 - 0,2 gramos por litro de leche de cabra (Roth, 2021).	Almacénese en lugar seco, separado de materiales combustible.
Cultivo R-704	Chr Hansen	Para elaboración de queso madurado.	Disolver el cultivo láctico en una cierta cantidad de leche.	Un sobre para 500 litros de leche de cabra.	A -18°C o inferior a temperatura ambiente.
Cuajo	Chr Hansen	Para el proceso de todos los tipos de queso.	Disolver en agua fría, sin cloruro y con un pH de ácido a neutral. Agregar inmediatamente a la leche mezclar de 2-3 minutos.	Un sobre para 75 litros de leche de cabra.	Se almacena el cuajo en polvo “3 Muñecas” en un lugar seco y fresco con una temperatura menos de 30 °C (Vector, 2020).
Sal	Gerli	Para elaboración de todo tipo de queso.	Disolver en una cierta cantidad de suero y adicionar a la cuajada.	Un kg/120 litros de leche de cabra aproximadamente.	Se almacena la sal fina a temperatura ambiente en lugar fresco y seco (Lopez, 2020).

Fuente: Elaboración propia

3.5 Conservación de la leche de cabra

El mejor sistema y prácticamente el único, de almacenar y conservar la leche de cabra consiste en enfriarla a una temperatura suficientemente baja que no exceda de los 5°C, durante un tiempo limitado, la eficacia del enfriamiento para mantener la calidad de la leche depende de varios factores como menciona (Fernandez, 2003):

- Temperatura de conservación
- Periodo
- Contaminación inicial
- Velocidad de enfriamiento

La temperatura de conservación de la leche esta entre (3 a 4)°C retardando el crecimiento de los gérmenes, el periodo de almacenamiento independientemente de la temperatura que se conserve la leche, cuanto más largo es el periodo de almacenamiento mayor es el crecimiento bacteriano, la contaminación inicial define el número de gérmenes que ya están presentes en la leche cuando empieza el enfriamiento es un factor que tiene gran importancia para obtener buenos resultados y la velocidad de enfriamiento inicial de la leche es otro factor que influyen en el número de gérmenes (Fernandez, 2003).

3.5.1 Almacenamiento de la leche de cabra en tanque de frío con agitación

Los equipos usados para el almacenamiento de la leche de cabra deberán ser, diseñados, contruidos, ubicados y mantenidos de tal manera que prevengan la introducción de contaminantes a la leche. El tanque de frío deberá ser de acero inoxidable y con una capacidad de almacenamiento de acuerdo a las necesidades de la planta procesadora de leche y para el almacenamiento de la leche de cabra se debe presentar las siguientes condiciones (Usabiaga & Trujillo, 2018):

- Inspeccionar la limpieza del tanque de frío.
- Revisar la temperatura de tanque de frío después de ser almacenada.
- La leche no debe ser almacenada por más de 48 horas.

3.5.2 Conservación del cultivo láctico

Para la conservación del cultivo láctico R-704 se toma el método de “conservación por frío a una temperatura de -18°C o inferior a temperatura ambiente y una vez abierto el envase no se debe dejar tomar humedad al cultivo y se debe manipular en condiciones totalmente asépticas” (CHR HANSEN, 2011. Pág. 1), almacenar en un refrigerador con el grado de temperatura requerido.

3.6 Método de coagulación para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra

“Para el proceso de coagulación para elaboración de quesos solo se cuenta con dos tipos de procesos a nivel mundial. (Manzer, 2016. Párr. 1)”

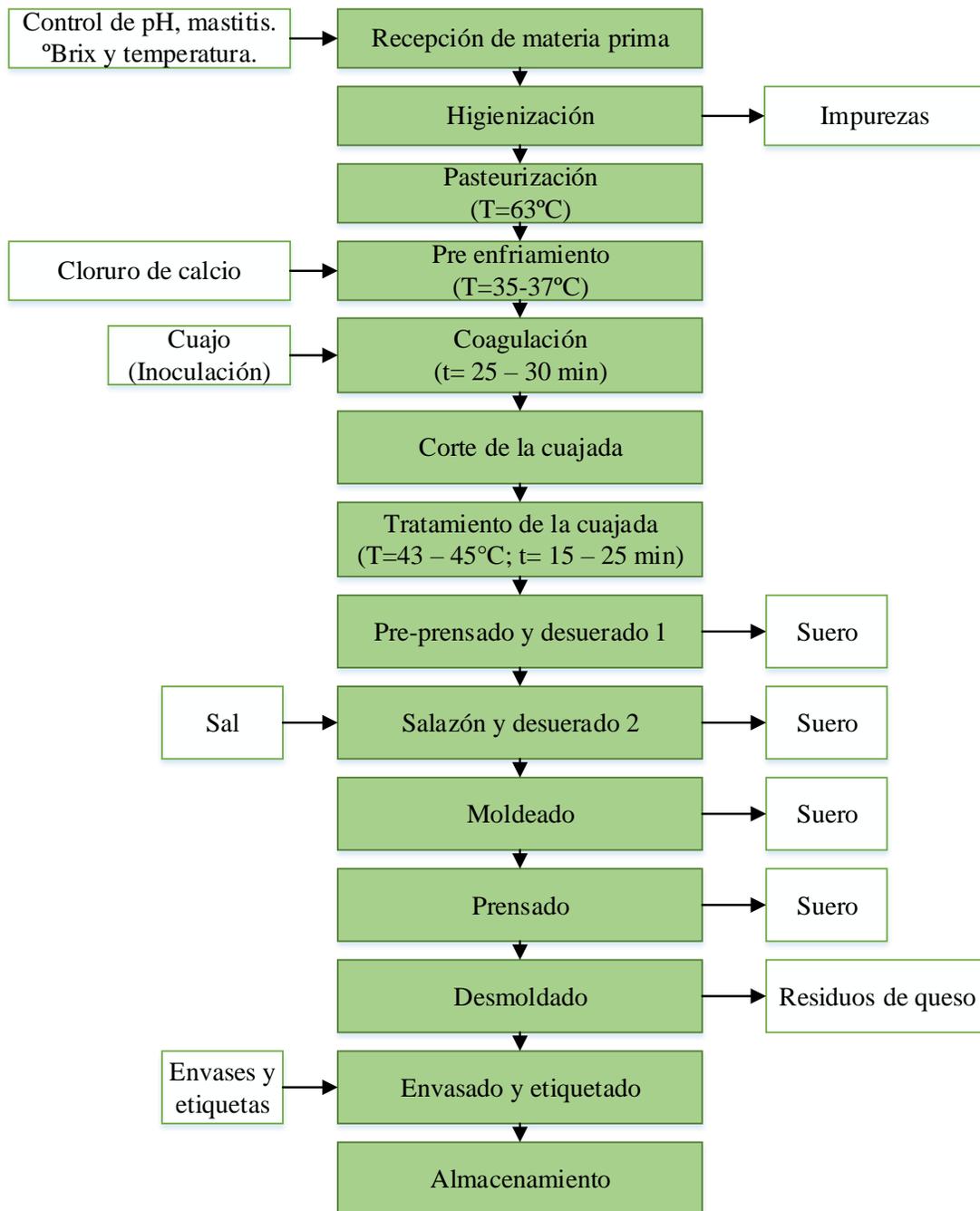
La primera técnica es la acidificación o aumento de la acidez, por la cual la leche se coagula dejándola madurar a través de esta técnica, que finalmente decantará los matices que tendrá el queso. La segunda técnica consiste en la acción de alguna enzima que reordena las proteínas disueltas para hacer con ellas una estructura más o menos rígida con la que finalmente se obtiene el producto final. No obstante, algunos fabricantes mezclan ambas técnicas para la elaboración de esta pieza. (Manzer, 2016).

Para la elaboración de queso fresco se toma la técnica de (Manzer, 2016. Párr. 2), “la acción enzimática para el proceso de coagulación”, se utilizará este método porque lo que se hará es mantener la misma técnica de elaboración de quesos del municipio de Tupiza de una manera industrializada.

Para la elaboración de queso madurado se toma la técnica de (Manzer, 2016. Párr. 2), “mezcla de las dos técnicas de la acción enzimática y acidificación (cultivos lácteos)”, se utilizará este método porque con la mezcla de los dos métodos se mejora la calidad del producto y así también sus propiedades organolépticas.

3.7 Diagrama de flujo para elaboración de queso fresco de cabra

La figura 3.1, muestra el diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso fresco de cabra, donde se toma la misma metodología tradicional de elaboración de quesos en el municipio de Tupiza con equipamiento a nivel piloto.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.1: Proceso de elaboración de queso fresco de cabra

3.7.1 Descripción del proceso de elaboración de queso fresco de cabra

Las operaciones involucradas en el proceso de elaboración de queso fresco de cabra presentan la siguiente secuencia:

3.7.1.1 Recepción de materia prima

En la recepción de la leche de cabra se realiza el control del volumen en litros, pH, temperatura, presencia de mastitis, porcentaje de sólidos totales y control organoléptico percibiendo el olor y color característico.

3.7.1.2 Higienización

La higienización de la leche de cabra se realiza con el propósito de eliminar impurezas y partículas sólidas contaminantes, de esta forma contamos con una leche limpia de materiales sólidos no deseados.

3.7.1.3 Pasteurización

El proceso de pasteurización tiene la finalidad de eliminar los microorganismos patógenos y contaminantes; obteniéndose una leche microbiológicamente estable y apta para comenzar el proceso de elaboración de quesos.

Se aplica una pasteurización lenta, calentando hasta una temperatura de 63°C por un tiempo de 40 minutos luego se pre-enfría la leche pasteurizada.

3.7.1.4 Pre-enfriamiento

La leche se pre-enfría en el mismo pasteurizador hasta una temperatura de 37°C, al finalizar esta operación se adiciona el cloruro de calcio 0,1 gramos por litro de leche de cabra en una relación de 1:3 de agua para su dilución, agitando la leche hasta obtener una mezcla homogénea, con la finalidad de reponer el calcio precipitado durante la pasteurización, luego se envía la leche a la tina de coagulación para la siguiente operación.

3.7.1.5 Coagulación

Una vez que la leche se encuentra en la tina de cuajado se realiza la inoculación del cuajo en polvo diluyendo en agua filtrada y distribuyendo homogéneamente durante 2 a 3 minutos, luego debe quedar en absoluto reposo para la coagulación que se lleva a

cabo a una temperatura constante de 36°C hasta que coagule totalmente la leche, que se da en un tiempo de 30 a 40 minutos.

3.7.1.6 Corte de la cuajada

Se corta la cuajada con la ayuda de dos liras en forma horizontal y vertical, el tamaño final de los granos de cuajada oscila entre los 10-20 mm, con el corte de la cuajada en porciones se facilita la expulsión del suero en el proceso denominado sinéresis.

3.7.1.7 Tratamiento térmico a la cuajada

Se calienta la cuajada a una temperatura de (43 a 45) °C por un tiempo de 15 a 25 minutos para facilitar la expulsión del suero, durante esta operación se agita la cuajada con movimientos suaves con la ayuda de una paleta para que el tratamiento térmico sea homogéneo en toda la cuajada.

3.7.1.8 Pre-prensado y desuerado 1

Se realiza aglomerando la cuajada dentro de la tina y luego evacuando el suero correspondiente, durante el desuerado se debe eliminar aproximadamente el 60% del suero. Tras el desuerado, se realiza el corte de la cuajada de manera horizontal y vertical con la ayuda de dos cuchillos para seguir facilitando la expulsión del suero y para facilitar la impregnación de la sal a la cuajada.

3.7.1.9 Salazón y desuerado 2

La operación de salazón se lleva a cabo mediante el salado en seco o salazón con sal muera (Oliver, 2018), se agrega la sal diluyendo en una cierta cantidad de suero y filtrando en un colador para eliminar las impurezas de la sal, esta solución se le adiciona a la cuajada desmenuzada y luego se le mezcla homogéneamente y se deja reposar unos 10 minutos para que la sal impregne a la cuajada, finalmente se procede al segundo desuerado para eliminar el suero restante.

3.7.1.10 Moldeado

Primero se prepara los moldes con los lienzos previamente hervidos en agua, luego se procede a introducir el queso pre-prensado en los moldes, para una cantidad aproximada de 500g y 350g, finalmente se cubre la cuajada con el lienzo, (esta operación se realiza utilizando guantes de látex para garantizar la inocuidad del producto).

3.7.1.11 Prensado

Se introduce los moldes en la prensa mecánica para llevar a cabo la operación de prensado de la cuajada y expulsar el suero restante donde se favorece la formación de una textura adecuada y formación de la corteza. La presión y velocidad de prensado para el queso fresco es de $2 \cdot 10^4$ Pascales por un tiempo de 30 a 40 minutos.

3.7.1.12 Desmoldado

Tras el prensado se procede a retirar los moldes de los quesos de forma manual y con la ayuda de un cuchillo se elimina las partículas sobresalientes del queso para darle su presentación final, esta operación de debe realizar en condiciones asépticas utilizando guantes de látex.

3.7.1.13 Envasado

El crecimiento de moho y la contaminación del medio ambiente puede ser un serio problema para el queso, para evitarlo (Carbonero, 2018), se procede a envasar en la envasadora al vacío en envases de polipropileno termo-contráible que son sumergidos en agua a 85°C por 4 segundos para mejorar su presentación del molde y extender su vida útil del producto durante el ciclo comercial. En el proceso de envasado al vacío, la bolsa se adhiere suave pero firmemente al producto protegiéndolo durante el almacenamiento, transporte y comercialización (Juarez, 2020).

El envasado se trata principalmente de mantener los quesos frescos y conservar, ya que el hecho de extraer el oxígeno que rodea el alimento mediante una máquina de vacío y se almacenan en una bolsa especial de vacío hace que éste se proteja como si se tratara

de una segunda piel. También mantiene la apariencia y sabores del queso debido a que su oxidación es mucho más lenta. Uno de los aspectos más beneficiosos del envasado al vacío es evitar el sabor a rancio, como saben el oxígeno hace que se rancie y cambie de color de blanco a amarillento. Esto se debe al contacto con el aire y a la oxidación de la grasa y la única manera de evitar esto es mantener al alimento sin oxígeno hasta que éste sea abierto para consumir (ADITEC, 2021).

3.7.1.14 Etiquetado

El etiquetado se lleva a cabo con un material adhesivo de tamaño 10x6.5, la etiqueta llevará datos de acuerdo a la Resolución administrativa 072/02 aprueba el Reglamento para la aprobación del modelo y control del etiquetado de alimentos pre envasados, donde debe llevar la siguiente información obligatoria: Nombre del alimento, naturaleza y condición física del alimento, contenido neto y composición del alimento, identificación del lote, fecha de vencimiento, instrucciones para su conservación, nombre o razón social, dirección de la empresa, lugar y país de origen, marca y registro sanitario SENASAG, numero de NIT (SENASAG, 2020).

