DESARROLLO DE DULCE DE LECHE DE CABRA Y DISEÑO DE LA PLANTA ELABORADORA

Trabajo Final de Ingeniería en Alimentos desarrollado mediante convenio con Granja La Piedra

Alumnas:

- Araya, Natalia.
- Jurado, Mailén.

Docentes:

- Fardín, José.
- Marchetti, Marión.
- Perez, Silvina.
- Perez Cenci, Marianina.
- Tomac, Alejandra.

Fecha de entrega: 15/10/2021

RINFI

REPOSITORIO INSTITUCIONAL

INTEMA | FACULTAD DE INGENIERÍA | UNMDP

RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios


Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

DESARROLLO DE DULCE DE LECHE DE CABRA Y DISEÑO DE LA PLANTA ELABORADORA

Trabajo Final de Ingeniería en Alimentos desarrollado mediante convenio con Granja La Piedra

Alumnas:

- Araya, Natalia.
- Jurado, Mailén.

Docentes:

- Fardín, José.
- Marchetti, Marión.
- Perez, Silvina.
- Perez Cenci, Marianina.
- Tomac, Alejandra.

Fecha de entrega: 15/10/2021

AGRADECIMIENTOS

Araya, Natalia:

Gracias a Dios y a mi familia, por haberme permitido formarme y seguir mis sueños, siempre participando de cada uno de los momentos de mi vida, dándome palabras de aliento y apoyándome en cada una de mis decisiones. Gracias a los profesores que durante todo momento me enseñaron y dedicaron su tiempo a formarme profesionalmente, para que la vida nos depare un futuro mejor. Finalmente, gracias a mis compañeros y amigos, quienes estuvieron durante estos años a mi lado apoyándome, motivándome e inspirándome para poder superarme cada día más.
Gracias a todos.

Jurado, Mailén:

Agradezco a todas y cada una de las personas que me acompañaron durante todos estos años de estudio, especialmente a mi familia, amigos y profesores que me formaron para que hoy esté cumpliendo uno de mis sueños. Infinitas gracias por el soporte y aliento, sin dudas, este logro es mérito de todos.

Nosotras:

Agradecemos a la Granja La Piedra por abrirnos las puertas de su empresa, mostrarnos las instalaciones y guiarnos en el proceso de elaboración del dulce.

Agradecemos al Ing. Sergio H. Massino de la Universidad Nacional de Luján por brindarnos una charla muy completa, contestando todas nuestras inquietudes sobre el proceso de elaboración de dulce de leche.

ÍNDICE 1

AGRADECIMIENTOS 1

RESUMEN 5

ABSTRACT 7

1. INTRODUCCIÓN 9

2. ESTUDIO DE MERCADO 11
2.1 DULCE DE LECHE DE CABRA 11
2.2 POBLACIÓN OBJETIVO 11
2.2.1 Segmentación del mercado 11
2.3 OFERTA 12
2.3.1. Dulce de leche de vaca 12
2.3.2. Leche de cabra 14
2.3.3. Análisis de productos competidores 23
2.4 DEMANDA 26
2.4.1. Dulce de leche de vaca 26
2.4.2. Dulce de leche de cabra 28
2.5. PRECIO 29
2.6. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 30
2.7. ANÁLISIS FODA 30

3. DESARROLLO DE PRODUCTO 32
3.1 CONCEPTO DE PRODUCTO 32
3.2 MATERIAS PRIMAS Y ADITIVOS 34
3.2.1 Leche de cabra 34
3.2.2 Azúcares 39
3.2.3 Coadyuvantes de elaboración 40
3.2.4 Esencia de vainilla 41
3.2.5 Sorbato de potasio 42
3.3 FENÓMENOS QUE OCURREN DURANTE LA ELABORACIÓN 42
3.3.1 Pardeamiento no enzimático 42
3.3.2 Caramelización 44
3.3.3 Cristalización 44
3.4 FORMULACIÓN 45
3.4.1 Formulación definitiva 51
3.5 ANÁLISIS SENSORIAL 51
3.6 ANÁLISIS TEÓRICO MICROBIOLÓGICO 61
3.7 ROTULADO 63
3.8 ENVASES 65