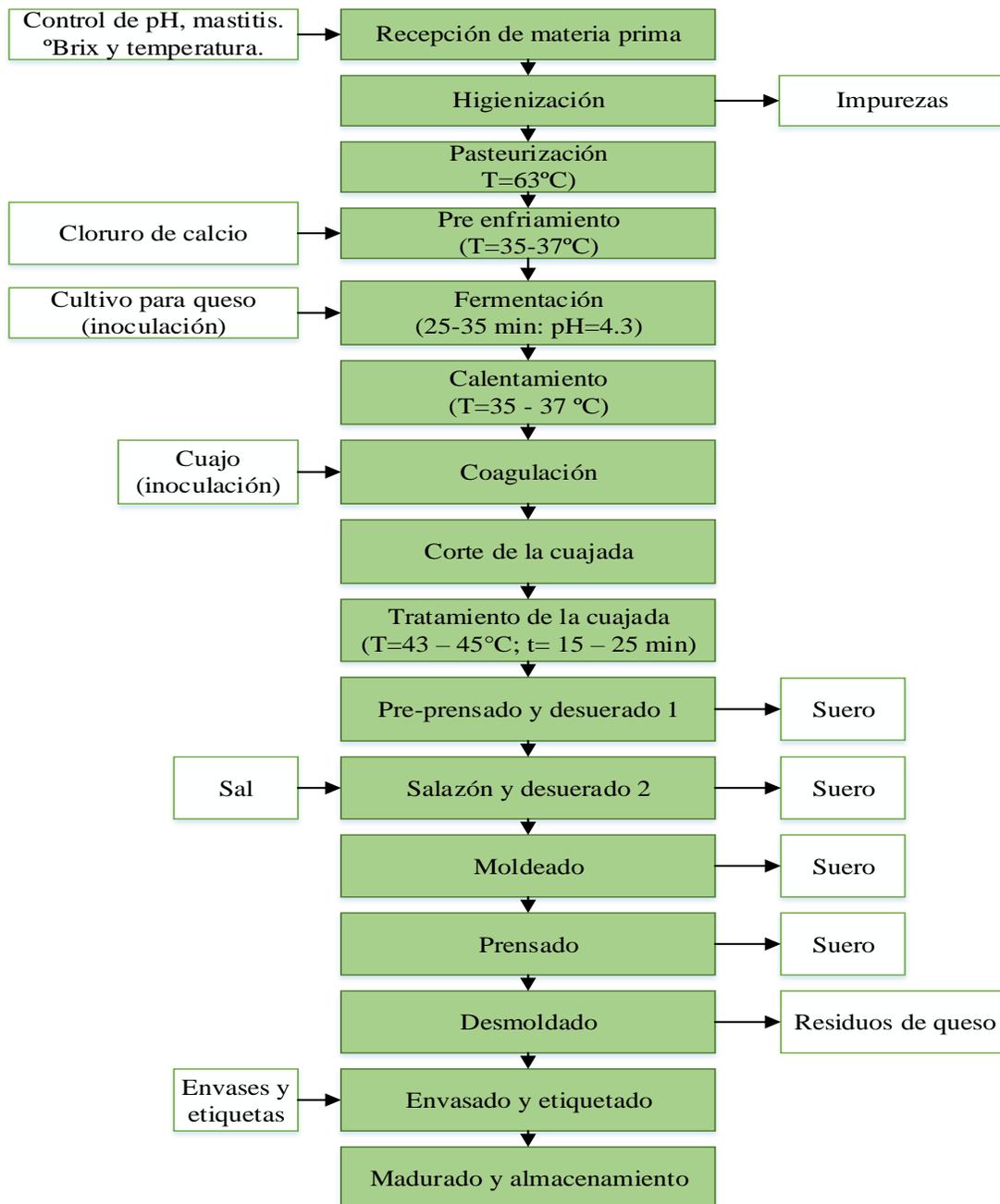
3.7.1.15 Almacenamiento

El producto se almacena a 4°C en un freezer, para conservar sus características fisicoquímicas, organolépticas y garantizar su conservación.

3.8 Diagrama de flujo para elaboración de queso madurado de cabra

La figura 3.2, muestra el diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso madurado de cabra.

Las operaciones del proceso de elaboración del queso fresco y madurado son similares con diferencia de adición de insumos y contenido de humedad en el producto terminado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.2: Proceso de elaboración de queso madurado de cabra

3.8.1 Descripción del proceso para queso madurado de cabra

Las operaciones involucradas en la elaboración de queso madurado de cabra presentan la siguiente secuencia:

3.8.1.1 Recepción de materia prima

En la recepción de la leche de cabra se realiza el control del volumen en litros, pH, temperatura, presencia de mastitis, porcentaje de sólidos totales y control organoléptico percibiendo el olor y color característico.

3.8.1.2 Higienización

La higienización de la leche de cabra se realiza con el propósito de eliminar impurezas y partículas sólidas contaminantes, de esta forma contamos con una leche limpia de materiales sólidos no deseados.

3.8.1.3 Pasteurización

El proceso de pasteurización tiene la finalidad de eliminar los microorganismos patógenos y contaminantes; obteniéndose una leche microbiológicamente estable y apta para comenzar el proceso de elaboración de quesos.

Se aplica una pasteurización lenta, calentando hasta una temperatura de 63°C por un tiempo de 40 minutos e inmediatamente se pre-enfría la leche pasteurizada.

3.8.1.4 Pre-enfriamiento

La leche se pre-enfría en el mismo pasteurizador hasta una temperatura de 37°C, al finalizar esta operación se adiciona el cloruro de calcio 0,1 gramos por litro de leche de cabra en una relación de 1:3 de agua para su dilución, agitando la leche hasta obtener una mezcla homogénea, con la finalidad de reponer el calcio precipitado durante la pasteurización.

3.7.1.5 Fermentación

La leche pasteurizada, una vez atemperada a 37°C, se inocula el cultivo para queso y se agita hasta obtener una mezcla homogénea y se deja fermentar por un tiempo de 20 minutos aproximadamente, la temperatura se mantiene constante a 37°C hasta finalizar la fermentación, luego se envía la leche a la tina de cuajado para la siguiente operación.

3.8.1.6 Calentamiento

Durante la fermentación de la leche suele descender la temperatura, y por tal motivo una vez que se encuentra en la tina de cuajado se realiza un previo calentamiento hasta una temperatura de 37°C para coadyuvar en la coagulación.

3.8.1.7 Coagulación

Se adiciona el cuajo en polvo disolviendo en agua filtrada y se agita por un lapso de 2 a 3 minutos y se deja en absoluto reposo para la coagulación, donde se mantiene la temperatura constante de 36°C hasta que coagule totalmente la leche, por un lapso de 30 a 40 minutos.

3.8.1.8 Corte de la cuajada

Se corta la cuajada con la ayuda de dos liras en forma horizontal y vertical, el tamaño final de los granos de cuajada oscila entre los 10-15 mm, con el corte de la cuajada en porciones se facilita la expulsión del suero en el proceso denominado sinéresis, (esta operación se realiza utilizando material previamente desinfectado con alcohol).

3.8.1.9 Tratamiento térmico a la cuajada

Se calienta la cuajada a una temperatura de (43 a 45) °C por un tiempo de 15 a 25 minutos para facilitar la expulsión del suero, durante esta operación se agita la cuajada con movimientos suaves con la ayuda de una paleta para que el tratamiento térmico sea homogéneo en toda la cuajada.

3.8.1.10 Pre-prensado y desuerado 1

Se realiza aglomerando la cuajada dentro de la tina y luego evacuando el suero correspondiente, durante el desuerado se debe eliminar aproximadamente el 60% del suero. Tras el desuerado, se realiza el corte de la cuajada de manera horizontal y vertical con la ayuda de dos cuchillos para seguir facilitando la expulsión del suero y para facilitar la impregnación de la sal a la cuajada.

3.8.1.11 Salazón y desuerado 2

La operación de salado se lleva a cabo mediante el salado en seco o salazón con sal muera (Oliver, 2018), se agrega la sal disolviendo en una cierta cantidad de suero y filtrando en un colador para eliminar las impurezas de la sal, esta solución se le adiciona a la cuajada desmenuzada y luego se le mezcla homogéneamente y se deja reposar unos 10 minutos para que la sal impregne a la cuajada, finalmente se procede al segundo desuerado para eliminar el suero restante.

3.8.1.12 Moldeado

Primero se prepara los moldes con los lienzos previamente hervidos en agua, luego se procede a introducir el queso pre-prensado en los moldes, para una cantidad aproximada de 500g y 350g, finalmente se cubre la cuajada con el lienzo, (esta operación se realiza utilizando guantes de látex para garantizar la inocuidad del producto).

3.8.1.13 Prensado

Se introduce los moldes en la prensa mecánica para llevar a cabo la operación de prensado del queso y expulsar el suero restante donde se favorece la formación de una textura adecuada y formación de la corteza. La presión y velocidad de prensado para el queso fresco es de 2.10^4 Pascales por un tiempo de 30 a 40 minutos.

3.8.1.14 Desmoldado

Tras el prensado se procede a retirar los moldes de los quesos de forma manual y con la ayuda de un cuchillo se elimina las partículas sobresalientes del queso para darle su presentación final esta operación de debe realizar en condiciones asépticas utilizando guantes de látex.

3.8.1.15 Envasado

El crecimiento de moho y la contaminación del medio ambiente puede ser un serio problema para el queso, para evitarlo (Carbonero, 2018), se procede a envasar en la

envasadora al vacío en envases de polipropileno termo-contráible que son sumergidos en agua a 85°C por 4 segundos para mejorar su presentación del molde y extender su vida útil del producto durante el ciclo comercial. En el proceso de envasado al vacío, la bolsa se adhiere suave pero firmemente al producto protegiéndolo durante la maduración, almacenamiento, transporte y comercialización (Juarez, 2020).

El envasado se trata principalmente de mantener los quesos frescos y conservar, ya que el hecho de extraer el oxígeno que rodea el alimento mediante una máquina de vacío y almacena en una bolsa especial de vacío hace que éste se proteja como si se tratara de una segunda piel. También mantiene la apariencia y sabores del queso debido a que su oxidación es mucho más lenta. Uno de los aspectos más beneficiosos del envasado al vacío es evitar el sabor a rancio, como saben el oxígeno hace que se rancie y cambie de color de blanco a amarillento. Esto se debe al contacto con el aire y a la oxidación de la grasa y la única manera de evitar esto es mantener al alimento sin oxígeno hasta que éste sea abierto para consumir (ADITEC, 2021).

3.8.1.16 Etiquetado

El etiquetado se lleva a cabo con un material adhesivo de tamaño 10x6.5, la etiqueta llevará datos de acuerdo a la Resolución administrativa 072/02 aprueba el Reglamento para la aprobación del modelo y control del etiquetado de alimentos pre envasados, donde debe llevar la siguiente información obligatoria: Nombre del alimento, naturaleza y condición física del alimento, contenido neto y composición del alimento, identificación del lote, fecha de vencimiento, instrucciones para su conservación, nombre o razón social, dirección de la empresa, lugar y país de origen, marca, registro sanitario SENASAG y numero de NIT (SENASAG, 2020).

3.8.1.17 Madurado y almacenamiento

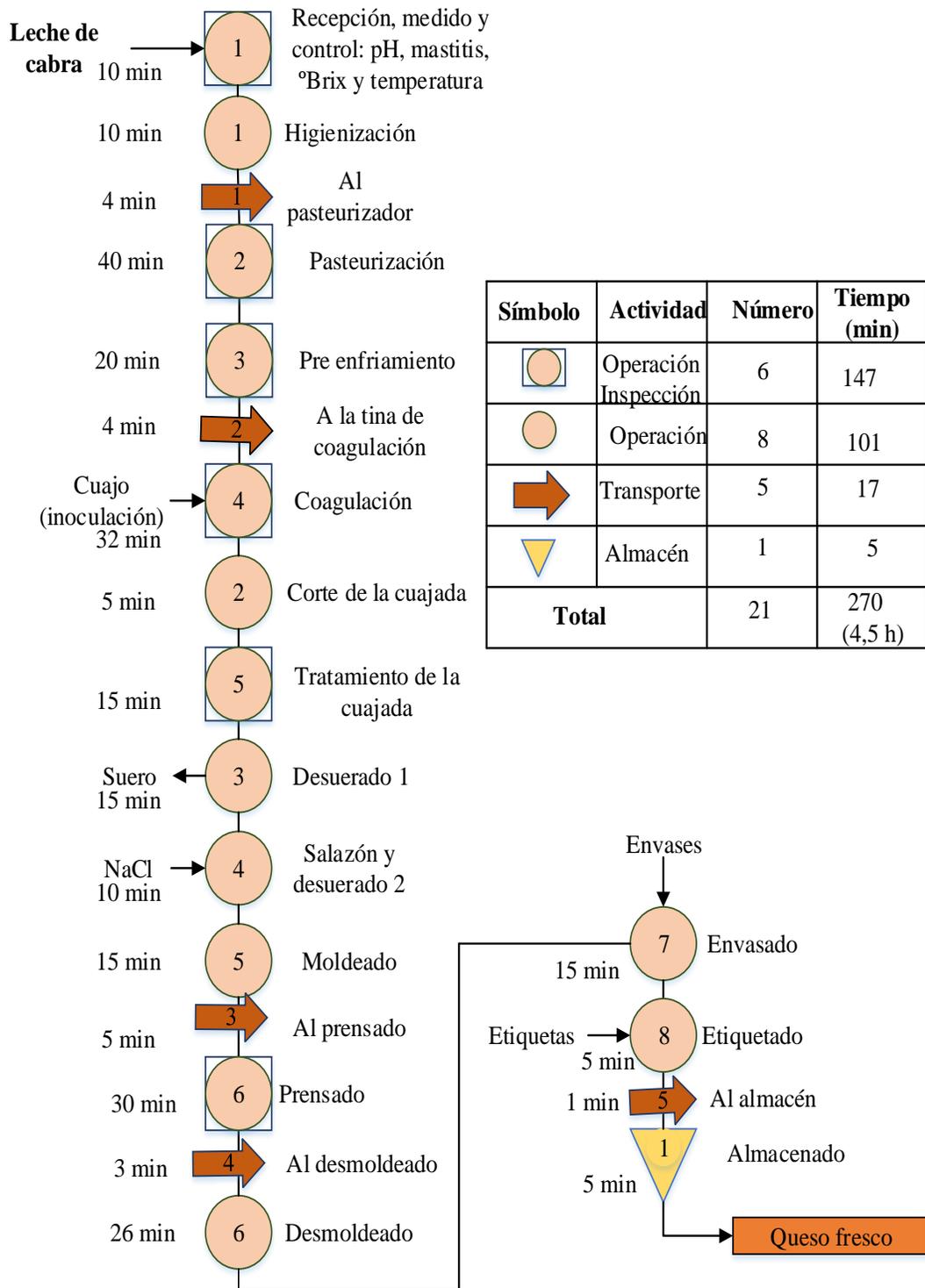
Se almacena los quesos en un freezer a una temperatura de 5 a 10°C, por un tiempo mínimo de una semana para su maduración para mejorar sus características fisicoquímicas, organolépticas y garantizar su conservación del producto terminado.

3.9 Diagrama de layout de procesos de elaboración de queso fresco y madurado de cabra

Diagrama de layout para los procesos de elaboración del queso fresco y madurado de cabra, donde se determina los tiempos de cada operación del proceso, determinadas en base a la cantidad de materia prima a procesar (60 l/día) y la capacidad de los equipos que se emplearán y en función del proceso productivo desde la: recepción de la materia prima hasta el envasado del producto final y cada operación lleva su simbología y numeración, con el fin de diferenciar cada operación del proceso de elaboración del queso.

3.9.1 Diagrama de layout de proceso para elaboración de queso fresco de cabra

La figura 3.3, muestra el diagrama de layout para el proceso de elaboración de queso fresco de leche de cabra.

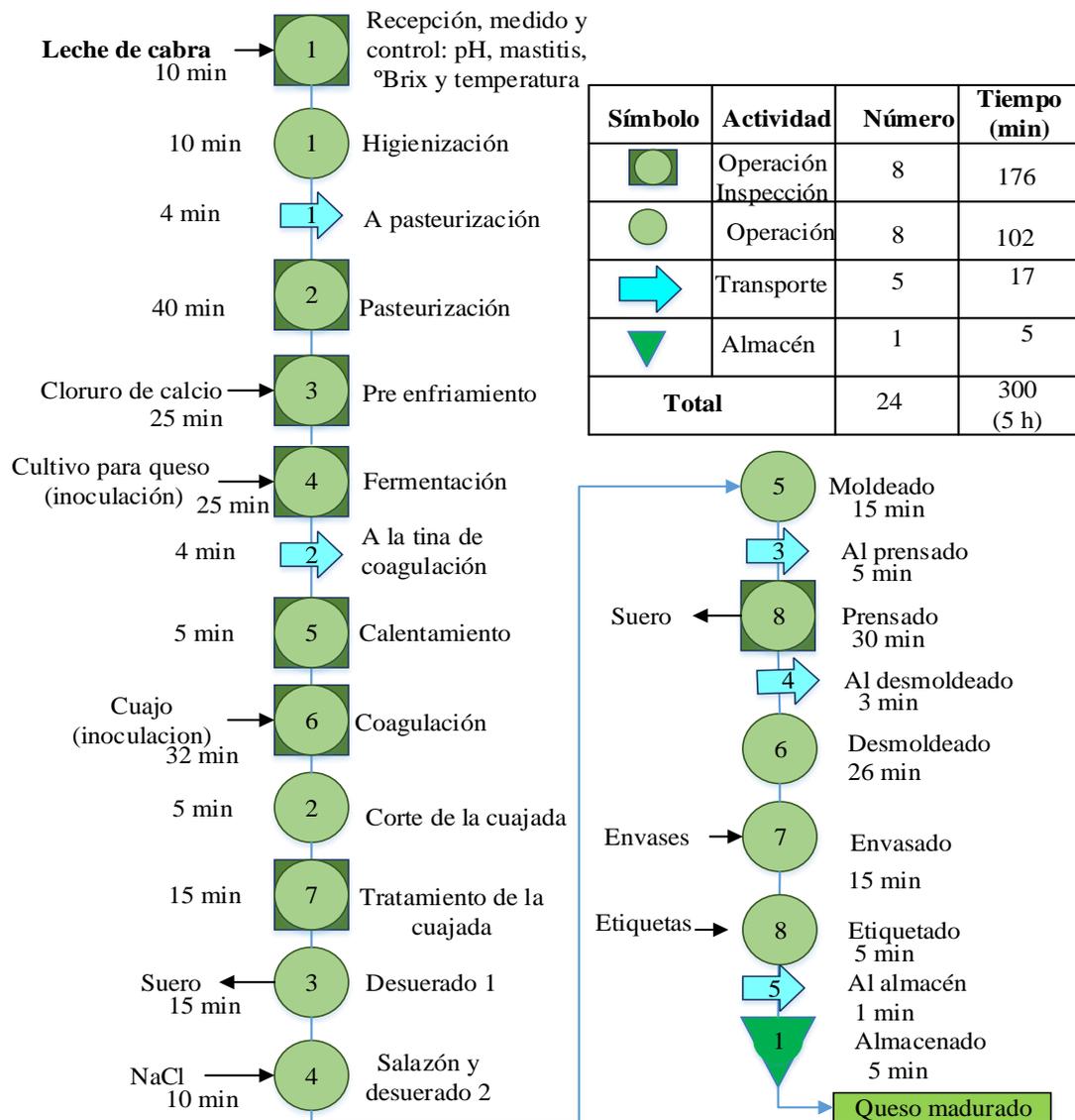


Fuente: Elaboración propia

Figura 3.3: Diagrama de layout para el proceso de queso fresco de cabra

3.9.2 Diagrama de layout de proceso para elaboración de queso madurado de cabra

La figura 3.4, muestra el diagrama de layout para el proceso de elaboración de queso madurado de cabra, donde las operaciones del proceso productivo desde la recepción de la leche de cabra hasta el envasado del producto final son similares al proceso de elaboración de queso fresco, con deferencia en la fermentación de la leche y madurado del producto final.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.4: Diagrama de layout para el proceso de queso madurado de cabra

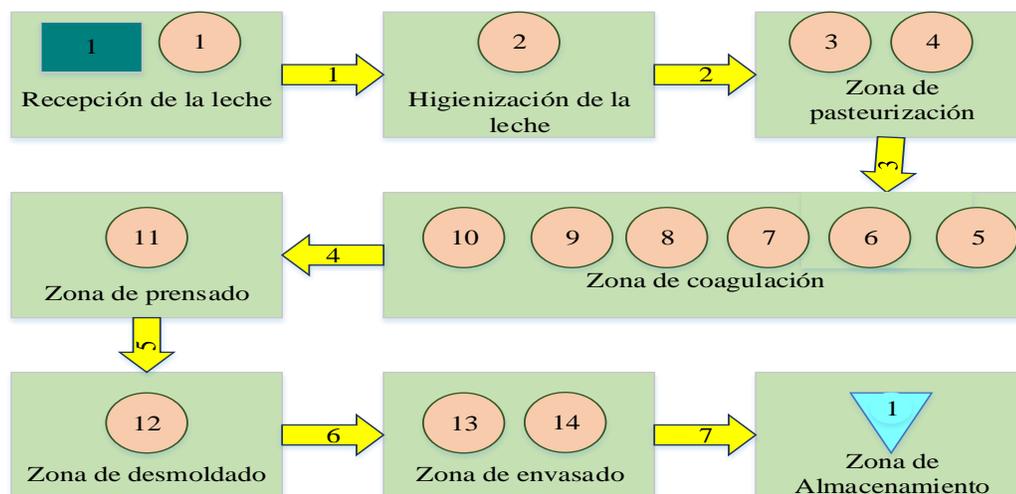
3.10 Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra

El diagrama de recorrido, es una representación gráfica de la distribución de una planta de producción o servicios y la relación entre cada actividad específica, muestra la localización de todas las operaciones del proceso y el trayecto seguido por todos los trabajadores, los materiales o los equipos a fin de ejecutarlas y se registra las operaciones, inspecciones, transporte, demoras y almacén (Kanawaty, 2020).

Se realiza el diagrama de recorrido de los procesos de elaboración de queso fresco y madurado de cabra, donde se agrupa cada zona específica del proceso de producción desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto final y se identifica la diferencia entre ambos procesos de elaboración.

3.10.1 Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de queso fresco de cabra

La figura 3.5, presenta el diagrama de recorrido para el proceso de elaboración de queso fresco de cabra.

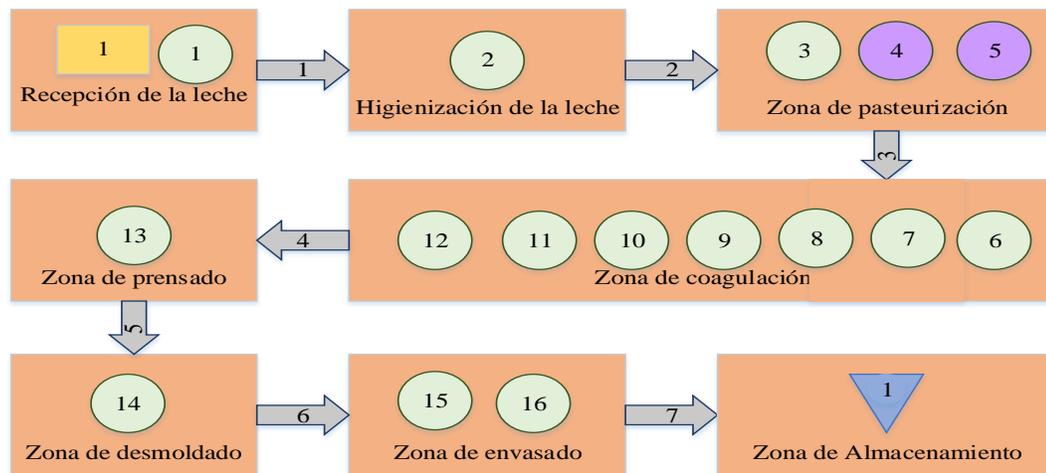


Fuente: Elaboración propia

Figura 3.5: Diagrama de recorrido para elaboración de queso fresco de cabra

3.10.2 Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de queso madurado de cabra

La figura 3.6, presenta el diagrama de recorrido para el proceso de elaboración de queso madurado de cabra.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.6: Diagrama de recorrido para elaboración de queso madurado de cabra

La figura 3.6, del diagrama de recorrido para la elaboración de queso madurado de cabra, muestra la diferencia entre la elaboración de queso fresco en la zona de pasteurización con la operación de inoculación del cultivo para la fermentación de la leche y en la zona de almacenamiento para la maduración del queso madurado.

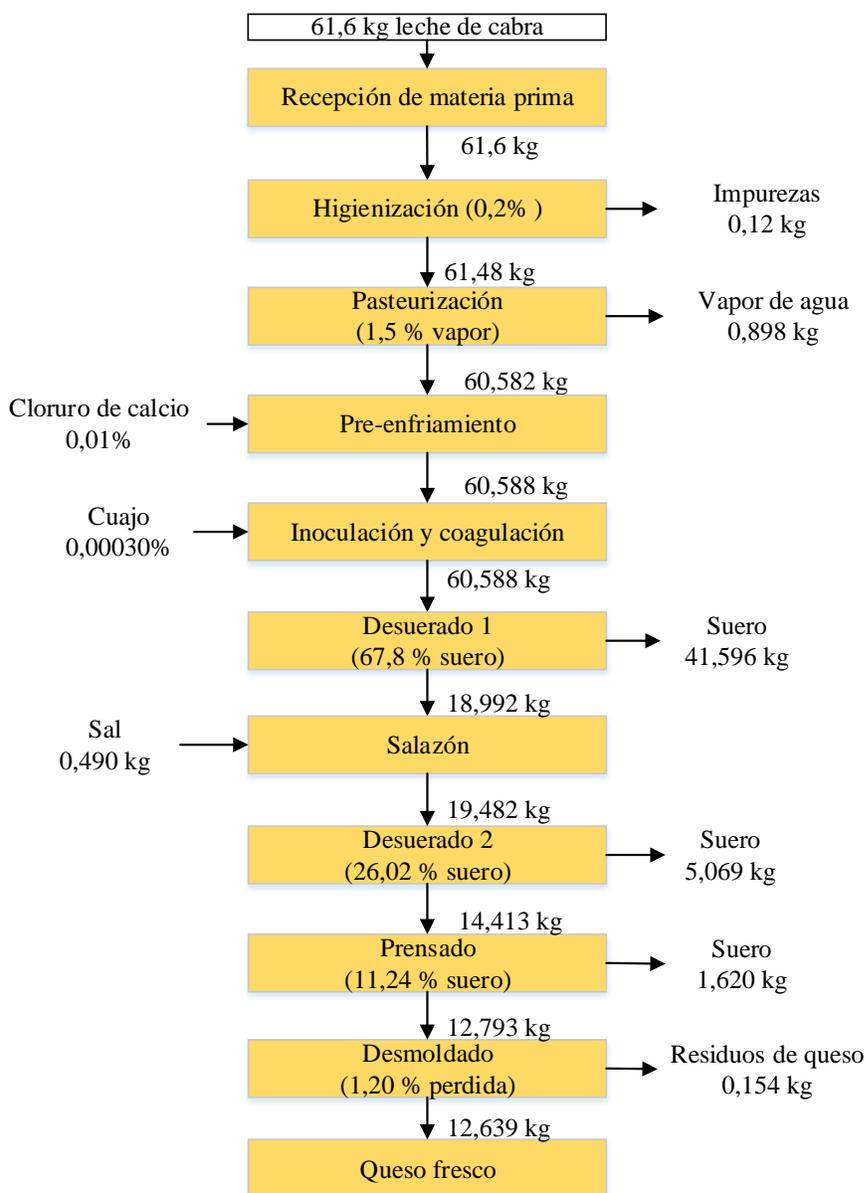
3.11 Diagrama de balance de materia para los procesos de elaboración de queso fresco y madurado de cabra

El balance de materia, se realiza en cada una de las etapas del proceso de producción de elaboración de queso fresco y madurado de cabra, donde se base a la cantidad de materia prima a procesar por día en la planta piloto procesadora de leche de cabra, para lo cual se procesa una cantidad de 60 l/día, según la capacidad de producción de leche de cabra en las comunidades del municipio de Tupiza, como se muestra en la tabla 3.5.

La cantidad de leche (60 l) se convierte de volumen (l) a masa (kg), tomando en cuenta la densidad de la leche de 1,026 kg/l (Mens, 1991) y remplazando en la fórmula de la densidad se determina una masa de: $m = 61,6$ kg de leche de cabra.

3.11.1 Diagrama de balance de materia para el proceso de elaboración de queso fresco de cabra

La figura 3.7, detalla el diagrama del balance de materia para el proceso de elaboración de queso fresco de cabra en base a 60 kg/día de materia prima a procesar.



Fuente: Elaboración propia

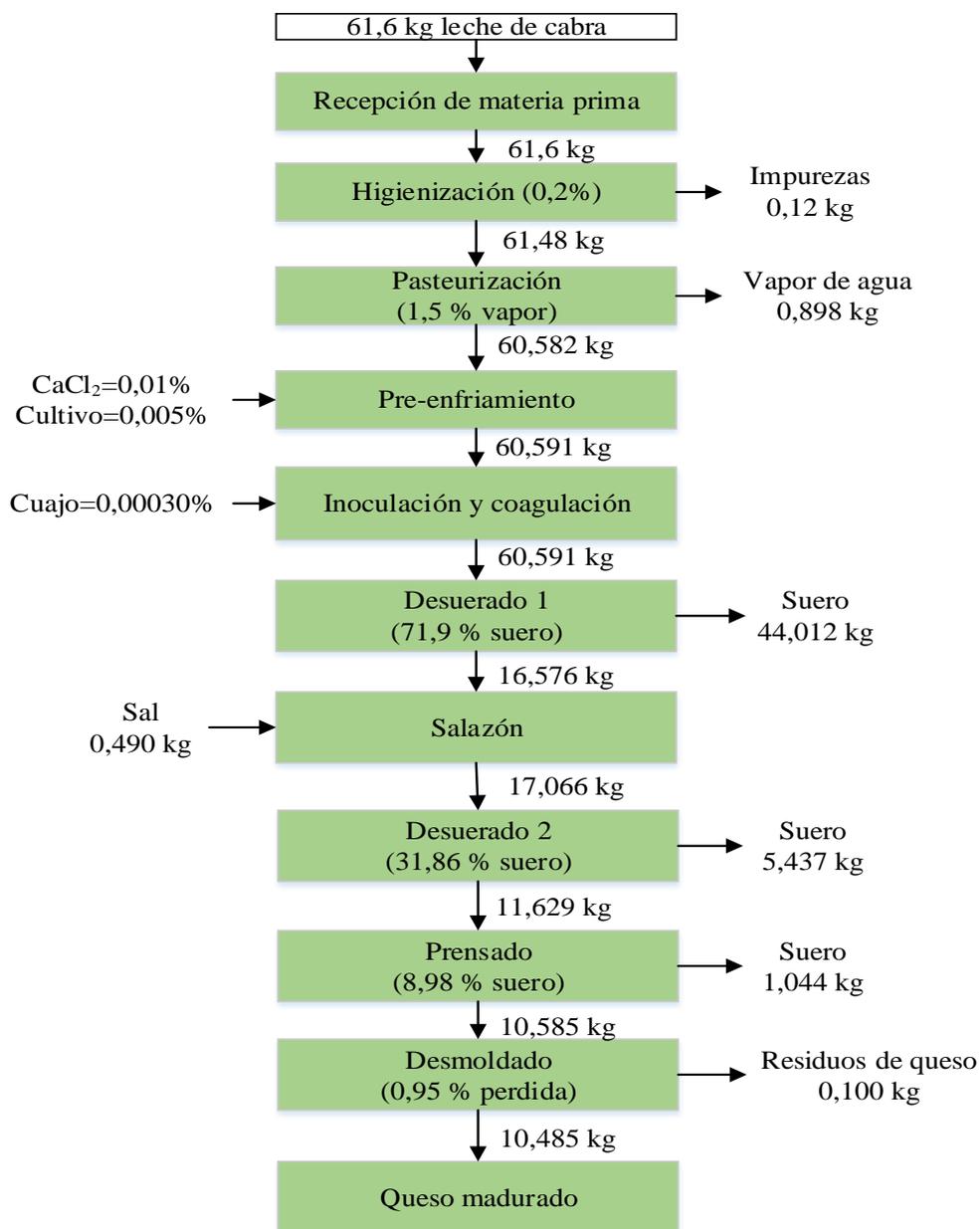
Figura 3.7: Diagrama de balance de materia para el proceso de queso fresco de cabra

Los cálculos del balance de materia para la elaboración de queso fresco de cabra se encuentran detallados en el (Anexo A).