4. PROCESO DE ELABORACIÓN 69
4.1 DIAGRAMA DE FLUJO 69

4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN 70
4.2.1 Recepción 70
4.2.2 Higienización 71
4.2.3 Almacenamiento 71
4.2.4 Pasteurización 71
4.2.5 Neutralización 73
4.2.6 Mezclado 73
4.2.7 Concentración 74
4.2.8 Enfriamiento 75
4.2.9 Envasado primario 75
4.2.10 Detección de metales 76
4.2.11 Envasado secundario 76
4.2.12 Almacenamiento 76

5. BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA 78
5.1 BALANCES DE MATERIA 78
5.2 BALANCES DE ENERGÍA 85

6. DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS 89
6.1 DIAGRAMA TECNOLÓGICO 89
6.2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS 90
6.2.1. Tanque de almacenamiento 90
6.2.2 Intercambiador de calor de placas 97
6.2.3 Tanque mezclador 101
6.2.4 Paila dulcera 104
6.2.5 Tanque enfriador 106
6.2.6 Dosificadora 107
6.2.7 Roscadora 108
6.2.8 Etiquetadora 109
6.2.9 Detector de metales 110
6.2.10 Equipos auxiliares 111
6.2.11 Equipos y elementos secundarios 115

7. DIAGRAMA DE GANTT 120

8. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA 123
8.1 Tabla relacional de actividades 130
8.2 Diseño del almacén de producto terminado 132
8.3 Layout 134

9. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA INOCUIDAD (BPM, POES Y HACCP) 138
9.1 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) 138
9.2 MANEJO INTEGRAL DE PLAGAS (MIP) 146
9.3 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS DE SANEAMIENTO (POES) 148

9.4 ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP) 155

10. IMPACTO AMBIENTAL 170

10.1 NORMATIVA VIGENTE 171

10.2 PRINCIPALES ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES ASOCIADOS AL PROCESO PRODUCTIVO 172

10.3 TRATAMIENTO PRIMARIO DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS 175

11. ANÁLISIS ECONÓMICO 180

11.1 INVERSIÓN 180

11.1.1. Inversión fija total (IFT) 180

11.1.2. Inversión en capital de trabajo (IW) 185

11.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN 185

11.2.1 Costos variables (CV) 186

11.2.2 Costos fijos (CF) 195

11.3 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO 202

11.4. ESTUDIO DE RENTABILIDAD 204

11.4.1 Cuadro de fuentes y usos de fondos 205

11.4.2 Métodos de evaluación de la rentabilidad 206

11.4.3 Análisis de sensibilidad 208

11.5. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA 212

12. CONCLUSIONES 214

ANEXO I: ENCUESTA Y CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA 215

ANEXO II: PLANILLAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL 224

ANEXO III: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES 231

ANEXO IV: ECUACIONES DE CHOI Y OKOS (1986) 233

ANEXO V: DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE PLACAS 234

ANEXO VI: DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE TUBOS Y CORAZA 241

ANEXO VII: AMPLIACIONES DEL LAYOUT 245

ANEXO VIII. PLANILLAS DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) 247

ANEXO IX: PLANILLAS DE MANEJO INTEGRAL DE PLAGAS 249

ANEXO X: PLANILLAS DEL MONITOREO Y ACCIONES CORRECTIVAS POES 250

ANEXO XI: PLANILLAS DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL 252

ANEXO XII: PORTADAS DE LOS MANUALES 255

ANEXO XIII: ESTIMACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE AGUA 256

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 257

RESUMEN

En convenio con Granja La Piedra, se propone desarrollar un dulce de leche de cabra tipo familiar que cumpla con las especificaciones del Código Alimentario Argentino (CAA) y las exigencias de los consumidores y de la empresa. También se desea diseñar una planta elaboradora del producto y determinar si el proyecto de inversión es rentable.

Granja La Piedra se localiza en Batán (partido de General Pueyrredón) y se dedica principalmente a la elaboración de quesos de pasta blanda, semidura y dura. Actualmente, esta empresa se propone elaborar dulce de leche de cabra a partir de la materia prima que obtiene de su propio tambo caprino. La leche de cabra, en comparación con la de vaca, posee un 63% más de calcio, el doble de vitamina A y un 25% más de vitamina B6. Además, contiene mayor cantidad de ácidos grasos de cadena media y sus glóbulos de grasa son de menor tamaño, lo cual provoca que la leche de cabra sea más digerible para el organismo que la leche de vaca.