De acuerdo al balance de materia para la elaboración de queso fresco como se muestra en la figura 3.7, se obtiene una cantidad total de producto terminado de 12,639 kg, con un rendimiento de 21% y contenido de humedad de 47,88%, envasados en 25 envases de 500g.

3.11.2 Diagrama de balance de materia para el proceso de elaboración de queso madurado de cabra

La figura 3.8, muestra el diagrama del balance de materia para el proceso de elaboración de queso madurado de cabra en base a 60 kg/día de materia prima a procesar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.8: Diagrama de balance de materia para proceso de queso madurado de cabra

Los cálculos del balance de materia para la elaboración de queso madurado de cabra se encuentran detallados en el (Anexo A).

De acuerdo al balance de materia para la elaboración de queso madurado como se muestra en la figura 3.8, se obtiene una cantidad total de producto terminado de 10,485 kg, con un rendimiento de 17% y contenido de humedad de 42,83%, envasados en 21 envases de 500g.

3.12 Cantidad de cabras productoras de leche en las comunidades del municipio de Tupiza

La tabla 3.2, detalla la cantidad de cabras productoras de leche en las comunidades de Titihoyo, Ichupampa y El Monte del municipio de Tupiza.

Tabla 3.2

Cantidad de cabras productoras de leche de las comunidades del municipio de Tupiza

Comunidades	Nº de familias	Cantidad de cabras lecheras	Cantidad promedio de cabras lecheras por familia	Razas
Titihoyo	4	85	17	Criollas Anglo nubian
Ichupampa	3	85	28	Criollas Saanen
El Monte	5	80	16	Criollas Anglo nubian
Total	12	250	61	
Promedio	4	83	20	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 3.2, se puede observar que en las tres comunidades del municipio de Tupiza tiene un total de 250 cabras productoras de leche.

3.12.1 Producción de leche de cabra en las comunidades del municipio de Tupiza

La oferta de leche de cabra propuesta para la transformación de las comunidades del municipio de Tupiza es detallada en la tabla 3.3, alrededor del 96 % de su producción total, y el 4% es destinado para su consumo, para determinar la producción de leche se basa en la cantidad de cabras productoras de leche que se detalla en la tabla 3.2.

Se toma datos del PDM (Plan de Desarrollo Municipal) 2013, del municipio de Tupiza, para el rendimiento de producción de leche es de 0,25 litros por cada cabra aproximadamente.

Tabla 3.3

Producción de leche de cabra de las comunidades del municipio de Tupiza

Comunidades	Cantidad de cabras lecheras	Rendimiento de producción de leche por cabra (l/día)	Cantidad promedio de leche de cabra (l/día)	Cantidad promedio de leche de cabra (l/año)
Titihoyo	85	0,25	21,25	3.867,5
Ichupampa	85	0,25	21,25	3.867,5
El Monte	80	0,25	20,00	3.640,0
Total	250	Promedio=0,25	62,50	11.375,0
96 % del total se destina a transformación			60,00	10.920,0

Fuente: Elaboración propia

La disponibilidad de leche de cabra para procesar es de 60 l/día, producida por las comunidades del municipio de Tupiza, con una disponibilidad del 96% para ser procesada.

La producción de leche de cabra por año, toma en cuenta la duración de lactancia que depende de la raza y las condiciones ambientales provistas para los animales (Gonzales, 2018). Por tanto, se determina 7 meses al año la disponibilidad de materia prima a procesar, cantidad promedio de 10920 l/año.

3.13 Distribución porcentual de la leche de cabra para la producción de queso fresco y madurado para la planta piloto

La tabla 3.4, detalla la distribución porcentual de la leche de cabra, para el proceso de elaboración del queso fresco y madurado por mes y año, que se distribuye en función a la disponibilidad de materia prima por día y el mercado local a ser comercializado el producto.

No se realiza la distribución porcentual por día porque la cantidad de leche de cabra solo abastece para el proceso de elaboración de una sola variedad de queso, se hará la variación del tipo de proceso durante el transcurso de la semana de acuerdo al ritmo de producción de la planta.

Tabla 3.4

Distribución porcentual de la leche para elaboración de queso fresco y madurado de cabra

Total materia prima por día: 60 litros		Cantidad leche de cabra	
Tipo de producto	Porcentajes (%)	l/mes	l/año
Total	100,00	1.560	10.920
Queso fresco	67,67	1.040	7.280
Queso madurado	33,33	520	3.640

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 3.4, se tiene la cantidad de leche de cabra para el proceso de elaboración de queso fresco de 7280 l/año y para queso madurado de 3640 l/año.

Se determina una distribución del 67,67% de la leche para elaboración de queso fresco porque en el mercado local de Tupiza es tradicional el consumo de este tipo de queso por lo que este producto es más económico. El queso madurado tiene una menor distribución por ser un producto nuevo en el mercado local además que los costos de producción son más elevados que repercute en el precio de venta.

3.14 Plan productivo de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Se establece que, la planta piloto procesadora de leche de cabra, procese 5 horas al día, seis días por semana, de lunes a sábado, se descansa los domingos y días feriados, aunque la leche se recibe todos los días para almacenar.

Se determina que la planta funcione 26 días al mes y 7 meses al año, siendo el total de 182 días trabajados al año aproximadamente. Así mismo, se establece que la planta funcione los meses de enero a abril y octubre a diciembre, durante estos meses se tiene una mayor producción de leche de cabra en las comunidades del municipio de Tupiza.

3.14.1 Ritmo de producción de la planta piloto procesadora de leche de cabra

El cuadro 3.2, muestra el ritmo de producción de la planta piloto procesadora de leche de cabra con un calendario semanal de producción de queso fresco y madurado.

Cuadro 3.2***Ritmo de producción de la planta piloto procesadora de leche de cabra***

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Turno mañana	Queso fresco	Queso fresco	Queso madurado	Queso fresco	Queso madurado	Queso fresco

Fuente: Elaboración propia

El ritmo de producción de la planta piloto procesadora de leche de cabra se define en función de la distribución porcentual de la leche, como se muestra en la tabla 3.4, el queso fresco se elaborará cuatro veces por semana y el queso madurado dos veces por semana.

3.15 Tamaño de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Se conoce como tamaño de una planta industrial la capacidad instalada de producción de la misma. Esta capacidad se expresa en la cantidad producida por unidad de tiempo, es decir volumen, peso, valor o unidades de producto elaborados por año, mes, días y turno, hora, etc. En algunos casos la capacidad de una planta se expresa, no en términos de la cantidad de producto que se obtiene, sino en función del volumen de materia prima que se procesa (Saavedra, 2018).

3.15.1 Capacidad de producción de la planta piloto procesadora de leche de cabra

La capacidad de la planta piloto de elaboración de queso fresco y madurado de cabra, está en función de la disponibilidad de materia prima producida en las comunidades del municipio de Tupiza, como se presenta en la tabla 3.3. En base a lo cual, se toma la decisión de definir el tamaño y la capacidad de la planta piloto.

La tabla 3.5, muestra la capacidad estimada de producción de queso fresco y madurado de cabra, de la planta piloto procesadora de leche en relación a sus rendimientos en proceso; expresados en kg/día, kg/mes y kg/año para la cantidad total del 96% del total de producción establecida.

El rendimiento de proceso se determina en función del balance de materia de 60 litros de leche de cabra, donde se muestra en la figura 3.7 para el queso fresco y para el queso madurado en la figura 3.8.

Tabla 3.5

Capacidad de producción de la planta procesadora de leche de cabra

Tipo de producto	Cantidad de leche de cabra			Rendimiento proceso	Producción		
	l/día	l/mes	l/año	kg leche/kg de producto	kg/día	kg/mes	kg/año
Queso fresco	60	1.040	7.280	61,6kg/12,6kg de producto	12,6	219,2	1.534,3
Queso madurado		520	3.640	61,6kg/10,5kg de producto	10,5	91,0	637,0

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 3.5, la capacidad determinada para la planta piloto procesadora de leche de cabra es de 60 l/día de materia prima a procesar, para la elaboración de un tipo de queso por día, que producirá 12,6 kg/día de queso fresco y 10,5 kg/día de queso madurado.

3.16 Selección de maquinaria y equipos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Para la determinar la capacidad requerida de la maquinaria y equipos y la selección de estas está en función de la disponibilidad de materia prima a procesar que se muestra en la tabla 3.3 y las operaciones requeridas para los procesos de elaboración de queso fresco y madurado de cabra y se toma un margen del 25% de la materia prima como estándar para determinar la capacidad requerida en cada equipo o maquinaria, ya que no es recomendable que los equipos trabajen a su máxima capacidad.

Para la selección de equipos y maquinarias, se toma en cuenta los siguientes factores; cantidad de materia prima, capacidad del equipo, operación y mantenimiento, procedencia, detalle de las especificaciones técnicas de los equipos y maquinarias, tales como las garantías técnicas, provisión de repuestos, tipo de material, peso, tamaño (metros, pulgadas y otros), consumo eléctrico, catálogos que contengan las

especificaciones técnicas u otro documento en idioma español o inglés y de uso, garantía de producto entre otros detalles que describan mejor al ítem ofertado y costos de adquisición.

Se toma los ítems que más se aproximan a los requerimientos realizados para la implementación de la planta piloto, las máquinas y equipos para cada operación de proceso productivo que se considera conveniente valorar, con el fin de seleccionar las máquinas más favorables, tanto técnicamente y económicamente factibles.

3.17 Capacidad de uso de maquinaria en función de la producción y disponibilidad de materia prima para la planta piloto procesadora de leche de cabra

De acuerdo a los resultados esperados de la capacidad de producción de la planta procesadora de leche de cabra como se muestra en la tabla 3.5, se procede a realizar los cálculos para la capacidad de maquinaria requerida en función de la producción y disponibilidad de la materia prima de las comunidades del municipio de Tupiza, como se detalla a continuación en la tabla 3.6.

Tabla 3.6

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

60	Cantidad de materia prima	Capacidad de maquinaria	Cantidad de Producto	Rendimiento de proceso	Tiempo de proceso	Uso equipo
Tipo de productos	(l/día)	(l/día)	(kg/día)	(%)	(h)	Número
Queso fresco	60	100	12,6	21	4,5	1
Queso madurado	60	100	10,5	17	5,0	1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la cotización realizada del equipamiento para la implementación de planta piloto procesadora de leche de cabra, los equipos tienen una capacidad de procesar 100 l/día, se selecciona esta capacidad de producción ya que son los más aproximados a lo requerido de acuerdo a la disponibilidad de materia prima porque en el mercado no se encuentra equipos de menor capacidad, debido a que son estándar.

3.18 Diseño y proyección general de distribución de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Para el diseño y proyección de la distribución de la planta procesadora de leche de cabra, tiene las siguientes etapas (Sevilla, 2020. Pág. 5):

- 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 dimensionamiento de construcciones e instalaciones principales y secundarias que constituyen el proceso de transformación de la leche, han de garantizar (Sevilla, 2020. Pág. 5):

- Un uso racional del espacio que evite cruces innecesarios, especialmente entre las materias primas y los productos elaborados o los materiales de desecho, para evitar posibles contaminaciones cruzadas.
- La prevención de contaminaciones en relación con residuos, gases de combustión, suciedad o presencia de plagas. Para ello, el entorno de la industria debe estar libre de elementos que puedan atraer o contaminar los productos.
- Una adecuada limpieza y desinfección de las instalaciones.

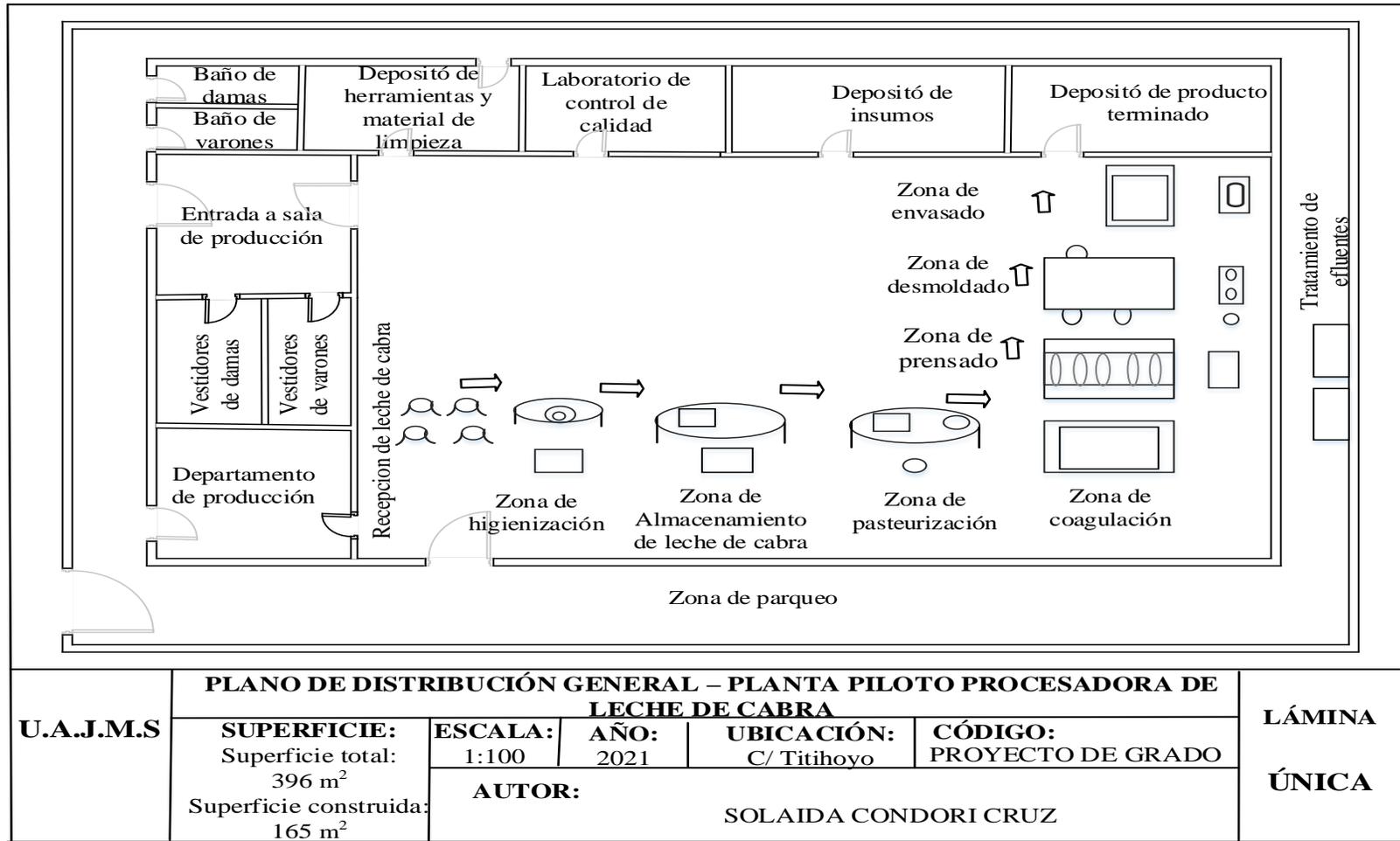
El diseño y la construcción de la planta deben ser personalizados y adaptados a las necesidades reales de la misma. Así pues, la superficie de la zona de elaboración debe ser suficiente, teniendo en cuenta la capacidad productiva, la geometría de la maquinaria necesaria (pasteurizador, tina, prensa, envasador al vacío, etc.), los trabajos requeridos en cada zona en las distintas fases de elaboración, los desplazamientos necesarios y las operaciones correctas de higiene alimentaria (Sevilla, 2020).

3.18.1 Distribución en “L” de la sala de producción de la planta piloto procesadora de leche de cabra

La distribución de la planta piloto procesadora de leche de cabra, 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 (Sevilla, 2020).

En este caso toda la maquinaria y 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 (Aguilar, 2017).

La figura 3.9, muestra el plano de la distribución general de la planta piloto para elaboración de queso fresco y madurado de cabra, en el cual se muestra la distribución de la sala de producción en forma de “L” se selecciona el proceso de producción en línea con una producción continua, identificando cada zona del proceso de elaboración del producto de acuerdo al diagrama de recorrido como se muestra en la figura 3.5.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.9: Plano de distribución general de la planta piloto procesadora de leche de cabra

3.19 Distribución o layout de maquinaria y equipos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

La distribución en planta implica la ordenación física y racional de los elementos productivos garantizando su flujo óptimo al más bajo costo. Esta ordenación ya instalada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento de material, almacenamiento, maquinas, equipos de trabajo, trabajadores y todas las otras actividades o servicios. En general la distribución en planta persigue dos intereses: un interés económico, con el que se busca aumentar la producción y reducir costos; y, por otro lado, el interés social con el que se busca darle seguridad al trabajador y satisfacción por el trabajo que realiza (Aguilar, 2017).

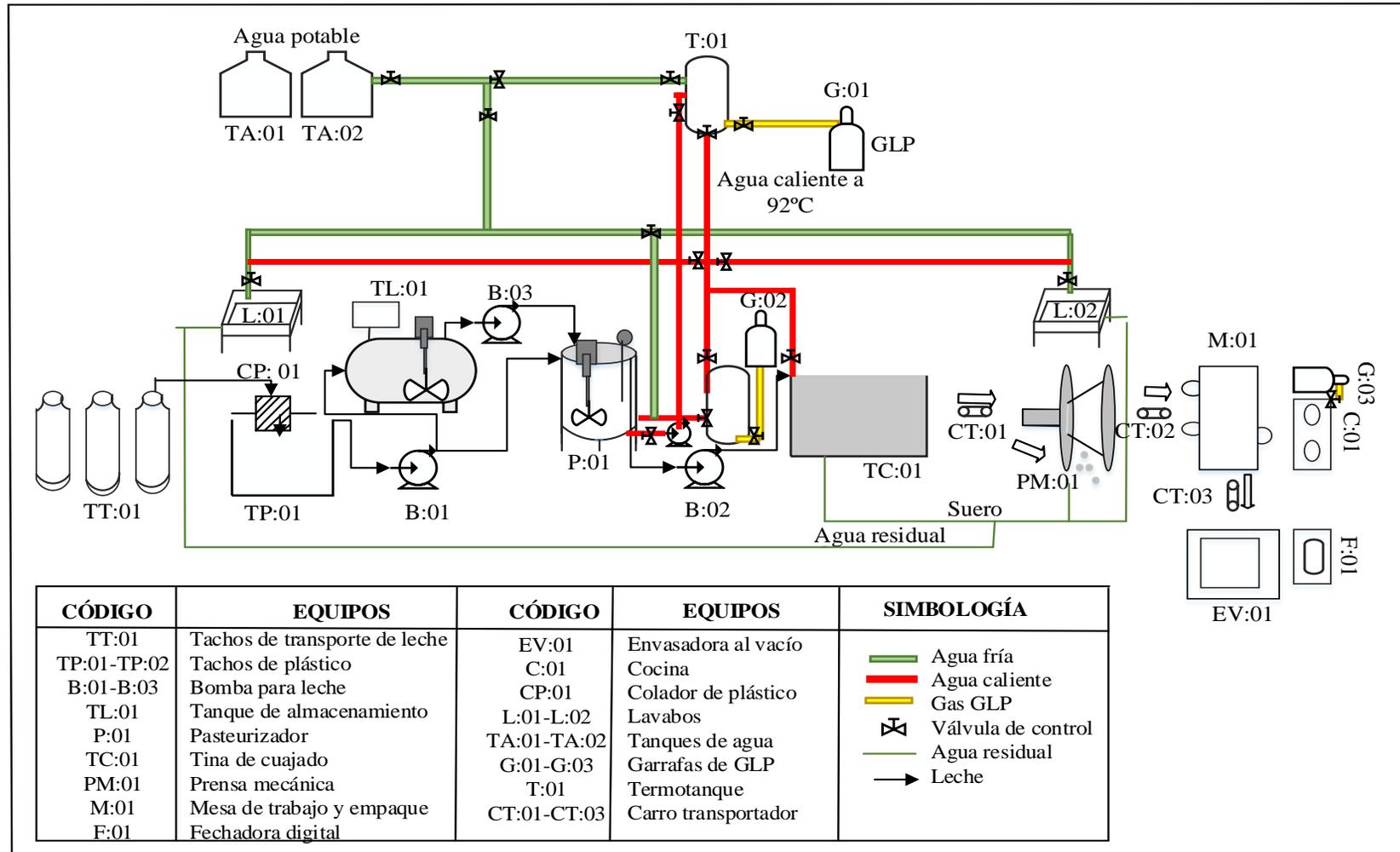
La disposición física o distribución en planta de procesos con sus elementos que componen un sistema productivo es un aspecto muy importante de la ingeniería de procesos (relacionado con el diseño de los procesos de la planta) y de la ingeniería de plantas (relativo a su implantación). La distribución 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 3.10, muestra el diagrama de layout de equipos para el proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra, 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.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.10: Layout de equipos de la planta piloto para elaboración de queso fresco y madurado de cabra

3.20 Dimensiones del equipamiento a implementar en la sala de proceso de la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 3.7 muestra las dimensiones del equipamiento a implementar en la sala de proceso de la planta procesadora de leche de cabra, datos que son obtenidos de las especificaciones técnicas de los equipos.

Tabla 3.7

Dimensiones del equipamiento a implementar en la sala de proceso de la planta procesadora de leche de cabra

Operación	Equipos y materiales	L (m)	W (m)	H (m)	D Entre equipos (m)	D Equipos a pared (m)	A Equipos (m ²)
Recepción de leche de cabra	Tachos de aluminio	0,60	0,60	0,42	0,9	1,20	0,36
Higienización	Tachos de plástico	0,50	1,00	0,60	0,9	0,20	0,50
Lavado de materiales	Carro enchapado	0,90	0,60	0,70	0,9	0,50	0,54
Almacenamiento de leche de cabra	Tanque con agitación	1,70	0,90	1,55	0,9	0,90	1,53
Pasteurización	Pasteurizador	0,95	0,86	1,40	0,9	0,94	0,817
Coagulación	Tina	1,00	0,70	0,80	0,9	1,10	0,70
Prensado	Prensa mecánica	1,00	0,70	0,70	0,9	0,90	0,70
Lavado de materiales	Carro enchapado	0,90	0,60	0,70	0,9	0,30	0,54
Desmoldado y envasado	Mesa de trabajo más cocina	0,90	1,00	0,80	0,9	1,50	0,90
Fechadora digital	Fechado de etiquetas	0,27	0,29	0,32	0,9	0,30	0,08
Sellado	Envasadora al vacío	0,60	0,70	1,20	0,9	1,63	0,42
Total							7,09

Fuente: Elaboración propia

Nota: L= largo; W=ancho; H=altura; D= distancia A= área

3.20.1 Estimación de la altura de la planta piloto procesadora de leche de cabra

De acuerdo a la tabla 3.7, se puede verificar que el equipo con mayor altura es el tanque de almacenamiento de leche, con una altura de 1,55 metros teniendo como referencia este dato se estima que la sala de producción debe tener una altura aproximada de

3,50 metros, porque en la sala de proceso se tiene equipos con funcionamiento de agua a temperatura de ebullición y automáticamente se genera vapor y por lo tanto la sala de proceso debe tener una altura adecuada para que circule estos vapores y no se genere humedad en el ambiente.

3.21 Estimación de la superficie o área requerida para el proceso de producción de la planta procesadora de leche de cabra

Para determinar el área necesaria para ubicar las maquinarias y equipos de la planta procesadora de leche de cabra se debe tomar en cuenta las siguientes superficies (Rios, 2017):

- **Superficie 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).
- **Superficie de gravitación:** Corresponde a la superficie alrededor de las máquinas que son utilizadas por el operario y el material acoplado para las diferentes operaciones.
- **Superficie 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 de la superficie estática, gravitación y de evolución.

3.21.1 Cálculo para el dimensionamiento del largo de la sala de proceso de la planta procesadora de leche de cabra

La tabla 3.8, detalla el cálculo del dimensionamiento de los equipos en forma horizontal, para determinar el largo de la sala de producción de la planta procesadora de leche de cabra.

Tabla 3.8

Cálculo para el dimensionamiento del largo de la sala de proceso de la planta procesadora de leche de cabra

Elementos fijos	L (m)	W (m)	D entre equipos (m)	D equipos a pared (m)	L equipos más D entre equipos (m)	W equipo más D a la pared (m)
Tachos de aluminio	0,60	0,60	0,90	1,20	1,50	1,8
Tachos de plástico y carro enchapado	0,90	1,10	0,95	0,70	1,85	1,8
Tanque de almacenamiento	1,70	0,90	1,00	0,90	2,70	1,8
Pasteurizador	0,95	0,86	1,00	0,94	1,95	1,8
Tina	1,00	0,70	2,00	1,10	3,00	1,8
Total					11,00	

Fuente: Elaboración propia

Nota: L= largo; W=ancho; D= distancia

Como se puede observar en la tabla 3.8 se tiene un resultado de 11 metros de largo de la sala de producción de la planta procesadora de leche de cabra.

3.21.2 Cálculo para el dimensionamiento del ancho de la sala de producción de la planta procesadora de leche de cabra

La tabla 3.9, detalla el cálculo del dimensionamiento de los equipos en forma vertical, para determinar el ancho de la sala de producción de la planta procesadora de leche de cabra.

Tabla 3.9

Cálculo para el dimensionamiento del ancho de la sala de producción de la planta procesadora de leche de cabra

Elementos fijos	L (m)	W (m)	D entre equipos (m)	D equipos a pared (m)	L equipos más D a la pared (m)	W equipos más D entre equipos (m)
Tina	1,00	0,7	0,9	1,80	2,8	1,6
Prensa mecánica y carro enchapado	1,60	0,9	0,9	1,20	2,8	1,8
Mesa de trabajo más cocina	1,30	1,0	0,9	1,50	2,8	1,9
Fechadora de etiquetas y envasadora	0,87	0,8	0,9	1,93	2,8	1,7
Total						7,0

Fuente: Elaboración propia

Nota: L= largo; W=ancho; D= distancia

Como se puede observar en la tabla 3.9 se tiene un resultado de 7 metros de ancho de la sala de producción de la planta procesadora de leche de cabra.

3.21.3 Cálculo del área de la sala de producción de la planta procesadora de leche de cabra

Para el caso de un terreno rectangular, el área es la multiplicación del largo por el ancho, ambas medidas deben presentar las mismas unidades de medida y el resultado se obtendrá en unidades cuadráticas (Nuevoleon, 2020).

$$A = L_1 * L_2$$

Donde:

A= Área, L₁= Largo, L₂= Ancho

Para determinar el dimensionamiento de la sala de la planta procesadora de leche de cabra se reemplaza en la fórmula del área con los resultados obtenidos en las tablas 3.8 y 3.9.

Donde:

$$L_1 = 11 \text{ m}$$

$$L_2 = 7 \text{ m}$$

Remplazando en la fórmula del área: $A = L_1 * L_2$

$$A = 11 * 7$$

$$A = 77 \text{ m}^2$$

Se determina una superficie de 77 m² para la sala de producción de la planta procesadora de leche de cabra.

3.21.4 Determinación de la superficie de la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 3.10, muestra la determinación de la superficie de las áreas requeridas para la implementación de la planta piloto en relación al proceso de producción.

Tabla 3.10

Superficie de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Nº	Áreas	superficie (m ²)
Producción		
1	Sala de producción	77,0
2	Entrada a sala de producción	8,4
3	Laboratorio de control de calidad	12,0
4	Depósito de insumos y material complementario	14,0
5	Depósito de producto terminado	14,0
6	Depósito de herramientas y material de limpieza	12,0
Servicios		
7	Vestidores de damas	4,2
8	Vestidores de varones	4,2
9	Baño de damas	3,6
10	Baño de varones	3,6
Administración		
11	Departamento de producción	12,0
Superficie construida		165,0
Área exterior		
12	Zona de parqueo	95,0
13	Zona de tratamiento de efluentes	44,0
14	Vereda y patio	92,0
Superficie sin construcción		231,0
Superficie total		396,0

Fuente: Elaboración propia

3.22 Localización de la planta piloto procesadora de leche de cabra

La localización de la planta puede tener marcada influencia sobre los resultados de un proyecto industrial. Se debe poner particular énfasis para determinar el lugar de ubicación, y deben considerarse muchos factores diferentes. Primeramente, la planta debe localizarse en el lugar donde se puedan obtener los mínimos costos de producción y distribución, pero otros factores tales como áreas para futura expansión y condiciones generales de vida, etc. (Moncada, 2011).

En el estudio de localización de la planta, se toman en cuenta dos aspectos la macro y la micro localización, pero a su vez se deben analizar otros factores, que de alguna manera influyen en la inversión de un determinado proyecto (Nassir, 2004).

- a) **Macro- localización;** Consiste en evaluar el sitio que ofrece las mejores condiciones para la ubicación del proyecto, en el país o en el espacio rural y urbano de alguna región.
- b) **Micro localización;** Es la determinación del punto preciso donde se construirá la empresa dentro de la región, y en esta se hará la distribución de las instalaciones en el terreno elegido.

3.22.1 Macro localización de la planta piloto procesadora de leche de cabra

- **País:** Estado Plurinacional de Bolivia
- **Departamento:** Potosí
- **Provincia:** Sud Chichas
- **Municipio:** Tupiza
- **Distrito:** 1

3.22.2 Micro localización de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Elección de las zonas, dentro de las distintas alternativas de ubicación se tienen las siguientes:

- Tupiza
- Titihoyo

La figura 3.11, muestra la ubicación geográfica de las zonas alternativas para la ubicación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Cuadro 3.3***Descripción de factores de localización de la planta piloto procesadora de leche de cabra***

Factores	Tupiza	Titihoyo
Disponibilidad de materia prima	No cuenta con la disponibilidad necesaria de materia prima	Cuenta con la disponibilidad necesaria de materia prima
Disponibilidad de Servicios básicos	Existe el acceso a todos los servicios básicos	Existe el acceso a servicios básicos
Disponibilidad y costo de terreno	Existe disponibilidad de terreno de costo muy elevado	Existe extensa disponibilidad de terreno de costo mínimo
Transporte de materia prima y producto terminado	Cuenta con los accesos de transporte por vía terrestre adecuados	Cuenta con los accesos de transporte por vía terrestre adecuados
Disponibilidad de mano de obra	Existe la disponibilidad de mano de obra	Existe la disponibilidad de mano de obra

Fuente: Elaboración propia

3.22.2.2 Análisis de micro localización económica para el transporte de materia prima y producto terminado para la implementación de la planta

Para el análisis económico del transporte de la materia prima y producto terminado para la localización de la planta se tiene dos zonas a elegir: el municipio de Tupiza y la comunidad de Titihoyo, se toma en cuenta estas dos opciones para la localización, por la disponibilidad de la materia prima y el mercado para la comercialización del producto terminado que existe únicamente en el municipio de Tupiza.

3.22.2.3 Análisis económico para el transporte de materia prima y producto terminado para la localización de la planta en el municipio de Tupiza

La tabla 3.11, muestra la determinación del costo de transporte de materia prima y producto terminado para la posible localización en el municipio de Tupiza, se toma en cuenta esta zona por el mercado local a ser comercializado el producto.