Para cumplir los objetivos propuestos, primero se realizó un estudio de mercado donde se segmentó el mercado, se analizó la oferta y demanda actual y se definió la capacidad de producción de la planta. Luego, se abordó el desarrollo del producto y se estableció la formulación con la cual se basó el resto del trabajo. Se procedió con el estudio del proceso de elaboración y el diseño y/o selección de los equipos necesarios. Se agregó un análisis de la distribución en planta, la duración del proceso de elaboración y la forma en la que éste impacta al medioambiente. A su vez, se contempló el diseño de los siguientes sistemas para garantizar la inocuidad del producto: las buenas prácticas de manufactura (BPM), los procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES) y los análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP). Posteriormente, se estimó la inversión total, los costos totales de producción y se realizó un estudio de rentabilidad. Para esto último se estimó la tasa de rentabilidad mínima aceptable (TIR) y el tiempo de repago y se llevó a cabo un análisis de sensibilidad frente a distintas variables.

Del análisis de mercado se definió que el producto se destina al público en general, sin limitación por edad, género ni poder adquisitivo. Se planteó que el mercado objetivo se segmenta de forma geográfica en 2: Partido de General Pueyrredón y Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). De este estudio también se planteó una capacidad de producción de la planta de 1500 kg/día de dulce de

leche de cabra con el fin de satisfacer parte de la demanda insatisfecha. Por otro lado, se propuso envasar el producto en frascos de vidrio y en potes de cartón. Con la planta elaboradora diseñada (que cuenta con 5 operarios) se requieren 11,8 h en promedio para cumplir con la producción diaria. Finalmente, se determinó que la inversión total es de 1.289.628 $USD y los costos totales de producción equivalen a 649.404 $USD/año. Se obtuvo una TIR de 25,97% y un tiempo de repago de 2,11 años. Debido a que la TIR resultó menor que la tasa de rentabilidad mínima aceptable (TRMA) de 15% y el tiempo de repago menor a la mitad de la vida útil del proyecto (10 años) se concluye que el proyecto de inversión es rentable. Por lo tanto, la idea de instalar una planta elaboradora de dulce de leche de cabra de 1500 kg/d de capacidad es aceptada.

Por último, se puede decir que se pudieron cumplir con los objetivos propuestos, ya que se abarcó el desarrollo de un dulce de leche de cabra, se diseñó la planta elaboradora y se estimó su rentabilidad.

ABSTRACT

In agreement with Granja La Piedra, it is proposed to develop a family-type goat's milk jam that meets the specifications of the Argentine Food Code (CAA, in Spanish) and the requirements of consumers and the company. It is also desired to design a processing plant for the product and determine whether the investment project is profitable.

Granja La Piedra is located in Batán (General Pueyrredón district) and is mainly engaged in the production of soft, semi-hard and hard cheeses. Currently, this company intends to produce goat's milk jam from the raw material obtained from its own goat dairy. Compared to cow's milk, goat's milk has 63% more calcium, twice as much vitamin A and 25% more vitamin B6. It also contains more medium-chain fatty acids and its fat globules are smaller in size, which makes goat's milk more digestible for the body than cow's milk.

To achieve the proposed objectives, first a market study was conducted to segment the market, analyze the current offer and demand, and define the plant's production capacity. Then, the development of the product and the formulation on

which the rest of the work was based was established. This was followed by a study of the manufacturing process and the design and/or selection of the necessary equipment. An analysis of the plant layout, the duration of the manufacturing process and the way in which it impacts the environment was added. The design of the following systems to ensure product safety was also considered: good manufacturing practices (GMP), sanitation standard operating procedures (SSOP) and hazard analysis and critical control points (HACCP). Subsequently, the total investment, total production costs and a profitability study were estimated. For the latter, the minimum acceptable rate of return (MRO) and payback time were estimated and a sensitivity analysis was carried out for different variables.