Tabla 3.11

Costos de transporte de materia prima y producto terminado para la localización de la planta en el municipio de Tupiza

Comunidad	Precio unitario de transporte tacho de leche de 20 l (Bs)	Unidades tachos de leche de 20 l (Bs)	Precio total (Bs)
Ichupampa	12,0	1	12,0
Titihoyo	14,0	1	14,0
El Monte	20,0	1	20,0
Total			46,0
Trasporte de producto terminado		1	0,0
Total			46,0

Fuente: Elaboración propia

3.22.2.4 Análisis económico para el transporte de materia prima y producto terminado para la localización de la planta en la comunidad de Titihoyo

La tabla 3.11, muestra la determinación del costo de transporte de materia prima y producto terminado para la posible localización en la comunidad de Titihoyo, se toma en cuenta esta comunidad por ser la zona centralizada de las comunidades productoras de leche de cabra.

Tabla 3.12

Análisis económico de transporte de materia prima y producto terminado para la localización de la planta en la comunidad de Titihoyo

Comunidad	Precio unitario de transporte de tacho de leche de 20 l (Bs)	Unidades de tachos de leche de 20 l (Bs)	Precio total (Bs)
Ichupampa	6,0	1	6,0
Titihoyo	0,0	1	0,0
El Monte	6,0	1	6,0
Total			12,0
Trasporte de producto terminado		1	14,0
Total			26,0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis económico de transporte de materia prima y producto terminado de la tabla 3.11 y 3.12, se determina que la localización más conveniente es la “comunidad de Titihoyo” por qué requiere menor costo económico para su transporte de la materia prima y un aspecto muy importante tomado en cuenta el tiempo de transporte y la conservación de la leche, ya que esta necesita una estricta conservación bajo frío.

En el proceso con 60 litros de leche de cabra se producen 12 kilogramos de producto terminado aproximadamente, por lo tanto, es más conveniente transportar el producto terminado al mercado por ser en menor cantidad.

3.22.3 Método cualitativo por puntos para la micro localización de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Este método, como su nombre lo indica, permite asignar valores cuantitativos a variables subjetivas, por lo que pudiera complementarse con métodos basados exclusivamente en factores económicos u objetivos. El método cualitativo por puntos consiste en definir los principales factores determinantes de una localización, para asignarles valores de calificación ponderada, sobre la base de una suma igual a 1, dependiendo fundamentalmente del criterio y experiencia del proyectista. Se compara dos o más localizaciones dependiendo de la naturaleza del proyecto, se procede a asignar una calificación a cada factor en una localización de acuerdo con una escala predeterminada de 0 a 10 (Corrillo & Gutiérrez, 2016)

Para una decisión entre dos comunidades y un municipio, en la siguiente tabla tenemos los factores considerados relevantes para el proyecto, que nos permite una comparación cualitativa de las diferentes zonas.

Para determinar la localización de la planta se ha realizado la metodología de calificación ponderada que consiste en analizar los factores más determinantes, dándole una calificación de acuerdo a la importancia del factor, así mismo se da una calificación de acuerdo a las características de la zona del 1 al 10; multiplicado la calificación ponderada con la calificación y con la respectiva suma de puntaje, se obtiene un índice que nos permitió elegir la ubicación con mayor precisión.

En la tabla 3.11, se tiene los factores considerados relevantes para el proyecto, como la determinación del mayor puntaje que nos permite una comparación cuantitativa de las diferentes zonas, para garantizar la localización más adecuada de la planta.

Tabla 3.13

Determinación de mayor puntaje para la ubicación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Factor de Calificación	PO	Tupiza		Titihoyo	
		C	P	C	P
Disponibilidad de materia prima	0,35	2	0,70	8	2,80
Disponibilidad de servicios básicos	0,25	9	2,25	7	1,75
Disponibilidad y costo de terreno	0,20	5	1,00	9	1,80
Transporte de materia prima y producto terminado	0,20	4	0,80	9	1,80
Disponibilidad de mano de obra	0,05	7	0,35	7	0,35
Total	1,00		5,10		8,50

Fuente: Elaboración propia

PO= calificación ponderada, P= puntaje, C = calificación 1-10

De acuerdo con este método, se determina la comunidad de Titihoyo como posible área para la construcción de la planta de producción por tener la mayor calificación total ponderada.

3.22.4 Ubicación de la planta procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza

La ubicación de la planta procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza, se concluye que la comunidad de Titihoyo, es la ubicación más práctica para implementar la planta piloto procesadora de leche de cabra, considerando que se encuentra al centro de las comunidades y es más factible para transportar la leche desde el punto de vista económico y de su conservación, la comunidad de El Monte se encuentra a 20 minutos hacia el sud y la comunidad de Ichupampa se encuentra a 20 minutos de distancia hacia el norte de la comunidad de Titihoyo donde se encuentra localizada la planta procesadora de leche.

Desde el punto de vista de la comercialización del producto terminado, la ubicación de la planta se encuentra a 14 kilómetros de distancia al mercado local del municipio de Tupiza, donde será comercializado. De donde también puede ser destinado a la

comercialización a los municipios de Atocha, Uyuni u otros centros mineros y turísticos, de la misma manera a departamentos como; La paz, Cochabamba, etc.

3.22.5 Ubicación geográfica de la planta procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza

Para la ubicación geográfica de la planta piloto procesadora de leche de cabra, se toma en cuenta la comunidad de Titihoyo perteneciente al distrito I del municipio de Tupiza, que se encuentra a 14 kilómetros, 40 minutos de distancia del municipio de Tupiza, con latitud sud $21^{\circ}32'33,10''$, latitud oeste $65^{\circ}45'28,69''$ y una altitud de 2907 (m.s.n.m.) (INTERCON, 2015). Es una comunidad de área rural con una extensa dimensión de terrenos y cumple con todos los requerimientos de factores para la selección del lugar para la implementación de la planta procesadora de leche de cabra.

La figura 3.11, muestra la ubicación geográfica del terreno para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra en la comunidad de Titihoyo del municipio de Tupiza.



Fuente: (Google Maps, 2021)

figura 3.12 Ubicación geográfica del terreno para la implementación de la planta procesadora de leche de cabra

3.23 Impacto ambiental de la industria alimenticia

El impacto ambiental que provoca la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra, se basa en el reglamento establecido, en el marco de la ley 1333 de Medio Ambiente del 27 de abril de 1992, se promulgo el Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (RASIM) creado bajo el decreto supremo N° 26736 del 30 de julio del 2002 (Infoleyes, 2002), el presente reglamento se encuentra detallado en el (Anexo B).

3.23.1 Tratamiento de efluentes de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Para el tratamiento de efluentes lácteos requiere ser diseñada básicamente para reducir los niveles de contaminantes de parámetros: como grasas, solidos suspendidos y para corregir el pH del efluente. Se puede considerar unos sistemas básicos de control y pretratamiento. Con carácter general, el tratamiento de aguas residuales puede realizarse mediante un tratamiento biológico, requiriendo previamente la separación de sólidos en suspensión y de grasas (Condorchem, 2020).

En el caso de las aguas procedentes de la elaboración de quesos, la primera medida de control es recuperar totalmente los restos del lactosuero y evitar que estos lleguen a mezclarse con el resto de las aguas residuales. La instalación de depuración de efluentes se compone de: pretratamiento en el que se incluye devaste y homogenización, tratamiento físico, biológico y secado de fangos (Condorchem, 2020).

Para la planta piloto procesadora de leche de cabra se prevé el tratamiento físico de aguas residuales, con la implementación de dos tanques de tratamiento de efluentes, en el primer tanque se filtrará todos los residuos sólidos y en el segundo tanque será tratada con hidróxido de sodio para regular el pH y finalmente ser eliminadas.

CAPÍTULO IV
COSTOS DEL PROYECTO

4.1 Costos de inversión para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Con el objeto de realizar el cálculo de costos del proyecto, se realiza una identificación de los recursos requeridos para las fases de inversión y operación. Los costos, se elaboran con precios de mercado de la gestión 2021. A continuación, se detallan los costos fijos para la adquisición de activos fijos y costos variables de capital de trabajo, para la implementación de la planta procesadora de leche de cabra.

4.2 Costos fijos para inversiones de capital fijo para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Son aquellos costos que permanecen constantes durante un periodo de tiempo determinado, sin importar el volumen de producción. Para el presente proyecto de implementación de planta piloto procesadora de leche de cabra, se toma en cuenta las inversiones de capital fijo requeridas para la adquisición de activos fijos considerando que están relacionados con el proceso de producción, tales como infraestructura, maquinaria, equipos instrumentos, mobiliarios y otros.

4.2.1 Costos de terreno e infraestructura para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

El costo del terreno para la implementación de la planta procesadora de leche de cabra, es estimada en base al valor comercial de terreno de acuerdo a lo establecido en la comunidad de Titihoyo, donde tiene un costo de 5 Bs/m² y tomando en cuenta la superficie estimada para la planta que es presentada en la tabla 3.10, en cuanto al costo de material de construcción, obra civil e instalación de servicios básicos para la infraestructura de la planta piloto procesadora de leche de cabra se estima en base a la consulta realizada a un experto en el área.

La tabla 4.1, muestra los costos de terreno, material de construcción, edificación, obra civil e instalación de servicios básicos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Tabla 4.1

Costo de terreno, material de construcción, edificación e instalación de servicios básicos para la planta piloto procesadora de leche de cabra

Detalle	Área	Costo (Bs/m²)	Costo total (Bs/m²)
Terreno	396	5	1.980,0
Material de construcción, edificación e instalación de servicios básicos	-	-	350.000,0
Total			351.980,0

Fuente: Elaboración propia

Se estima Bs. 351.880,00 para la inversión en terreno e infraestructura para la planta procesadora de leche de cabra en la comunidad de Titihoyo del municipio de Tupiza.

4.2.2 Costos de equipamiento para la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.2, muestra el detalle del costo unitario y total del equipamiento puestos en planta, contemplan su instalación y capacitación para el funcionamiento de acuerdo a lo establecido en la cotización. Se toma en cuenta la compra de la maquinaria de marcas conocidas en el mercado nacional e internacional para procesar la leche de cabra en queso fresco y queso madurado en la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Las especificaciones técnicas de los principales equipos y maquinaria seleccionada a ser implementado en la planta piloto procesadora de leche de cabra se encuentran detallados en el (Anexo C).

Tabla 4.2***Costo de maquinaria y equipos para la planta piloto procesadora de leche de cabra***

N°	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario Bs.	Costo total Bs.
1	1	Unidad	Tanque para almacenamiento de leche de 200 l	44.200,0	44.200,0
2	2	Pieza	Carros enchaquetados en acero inoxidable	1.400,0	2.800,0
3	1	Equipo	Pasteurizador de 200 l equipo completo	39.950,0	39.950,0
4	1	Equipo	Bomba para leche	6.020,0	6.020,0
5	1	Equipo	Termo-tanque a gas de 60 l	1.900,0	1.900,0
6	1	Pieza	Tina para cuajado de 100 l	7.950,0	7.950,0
7	1	Equipo	Prensa horizontal mecánica	15.950,0	15.950,0
8	1	Unidad	Envasadora al vacío	19.600,0	19.600,0
9	1	Equipo	Fechadora digital	23.600,0	23.600,0
10	1	Pieza	Cocina industrial pequeña de dos hornallas	270,0	270,0
11	2	Unidad	Frezzer Cónsul 420 l de dos puertas	4.300,0	8.600,0
12	1	Unidad	Refrigerador Cónsul mediano de dos puertas	2.900,0	2.900,0
Total					173.740,0

Fuente: Elaboración propia

Los costos de maquinaria y equipos a ser implementados en la planta piloto procesadora de leche de cabra, se toma en cuenta las cotizaciones y consultas realizadas tanto a proveedores nacionales e internacionales sobre este rubro tecnológico en plantas pilotos y/maquinaria, con años de experiencia al desarrollo y montaje son: (BIOTAL), (TERMODINÁMICA), (ADITEC), (TECNOPACK M2I), (ALIBABA), que dotan el equipamiento a diferentes instituciones nacionales e internacionales.

4.2.3 Costo de material complementario para la planta procesadora de leche de cabra

La tabla 4.3, muestra el detalle de los costos del material complementario de utensilios y otros para implementar la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Tabla 4.3***Costos de material complementario para la planta piloto procesadora de leche de cabra***

N°	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario Bs.	Costo total Bs.
1	2	Unidad	Colador de plástico	70,00	140,00
2	1	Unidad	Agitador de acero inoxidable	300,00	300,00
3	2	Unidad	Liras de corte	650,00	1.300,00
4	1	Unidad	Paleta de madera	70,00	70,00
5	2	Unidad	Tachos de plástico (50 l)	60,00	120,00
6	2	Unidad	Jarra de plástico graduada (1 l)	5,00	10,00
7	1	Unidad	Jarra de plástico graduada (2 l)	25,00	25,00
8	2	Unidad	Balde de plástico (10 l)	15,00	30,00
9	3	Unidad	Recipiente de plástico mediano	15,00	45,00
10	6	Unidad	Cucharas de acero inoxidable	20,00	120,00
11	4	Unidad	Cuchillos medianos de acero inoxidable	66,00	264,00
12	2	Metros	Telas de lienzo (doble)	25,00	50,00
13	1	Metros	Tela seda (colador)	18,00	18,00
14	2	Unidad	Tijera	17,00	34,00
15	25	Unidad	Moldes de 1/2 kg de acero inoxidable	400,00	10.000,00
16	4	Unidad	Moldes de 1 kg de acero inoxidable	550,00	2.200,00
17	2	Unidad	Ollas medianas de acero inoxidable	120,00	240,00
18	1,5	Metros	Nylon (2x1,5)	20,00	30,00
19	2	Unidad	Rociador de alcohol	10,00	20,00
20	2	Unidad	Tanques de plástico de 500 l	500,00	1.000,00
21	1	Unidad	Garrafón de 45 kg	1.808,00	1.808,00
22	3	Unidad	Garrafa de 10 kg	280,00	840,00
13	3	Unidad	Tachos de aluminio para leche (20 l)	797,89	2.393,67
24	1	Unidad	Carro transportador	1.400,00	1.400,00
25	4	Unidad	Canastillos de plástico	40,00	160,00
Total					22.617,67

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Costo de muebles y mobiliario para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.4, muestra el detalle de los costos de muebles y mobiliario para implementar la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Tabla 4.4

Costos de muebles y mobiliario para la planta piloto procesadora de leche de cabra

Nº	cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario Bs.	Costo total Bs
1	1	Unidad	Mesa metálicas móviles con ruedas 1x0,4x0,6 m	3.450,0	3.450,0
2	1	Unidad	Estante metálico de 1x0,5x1,70 m	250,0	250,0
3	1	Unidad	Mesa de madera mediana 1x1,5x2 m	200,0	200,0
4	3	Unidad	Gabetero de dos puertas	850,0	2.550,0
5	3	Unidad	Taburetes	180,0	540,0
Total					6.990,0

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Costos de equipos de laboratorio para la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.5, muestra el detalle de los costos de equipos de laboratorio para la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Tabla 4.5

Costos de equipos de laboratorio para la planta piloto procesadora de leche de cabra

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Precio unitario Bs.	Precio total (Bs)
1	Refractómetro de bolcillo (0-32)%	Unidad	1	3.550,0	3.550,0
2	Balanza analítica digital (0,001g)	Unidad	1	15.900,0	15.900,0
3	pH-metro digital de mesa	Unidad	1	10.200,0	10.200,0
Total					29.650,0

Fuente: Elaboración propia

Para determinar los costos de los equipos de laboratorio a ser implementados en la planta piloto procesadora de leche de cabra, se realiza la cotización en empresas importadoras de Bolivia, para lo cual se selecciona la empresa (LESO Industrial S.R.L), donde nos proporciona las especificaciones técnicas que se encuentran detalladas en el (Anexo C).