From the market analysis it was defined that the product is intended for the general public, without limitation by age, gender or purchasing power. The target market is geographically segmented into 2: Partido de General Pueyrredón and Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). This study also proposed a production capacity of the plant of 1,500 kg/day of goat milk jam in order to satisfy part of the unsatisfied demand. On the other hand, it was proposed to package the product in glass jars and cardboard pots. With the processing plant designed (with 5 operators), an average of 11.8 hours is required to satisfy the daily production. Finally, it was determined that the total investment is US$ 1,289,628 and the total production costs are equivalent to US$ 649,404/year. An IRR of 25.97% was obtained and a payback time of 2.11 years. Since the IRR was less than the minimum acceptable rate of return (MATR) of 15% and the payback time is less than half of the useful life of the project (10 years), it is concluded that the investment project is profitable. Therefore, the idea of installing a goat milk jam processing plant with a capacity of 1500 kg/d is accepted.

Finally, it can be said that the proposed objectives were met, since the development of a goat milk jam was covered, the processing plant was designed and its profitability was estimated.

1. INTRODUCCIÓN

El artículo 554 del capítulo VIII Código Alimentario Argentino (2015) define la leche de cabra como el producto obtenido por el ordeño total e ininterrumpido en condiciones de higiene, de las cabras en buen estado de salud y alimentación, sin aditivos de ninguna especie. A diferencia de la leche de vaca, posee mayor cantidad de ácidos mono y poliinsaturados, calcio, vitamina A y vitaminas del complejo B. Además, debido al perfil lipídico que posee, es más digestiva en comparación con la leche de vaca (Haenlein, 2004). La leche de cabra representa alrededor del 2% de la producción mundial de leche con India como el principal productor (FAO, 2016; FAOSTAT, 2018). En Argentina, la mayoría de los establecimientos productivos de leche de cabra corresponden con unidades productivas familiares y emprendimientos semiintensivos (Martinez & Suárez, 2018). A su vez, la mayor parte se destina a consumo familiar y a localidades cercanas.

La legislación argentina, define al dulce de leche en el Art. 592 del capítulo VIII del CAA (2015) como: *"producto obtenido por concentración y acción del calor a presión normal o reducida de la leche o leche reconstituida, con o sin adición de sólidos de origen lácteo y/o crema, y adicionado de sacarosa (parcialmente sustituida o no por monosacáridos y/u otros disacáridos), con o sin adición de otras sustancias alimenticias."* Este producto es considerado como un alimento típico de Argentina, un patrimonio gastronómico y cultural, y en el exterior es reconocido y relacionado con el país (SAGyP, 2020). Es un alimento que, en Argentina, no pasa de moda, se consume durante todo el año y no tiene un mercado delimitado por la edad; tanto los niños como los adolescentes y los adultos lo consumen. Su materia prima es de fácil acceso ya que no depende de proveedores extranjeros y es económicamente accesible a toda la población (SAGyP, 2020). Según el Ministerio de Agroindustria (2020), el consumo per cápita de dulce de leche en Argentina es de alrededor de 3 kg/(hab.año).

Por otro lado, los consumidores son quienes marcan la tendencia del mercado y son los productores los que deben adaptarse a estos cambios. Se prefieren alimentos elaborados por métodos artesanales y naturales debido a la relación que éstos poseen con la "autenticidad". A su vez, hay un particular impulso a adquirir alimentos producidos localmente y los consumidores están cada vez más

informados y preocupados sobre el impacto ambiental que ejercen los envases de los productos. Es por ello que prestan atención si el envase es reciclable o retornable o si es ecológicamente más “amigable”, esto genera confianza en los consumidores respecto de la conciencia social de los productores sobre la ecología (El economista, 2019).

Granja La Piedra es un establecimiento agroturístico y familiar que posee un tambo donde se ordeñan cabras y vacas en una superficie de 25 hectáreas, una huerta orgánica de verduras y aromáticas, una quesería y un restaurante. Se fundó en 1986 y cuenta actualmente con el auspicio de la Municipalidad de General Pueyrredón y está declarada de interés turístico y educativo por organismos Municipales, Provinciales y Nacionales (Granja La Piedra, 2020). Se encuentra en la Estación Chapadmalal (Batán), a 15 km de la ciudad de Mar del Plata (Figura 1.a).



Figura 1.a. Vista satelital de la granja.

Granja La Piedra se propone elaborar dulce de leche de cabra a partir de la materia prima que obtiene de sus propias cabras. En convenio con esta empresa, se propone desarrollar un dulce de leche de cabra tipo familiar que cumpla con las especificaciones del Código Alimentario Argentino (CAA) y las exigencias de los consumidores y de la empresa. Comercializar este producto resulta en una excelente oportunidad para fomentar el consumo de leche de cabra y aprovechar sus propiedades nutricionales al utilizarlo en la elaboración de un producto que es ícono en la cultura argentina. Otro de los objetivos que se busca en este trabajo es diseñar una planta elaboradora del producto y analizar la rentabilidad del proyecto de inversión.

2. ESTUDIO DE MERCADO

Una de las primeras etapas que se lleva a cabo cuando se quiere introducir un producto o servicio en el mercado es el *Estudio de mercado*. Éste consiste en analizar y estudiar la viabilidad de un proyecto a través de la búsqueda exhaustiva de información. Según Nuño (2017), el estudio de mercado es un conjunto de acciones que se ejecutan con el fin de conocer la respuesta de mercado (público objetivo, proveedores y competencia) ante un nuevo producto o servicio.

En este capítulo se analiza el producto, el segmento de la población, la oferta, la demanda y el precio de venta para estimar la demanda potencial de dulce de leche de cabra. En base a esta información, también se define la capacidad de producción de la planta a diseñar y se realiza un análisis FODA.

2.1 DULCE DE LECHE DE CABRA

El dulce de leche de cabra es un dulce que se obtiene a partir de la concentración de una mezcla de leche de cabra y azúcares a temperatura elevada. La forma de consumo es diversa, desde su uso como salsa o como producto untable hasta su uso en la elaboración de productos más elaborados como alfajores, postres y caramelos (Figura 2.1.a):



Figura 2.1.a. Algunas de las formas de consumo de dulce de leche de cabra.

2.2 POBLACIÓN OBJETIVO

2.2.1 Segmentación del mercado

El producto a desarrollar está destinado al público en general, sin limitación por edad, ni género ni poder adquisitivo. Se segmenta el mercado de forma geográfica en dos zonas: General Pueyrredón y Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Se realiza de esta forma debido a la cercanía de la planta elaboradora y,

como se verá en la Sección 2.3.2, CABA es el mercado principal de productos lácteos caprinos. Gracias a esta segmentación se divide el mercado en grupos más pequeños de consumidores que podrían requerir estrategias de marketing específicas.

2.3 OFERTA

Se entiende por oferta a la cantidad de bienes que un cierto número de oferentes está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado (Carrizo, 2020). Puesto que el dulce de vaca es el principal competidor indirecto del dulce de leche de cabra, se decide analizar primero su oferta.

2.3.1. Dulce de leche de vaca

En la Figura 2.3.a se muestra la evolución de la producción nacional de dulce de leche de vaca.

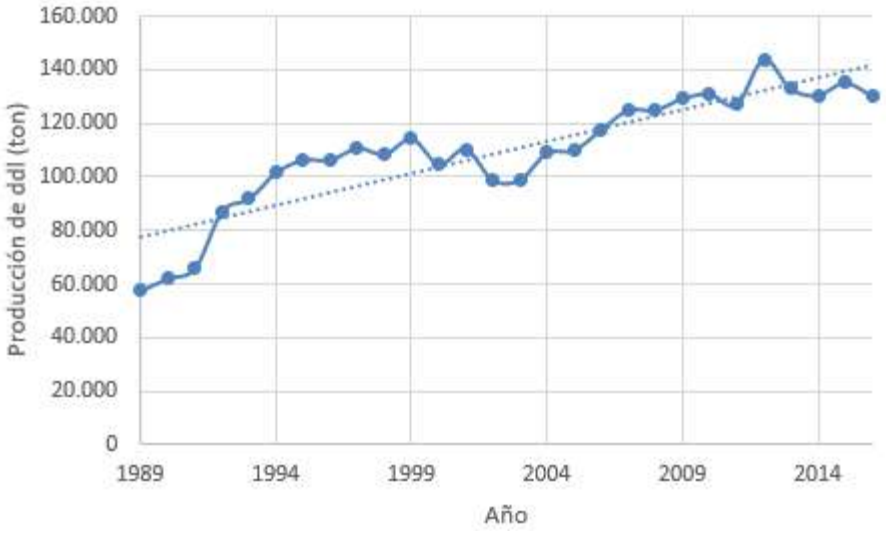


Figura 2.3.a. Producción nacional de dulce de leche (ddl) en función del año, en el período 1989-2016 (Subsecretaría de Lechería- Ministerio de Agroindustria, 2020).