4.2.6 Costos de material de laboratorio para la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.6, muestra el detalle de los costos de material de laboratorio para la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Tabla 4.6

Costos de material de laboratorio para la planta piloto procesadora de leche de cabra

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Precio total (Bs)
1	Paleta de plástico con 4 cubetas de 7 cm de diámetro por 2 cm de alto	Pieza	1	50,0	50,0
2	Vaso de precipitado de plástico (250 ml)	Pieza	2	26,0	52,0
3	Vidrio reloj (100 mm)	Pieza	4	12,5	50,0
4	Piseta de plástico (500ml)	Pieza	2	34,0	68,0
5	Probeta de 100 ml	Pieza	1	43,5	43,5
6	Gotero de plástico (10ml)	Pieza	1	10,0	10,0
7	Termómetro -5 - 100 °C	Unidad	2	40,0	80,0
8	Jarra de plástico graduada (1000 ml)	Pieza	1	28,0	28,0
9	Barbijos	Caja	1	54,0	54,0
10	Cofia de tela	Unidad	3	20,0	60,0
Total					495,5

Fuente: Elaboración propia

4.2.7 Costo de material de seguridad para la planta piloto procesadora de leche de cabra

Con la finalidad de prevención y protección de los accidentes laborales que puedan presentarse en la planta piloto procesadora de leche de cabra, se prevé material de seguridad donde se muestra el detalle de costos en la tabla 4.7.

Tabla 4.7

Costos de material de seguridad para la planta piloto procesadora de leche de cabra

Nº	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario Bs.	Costo total Bs.
1	2	Unidad	Extintor de 6 kg (447x250x170) mm para tipo de fuego A-B-C con polvo químico.	250,0	500,0
2	2	Pares	Guantes de tela	15,0	30,0
3	3	Unidad	Mandil	90,0	270,0
4	3	Pares	Botas de goma	75,0	225,0
Total					1.025,0

Fuente: Elaboración propia

4.2.8 Costos de caja de herramientas para la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.8, muestra el detalle de los costos de caja de herramientas para la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Tabla 4.8

Costos de caja de herramientas para la planta piloto procesadora de leche de cabra

Nº	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario Bs.	Costo total Bs.
1	1	Unidad	Llave francesa mediana	50,0	50,0
2	1	Unidad	caja de herramientas	85,0	85,0
3	1	Unidad	estuche de llaves	128,0	128,0
4	1	Unidad	machete mediano	35,0	35,0
5	1	Unidad	Rastrillo con mango	45,0	45,0
6	1	Unidad	Azadón con mango	45,0	45,0
7	1	Unidad	Pala metálica	40,0	40,0
Total					428,0

Fuente: Elaboración propia

4.2.9 Costos de mobiliario y material de oficina para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.9, muestra el detalle de los costos de mobiliario y material de oficina que se requiere para el departamento de producción de la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Tabla 4.9

Costos de mobiliario y material de oficina para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Nº	cantidad	Unidad	Descripción	costo unitario Bs.	costo total Bs
1	1	Unidad	Escritorio	700,0	700,0
2	1	Unidad	Computadora	4.500,0	4.500,0
3	1	Unidad	Impresora	1.865,0	1.865,0
4	1	Unidad	Silla giratoria	670,0	670,0
5	3	Unidad	Sillas	285,0	855,0
6	1	Unidad	Material de escritorio	300,0	300,0
Total					8.890,0

Fuente: Elaboración propia

4.3 Costos de imprevistos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Con la finalidad de reducir el ascenso en los costos de los activos fijos, se ha previsto alcanzar un margen de cobertura que cubran las diferencias monetarias del proyecto alcanzando un 3% de los activos fijos (no se toma en cuenta los costos de terreno e infraestructura), para cubrir gastos no previstos que podrían presentarse durante la ejecución del proyecto, donde se detalla en la tabla 4.10.

Tabla 4.10

Costos de imprevistos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Nº	Cantidad	Descripción	Costo unitario Bs.	Costo total Bs.
1	1	Otros	7.712,3	7.712,3
Total				7.712,3

Fuente: Elaboración propia

4.4 Costos variables (operacionales) de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Son aquellos que se modifican de acuerdo con el volumen de producción, es decir, si no hay producción no hay costos variables y si se producen muchas unidades el costo variable es alto. Para el presente proyecto de implementación de planta piloto procesadora de leche de cabra, se toma en cuenta los costos variables (operacionales) para el capital de trabajo que se deben considerar en presupuesto ya que son necesarios para garantizar el proceso producción, tales como; materia prima e insumos, material de limpieza, requerimiento de servicios básicos (energía eléctrica, agua y gas), mano de obra, mantenimiento de equipos y otros.

4.4.1 Costo de materias primas e insumos para capital de operación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.11, muestra el detalle de los costos de materias primas e insumos para la prueba de vacío de la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Tabla 4.11

Costos de materias primas e insumos para capital de operación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Detalle	Unidades	Cantidad	Costo unitario (Bs/kg)	Costo total (Bs)
Leche de cabra	Litros	60	7,00	420,0
Cuajo en polvo	Sobres	5	3,50	17,5
Sal fina (NaCl) alimenticio	kg	5	2,00	10,0
Cultivo para queso R-704	Sobre	1	135,00	135,0
Cloruro de calcio	kg	1	20,00	20,0
CMT (California Mastitis Test)	Litro	1	160,00	160,0
Alcohol 96%	Litros	1	17,50	17,5
Agua destilada	Litros	5	10,00	50,0
Envase termo-contráctil	Unidad	50	1,00	50,0
Etiquetas	Unidad	50	0,65	32,5
Total				912,5

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.11, los costos para capital de operación son de Bs. 1.275,00 para garantizar el funcionamiento de la planta procesadora de leche de cabra. Los proveedores de los insumos se encuentran detallados en el (Anexo D).

4.4.2 Costo de material de limpieza para la planta procesadora de leche de cabra

La tabla 4.12, muestra el detalle de los costos de material de limpieza para la planta piloto procesadora de leche de cabra.

Tabla 4.12

Costos de material de limpieza para la planta piloto procesadora de leche de cabra

Nº	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario Bs.	Costo total Bs.
1	2	Unidad	Escobillón	20,0	40,0
2	2	Unidad	Cepillo	10,0	20,0
3	6	Unidad	Trapo de piso	4,0	24,0
4	1	Unidad	Goma de piso mediano	11,5	11,5
5	1	Unidad	Goma de piso grande	17,0	17,0
6	2	Unidad	Pala para recoger basura	15,0	30,0
7	3	Unidad	Basureros medianos de plástico	40,0	120,0
8	3	Litros	Detergente	19,0	57,0
9	2	kg	Jabón en polvo	15,0	30,0
10	5	Litros	lavandina	9,8	49,0
11	25	Metros	Manguera de goma 1/2"	3,0	75,0
12	4	Unidad	Secador	6,0	24,0
13	6	Unidad	Esponja	2,0	12,0
14	1	Paquete	Bolsas de polipropileno	8,0	8,0
15	0,25	kg	Hidróxido de sodio	100,0	25,0
Total					542,5

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Costos de requerimiento del consumo de energía eléctrica para la planta piloto procesadora de leche de cabra

La cantidad de energía requerida para la maquinaria para la implementación de la planta piloto para elaboración de queso, se detalla en la tabla 4.13. Para tal efecto, se tomó en cuenta la cantidad de leche de cabra a ser procesada en cada proceso, para un tiempo de 26 días hábiles de trabajo al mes y 7 meses al año. Sin contar gastos de iluminación de ambientes.

Tabla 4.13***Consumo de energía eléctrica para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra***

Línea de queso fresco y madurado	Potencia	Unidades	Tiempo	Consumo			Costo unitario
				(kW/día)	(kW/mes)	(kW/año)	
Equipos	(kW)	Nº	(h/día)	(kW/día)	(kW/mes)	(kW/año)	Bs/kW
Tanque de almacenamiento	0,75	1	24,00	18,00	72,00	504,00	0,63
Bomba para leche	0,55	1	0,18	0,10	2,57	18,02	
Bomba de agua	0,75	1	0,58	0,44	11,31	79,17	
Pasteurizador	0,37	1	0,67	0,25	6,45	45,12	
Envasadora al vacío	1,50	1	0,25	0,38	9,75	68,25	
Fechador digital	0,04	1	0,17	0,01	0,18	1,24	
Freezer	0,25	1	24,00	6,00	180,00	1260,00	
Refrigerador	0,11	1	24,00	2,52	75,60	529,20	
Total consumo				27,68	357,86	2504,99	
Total Bs				17,44	225,45	1.578,15	

Fuente: Elaboracion propia

La tabla 4.13 muestra el consumo de energía eléctrica para la elaboración de queso fresco o madurado, se toma la misma cantidad de consumo para los dos productos por que presentan tiempos similares en el funcionamiento de los equipos. Tomando en cuenta que el costo de energía a nivel industrial es de 0,63 Bs./kW (SEPSA, 2021).

Por lo tanto, se tiene un costo de: 1.578,15 Bs/año en consumo de energía eléctrica para la elaboración de queso fresco y madurado en la planta procesadora de leche de cabra.

4.4.4 Costos de requerimiento del consumo de gas licuado de petróleo para la planta piloto procesadora de leche de cabra

La cantidad de gas licuado de petróleo requerida para la implementación de la planta piloto para elaboración de queso fresco y madurado, se detallan a continuación. Para tal efecto, se tomó en cuenta la cantidad de leche de cabra a ser procesada para un tiempo de 26 días hábiles de trabajo al mes y 7 meses al año.

4.4.4.1 Costos de requerimiento del consumo de gas (GLP) para la elaboración de queso fresco en la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.14, muestra el consumo de gas licuado de petróleo para la elaboración de queso fresco de cabra, donde se toma en cuenta la cantidad de materia prima a procesar.

Tabla 4.14**Consumo de gas licuado de petróleo para la elaboración de queso fresco de cabra**

Línea de queso fresco	Consumo	Unidad	Tiempo	Consumo			Costo unitario	
				Equipos	(kg/h)	N°		(h/día)
Termo-tanque	1,91	1	1,50		2,86	48,60	340,22	2,5
Tanque de pasteurizador	1,91	1	0,67		1,28	21,71	151,97	
Cocina industrial	0,18	1	0,58		0,07	1,15	8,08	
Total consumo					4,20	71,47	500,26	
Total Bs					10,51	178,66	1.250,65	

Fuente: Elaboración propia

El costo de gas licuado de petróleo es de 2,25 Bs/kg (ANH, 2021), tomando en cuenta el precio del transporte hasta la planta es de 2,5 Bs/kg.

Por lo tanto, se tiene un costo de: 1.250,65 Bs/año en consumo de GLP para la elaboración de queso fresco en la planta procesadora de leche de cabra.

4.4.4.2 Costos de requerimiento del consumo de gas (GLP) para la elaboración de queso madurado en la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.15, muestra el consumo de gas licuado de petróleo para la elaboración de queso madurado de cabra, donde se toma en cuenta la cantidad de materia prima a procesar.

Tabla 4.15**Consumo de gas licuado de petróleo para la elaboración de queso madurado de cabra**

Línea de queso madurado	Consumo	Unidad	Tiempo	Consumo			Costo unitario	
				Equipos	(kg/h)	N°		(h/día)
Termo-tanque	1,91	1	2,00		3,81	34,31	240,16	2,5
Tanque de pasteurizador	1,91	1	0,67		1,28	11,49	80,45	
Cocina industrial	0,12	1	0,58		0,07	0,61	4,28	
Total consumo					5,16	46,41	324,88	
Total Bs					12,89	116,03	812,21	

Fuente: Elaboración propia

El costo de gas licuado de petróleo es de 2,25 Bs/kg (ANH, 2021), tomando en cuenta el precio del transporte hasta la planta es de 2,5 Bs/kg.

Por lo tanto, se tiene un costo de: 812,21 Bs/año en consumo de GLP para la elaboración de queso madurado en la planta procesadora de leche de cabra.

4.4.5 Costos de requerimiento del consumo de agua para la planta piloto procesadora de leche de cabra

La cantidad de agua requerida para la implementación de la planta piloto para elaboración de queso, se detalla en la tabla 4.16, para tal efecto, se tomó en cuenta la cantidad de leche de cabra a ser procesada para 24 días hábiles de trabajo al mes y 7 meses al año.

Tabla 4.16

Consumo de agua potable para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra

Línea de queso fresco y madurado	Consumo	Unidades	Tiempo	Volumen			Costo unitario
				(m ³ /h)	Nº	(h/día)	
Termo- tanque	0,06	1	3,00	0,18	4,68	32,76	36
Calentador del pasteurizador	0,06	1	1,00	0,06	1,56	10,92	
Pasteurizador	0,06	1	0,67	0,04	1,05	7,32	
Limpieza de equipos y materiales	0,20	1	2,00	0,40	10,40	72,80	
Limpieza de pisos	0,20	1	1,00	0,20	5,20	36,40	
Total				0,88	22,89	160,20	
Total Bs				0,19	4,50	36,00	

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el consumo de agua en la planta piloto para elaboración de queso fresco y madurado, se tomó en cuenta en función del equipamiento a ser utilizado. Se estima el mismo volumen de consumo de agua para los dos productos porque presentan tiempos similares en el funcionamiento de los equipos. Para el costo unitario se toma en cuenta que el costo de agua potable en la comunidad a ser implementada la planta es de: 36 Bs/año (Titihoyo, 2021).

4.4.6 Costos de requerimiento de personal (mano de obra directa) para la planta piloto procesadora de leche de cabra

Los costos de requerimiento del personal para mano de obra son calculados en base al tiempo determinado en los diagramas de layout de procesos de elaboración de queso fresco y madurado de cabra.

4.4.6.1 Base de cálculo por hora para los costos de requerimiento de personal para la planta piloto procesadora de leche de cabra

De acuerdo a la art. 46 de la Ley General del Trabajo establece: la jornada diaria de trabajo es de 8 h/día, 48 h/semana, 6 días/semana para hombres; y 6,67 h/día, 40 h/semana, 5 días/semana para mujeres. Considerando que un mes tiene 30 días y no se trabaja los 4 domingos del mes, se tiene 26 días trabajo por mes (LAS, 2020)

Tomando en cuenta, el salario mínimo nacional de Bolivia a través del “Decreto Supremo 4501” es de Bs 2.164, en base a lo cual se establece el salario para el encargado de producción de Bs 3.500 por mes, para el ayudante de proceso y personal de limpieza de acuerdo al salario mínimo de Bs 2.164. La tabla 4.17, muestra el detalle de la base de cálculo para el costo de requerimiento de personal por horas de trabajo.

Tabla 4.17

Base de cálculo para costo de requerimiento de personal por hora

Detalle	Número (personas)	Sueldos básicos mensual (Bs)	días de trabajo por día	Horas de trabajo por día	Sueldo por horas (Bs)
Jefe de producción	1	3.500,0	26	8	16,83
Ayudante y personal de limpieza	1	2.164,0	26	8	10,40

Fuente: Elaboración propia

En base al cálculo para costo de requerimiento de personal de la tabla 4.17, se determina el sueldo a pagar por horas de trabajo al personal de la planta procesadora de leche de cabra. Se establece pagar por horas de trabajo debido a que el proceso de elaboración de quesos no cumple las 8 horas de trabajo.

4.4.6.2 Costos de mano de obra para la elaboración de queso fresco y madurado en la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.18, muestra el detalle del costo de mano de obra para garantizar el funcionamiento de la planta piloto procesadora de leche de cabra, la labor en planta está considerada por 5 horas/día, 6 días/semana, 26 días/mes y 7 meses al año, de acuerdo al plan productivo de la planta piloto procesadora de leche de cabra, como se muestra detallado en el apartado 3.15.

Tabla 4.18

Mano de obra para la planta piloto para elaboración de queso fresco y madurado

Detalle	Número (personas)	Horas de trabajo por día	Sueldo por hora (Bs)	Sueldo mensual (Bs)	Sueldo anual (Bs)	Incluyendo beneficios sociales
Jefe de producción	1	5	16,83	2.187,5	15.312,5	17.500,0
Ayudante de producción	1	5	10,40	1.352,5	9.467,5	10.820,0
personal de limpieza	1	2	10,40	541,0	3.787,0	4.328,0
Total				4.081,0	28.567,0	32.648,0

Fuente: Elaboración propia

Para los costos de requerimiento de personal en mano de obra anual es de Bs. 32.648 anual incluyendo aguinaldo.

4.4.7 Costos de mantenimiento para la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.19, muestra el detalle de los costos de mantenimiento de los equipos más utilizados de la planta piloto de elaboración de queso, ya que es muy importante y necesario tomar en cuenta los costos de mantenimiento de los equipos principales, para garantizar su óptimo funcionamiento.

Tabla 4.19

Costos de mantenimiento de los equipos de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Detalle	Asistencia técnica/año	Costo (Bs/año)
Tanque para almacenamiento de leche	1	1.200,0
Pasteurizador	1	1.500,0
Envasadora al vacío	1	800,0
Termo-tanque	1	500,0
Freezer	1	1.000,0
Refrigerador	1	800,0
Fechadora digital	1	1.000,0
Total		6.800,0

Fuente: Elaboración propia

4.4.8 Costos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la leche de cabra queso fresco y madurado

Los costos para análisis fisicoquímicos, de materia prima y producto terminado, caracteriza el producto desde el punto de vista nutricional, presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, contaminantes metálicos, toxinas, antioxidantes, etc.) y las cantidades de estos compuestos que se encuentran, para legitimar que la materia prima y el producto que se elabora en la planta es de alta calidad nutricional (Mendez, 2020).

Los costos para análisis microbiológicos de la materia prima y producto terminado garantizan la inocuidad alimentaria. En todos los alimentos hay siempre una determinada carga microbiana, pero esta debe ser controlada y no debe sobrepasar ciertos límites, a partir de los cuales comienza a producir el deterioro del producto con la consecuente pérdida de su calidad y aptitud para el consumo. El análisis microbiológico se realiza entonces con vistas a identificar y cuantificar los microorganismos presentes en un producto, así como también constituye una herramienta en la determinación de la calidad higiénico-sanitaria de un proceso de elaboración y para legitimar que la materia prima y el producto que se elaborara en la planta garantice la inocuidad alimentaria (Mendez, 2020).

4.4.8.1 Costos de análisis fisicoquímico de la leche de cabra

La tabla 4.20, muestra el detalle de los costos de análisis fisicoquímicos de la leche de cabra, cotizados en el laboratorio CEANID (Centro de Análisis Investigación y desarrollo - UAJMS).

Tabla 4.20

Costos de análisis fisicoquímicos de la leche de cabra

Nº	Cantidad	Determinación analítica	Costo unitario Bs.	Costo total Bs.
1	1	Densidad relativa	40,0	40,0
2	1	Acidez titulable (ácido láctico)	50,0	50,0
3	1	pH (20°C)	15,0	15,0
4	1	Proteínas totales	100,0	100,0
5	1	Materia grasa	70,0	70,0
6	1	Hidratos de carbono	10,0	10,0
7	1	Cenizas	70,0	70,0
8	1	Cloruro de sodio	40,0	40,0
9	1	Sólidos solubles	15,0	15,0
10	1	Sólidos totales	40,0	40,0
11	1	Calcio	180,0	180,0
12	1	Magnesio total	180,0	180,0
Total				810,0

Fuente: Elaboración propia

4.4.8.2 Costos de análisis microbiológico de leche de cabra queso fresco y madurado

La tabla 4.21, muestra el detalle de los costos de análisis microbiológicos de la leche de cabra, queso fresco y queso madurado, cotizados en el laboratorio CEANID (Centro de Análisis Investigación y desarrollo - UAJMS).

Tabla 4.21

Costos de análisis microbiológicos de la leche de cabra queso fresco y madurado de cabra

Nº	Cantidad	Determinación analítica	Costo unitario Bs	Costo total Bs
1	3	Escherichia coli	100,0	300,0
2	3	Salmonella	130,0	390,0
Total				690,0

Fuente: Elaboración propia

4.4.8.3 Costos de análisis fisicoquímico del queso fresco y madurado de cabra

La tabla 4.22, muestra el detalle de los costos de análisis fisicoquímicos del queso fresco y madurado de cabra, cotizados en el laboratorio CEANID (Centro de Análisis Investigación y desarrollo - UAJMS).

Tabla 4.22

Costos de análisis fisicoquímicos del queso fresco y madurado de cabra

Nº	Cantidad	Determinación analítica	Costo unitario Bs.	Costo total Bs.
1	2	Humedad	40,0	80,0
2	2	Sólidos totales	40,0	80,0
3	2	Proteína total (Nx9,38)	100,0	200,0
4	2	Hidratos de carbono	10,0	20,0
5	2	Materia grasa	70,0	140,0
6	2	Rancidez	40,0	80,0
7	2	Cloruro de sodio	40,0	80,0
8	2	Valor energético	0,0	0,0
9	2	Cenizas	70,0	140,0
10	2	Calcio	180,0	360,0
11	2	Hierro	100,0	200,0
12	2	Magnesio total	180,0	360,0
Total				1.740,0

Fuente: Elaboración propia

4.5 Resumen de costos para inversión de activos fijos y capital de operación para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

La tabla 4.23, muestra el detalle del resumen de los costos de activos fijos y capital de operación para determinar las inversiones del proyecto que permiten promover los recursos necesarios para equipamiento y operación, para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra en la comunidad de Titihoyo del municipio de Tupiza.

Tabla 4.23**Resumen de costos de inversión para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra**

Nº	Detalle	Cantidad	Costo total (Bs)	Total (Bs)
Activos fijos				615.548,47
1	Terreno, material de construcción, edificación e instalación de servicios básicos	1	364.000,00	
2	Maquinaria y equipos	1	173.740,00	
3	Material complementario	1	22.617,67	
4	Muebles y mobiliario	1	6.990,00	
5	Caja de herramientas	1	428,00	
6	Equipos de laboratorio	1	29.650,00	
7	Material de laboratorio	1	495,50	
8	Material de seguridad	1	1.025,00	
9	Mobiliario y material de oficina	1	8.890,00	
10	Imprevistos	1	7.712,30	
Capital de operación				47.820,01
11	Materias primas e insumos	1	912,50	
12	Material de limpieza	1	542,50	
13	Consumo de energía eléctrica	1	1.578,15	
14	Consumo de gas para queso fresco	1	1.250,65	
15	Consumo de gas para queso madurado	1	812,21	
16	Consumo de agua potable	1	36,00	
17	Mano de obra	1	32.648,00	
18	Mantenimiento de los equipos	1	6.800,00	
19	Análisis microbiológicos de la leche de cabra queso fresco y madurado	1	690,00	
10	Análisis fisicoquímicos del queso fresco y madurado de cabra	1	1.740,00	
21	Análisis fisicoquímicos de la leche de cabra	1	810,00	
Total (Bs.)			663.368,48	663.368,48

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.23 de resumen de costos, se requiere una inversión para activos fijos de Bs. 615.548,47 y para capital de operación de Bs. 47.820,01 y una inversión

total de Bs. 663.368,48 para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra en la comunidad de Titihoyo del municipio de Tupiza.

4.6 Costos unitarios para elaboración de queso fresco de cabra

La tabla 4.24, muestra el detalle de los costos unitarios para elaboración de un molde de 500g de queso fresco, realizando cálculos en base de 60 l/día de leche de cabra a procesar.

Tabla 4.24

Costo unitario para queso fresco de cabra

Producto:	Queso fresco de cabra		Departamento: Potosí	
Unidad:	25 unidad/500g		Municipio: Tupiza	
Cantidad:	12,64 kg		Comunidad: Titihoyo	
Costo total			(Bs) 650,75	
Costos	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Precio total
Costos de producción				
Leche de cabra	60,00	l	7,000	420,00
Cloruro de calcio	6,00	g	0,020	0,12
Cuajo	0,18	g	16,910	2,99
Sal	490,00	g	0,003	1,47
Envase y etiqueta	25,00	Unidad	1,650	41,25
Jefe de producción	5,00	Horas	16,830	84,15
Ayudante de producción	5,00	Horas	10,400	52,00
personal de limpieza	2,00	Horas	10,400	20,80
Costos directos				601,87
Costos de producción				
Gas licuado de petróleo	4,20	kg	2,500	10,51
Energía eléctrica	27,68	kW	0,630	17,44
Agua potable	0,88	m ³	0,020	0,01
Costos indirectos				27,96
Costo unitario (Bs)				26,00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.24, el costo de producción para elaborar 25 unidades de moldes con 500g de queso fresco de cabra es de Bs. 650,75, donde cada molde de 500g tiene un costo unitario de Bs. 26,00.

4.7 Costos unitarios para elaborar queso madurado de cabra

La tabla 4.25, muestra el detalle de los costos unitarios para elaboración de un molde de 500g de queso madurado, realizando cálculos en base de 60 l/día de leche de cabra a procesar.

Tabla 4.25

Costo unitario para queso madurado de cabra

Producto:	Queso madurado de cabra 21 unidad/500g		Departamento:	Potosí
Unidad:	10,49 kg		Municipio:	Tupiza
Cantidad:			Comunidad:	Titihoyo
Costo total			(Bs) 662,70	
Costos	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Precio total
Costos de producción				
Leche de cabra	60,00	l	7,000	420,00
Cloruro de calcio	6,00	g	0,020	0,12
Cultivo	3,00	g	5,400	16,20
Cuajo	0,18	g	16,910	2,99
Sal	490,00	g	0,003	1,47
Envase y etiqueta	21,00	Unidad	1,650	34,65
Jefe de producción	5,00	Horas	16,830	84,15
Ayudante de producción	5,00	Horas	10,400	52,00
personal de limpieza	2,00	Horas	10,400	20,80
Costos directos				632,38
Costos de producción				
Gas licuado de petróleo	5,16	kg	2,50	12,90
Energía eléctrica	27,68	kW	0,630	17,44
Agua potable	0,88	m ³	0,020	0,01
Costos indirectos				30,35
Costo unitario (Bs)				31,50

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.25, el costo de producción para elaborar 21 unidades de moldes con 500g de queso madurado de cabra es de Bs. 662,70, donde cada molde de 500g tiene un costo unitario de Bs. 31,50.

4.8 Proveedores de maquinarias y equipos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra, se tendrá los siguientes proveedores a nivel internacional que son líderes en la fabricación de maquinaria en el rubro alimentario.

BIOTAL SRL. Santa Cruz- Bolivia. Equipamiento para elaboración de queso

ADITEC. Cochabamba- Bolivia. Envasadora al vacío

TECNOPACK M2I. Santa Cruz- Bolivia. Fechadora

ALIBABA. China. Bomba centrífuga para leche

4.9 Proveedores de equipos y material de laboratorio para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra

Para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra, se tendrá los siguientes proveedores a nivel internacional que son líderes en la fabricación de equipos de análisis de alimentos/química.

LESSO LTDA. La Paz- Bolivia. Equipos de laboratorio

DISTRIBUIDORA MONTELLANOS. Tarija- Bolivia. Material de laboratorio

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los diagramas de flujo de procesos de elaboración de queso fresco y madurado de cabra, definen la secuencia que debe seguir cada proceso y en función a esta secuencia se realiza el diagrama de recorrido para la distribución general del equipamiento en planta. En los layouts de cada proceso se determina los tiempos en cada operación para determinar los requerimientos de servicios básicos (energía eléctrica, gas, agua) de la maquinaria y mano de obra.
- Los resultados del balance de materia del queso fresco de cabra, partiendo de 60 litros/día de leche de cabra como materia prima, se obtiene una cantidad total de producto terminado de 12,639 kg, envasados en 25 envases de 500g, con un contenido de humedad de 47,88% y rendimiento de proceso de 21,07%.
- Los resultados del balance de materia del queso madurado de cabra, partiendo de 60 litros/día de leche de cabra como materia prima, se obtiene una cantidad total de producto terminado de 10,485 kg, envasados en 21 envases de 500g, con un contenido de humedad de 42,83% y rendimiento de proceso de 17,48%.
- Se establece que la planta piloto procesadora de leche de cabra tiene la capacidad de producción de acuerdo a la disposición de la leche de cabra 60 l/día para proceso de elaboración de queso fresco y el queso madurado. Sin embargo, el equipamiento tiene una capacidad de procesar 100 l/día, se selecciona esta capacidad de producción ya que es el más aproximado a lo requerido de acuerdo a la disponibilidad de materia prima porque en el mercado no se encuentra equipos de menor capacidad, debido a que son estándar.
- La selección de equipos y maquinarias, se realiza tomando en cuenta los factores de cantidad de materia prima, capacidad del equipo, operación, mantenimiento, procedencia, especificaciones técnicas, tales como las garantías técnicas, provisión de repuestos, tipo de material, peso, tamaño (metros, pulgadas y otros), consumo eléctrico, garantía de producto entre otros detalles que describieron mejor al ítem ofertado y el costo unitario del equipo.

- La distribución o layout de flujo de maquinaria y equipos se realiza tomando en cuenta el diagrama de flujo de proceso, se determina en forma de “L” y el tipo de producción en línea con una producción continua, con los datos de las especificaciones técnicas se determina el dimensionamiento de la planta, considerando el área del equipo, distancia de equipo a equipo para la circulación del personal y del equipo hacia la pared para las instalaciones de servicios básicos, comprende un total de 77 m² la sala de producción para el proceso de elaboración del queso fresco y madurado de cabra.
- Los costos de activos fijos toma en cuenta; terreno e infraestructura, maquinaria y equipos, material complementario, muebles y mobiliario, caja de herramientas, equipos de laboratorio, material de laboratorio, material de seguridad, mobiliario y material de oficina, imprevistos con un costo total de Bs 615.548,47.
- Los costos operacionales toman en cuenta; materia prima e insumos, material de limpieza, consumo de energía eléctrica, consumo de gas, consumo de agua potable, mano de obra, mantenimiento de los equipos, análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la leche, queso fresco y madurado de cabra con un costo total de Bs 47.820,01.
- Los costos de activos fijos y costos operacionales calculados para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra para el municipio de Tupiza comprenden una inversión total de Bs 663.368,48.
- El costo unitario del queso fresco y madurado de cabra, se calcula en base a los costos directos e indirectos de elaboración, tomando en cuenta el requerimiento de materia prima, insumos, mano de obra y requerimiento de electricidad, gas y agua. El costo unitario para producir un molde de queso fresco de cabra de 500g es de Bs. 26 y el costo unitario para producir un molde de queso madurado de cabra de 500g es de Bs. 31,50.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda darle utilidad al suero del queso de cabra, para la elaboración de requesón o destinarle como alimento para los animales ya que tiene alto contenido de proteína este sub producto y así podría generarse mayor utilidad para la planta.
- Se recomienda elaborar otros tipos de quesos a partir de otras materias primas como leche de vaca, o mezclas con la leche de cabra, así obtener más variedades de quesos, también con el fin de darle mayor utilidad a las maquinarias y equipos de la planta, ya que estas pueden ser operadas en doble turno, considerando que el proceso de elaboración de quesos lleva un tiempo aproximado de 5 horas.
- Se recomienda ampliar la diversidad de productos derivados de la leche de cabra como: requesón, yogurt, helados, dulce de leche, cremas y quesos descremados, etc., porque se necesita equipos similares para los procesos o con adición de un equipo que será complementario al equipamiento que ya se cuenta en la planta, también debido a que la leche de cabra es un alimento muy bueno desde el punto de vista nutricional, con menor contenido de lactosa se asemeja a la leche materna.
- Se recomienda realizar una concientización para generar mayor producción de leche de cabra en las comunidades de influencia al proyecto ya que la planta cuenta con una capacidad mayor a la materia prima ofertada por los productores de leche de cabra.