Se observa una tendencia creciente desde 1992 hasta 2016 con un máximo de producción correspondiente al año 2012 con más de 143.000 toneladas de dulce de leche.

Por otro lado, según el Ministerio de Asuntos Agrarios (2010), existen alrededor de 60 establecimientos que producen dulce de leche dentro de la provincia de Buenos Aires. En la Tabla 2.3.I, se detalla la cantidad de plantas que

existen en función de la cantidad de leche que procesan por día. Se entiende por “plantas con mono producto” a aquellas que se dedican exclusivamente a la elaboración de un producto, en este caso, dulce de leche.

Tabla 2.3.I Cantidad de plantas totales y con mono producto según la cantidad de leche que se procesa por día (Ministerio de Asuntos Agrarios, 2010).

Litros de leche procesados por día	Hasta 5.000	Hasta 10.000	Hasta 50.000	Hasta 100.000
Total plantas	36	7	17	2
Plantas con mono productos	10	0	1	0

Se observa que la mayor cantidad de plantas que elaboran exclusivamente dulce de leche corresponden a pymes (procesamiento de hasta 5.000 L/día). Del total de plantas, el 58% procesan hasta 5000 L de leche por día y el 27,4% hasta 50.000 L.

Por último, en las Figuras 2.3.b y 2.3.c se muestra la evolución de las exportaciones e importaciones respectivamente.

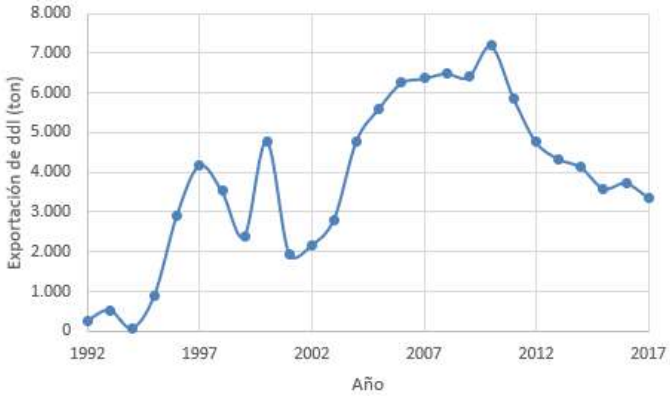


Figura 2.3.b. Exportaciones de dulce de leche entre los años 1992 y 2017 (INDEC, 2020).

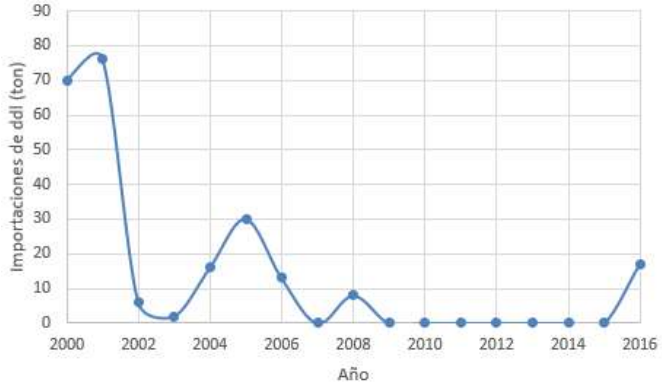


Figura 2.3.c. Importaciones de dulce de leche entre los años 2000 y 2016 (INDEC, 2020).

Se observa que las exportaciones representan un pequeño porcentaje de la producción nacional. De lo producido en 2016, se exportaron 3.724 toneladas, con lo cual, 126.685 toneladas de dulce de leche se destinaron al consumo interno (representando el 97,1%). En cuanto a las importaciones, éstas representan menos de 1%, de hecho se destaca en la Figura 2.3.b que no hubo importaciones de dulce de leche entre 2010 y 2015. Si bien la cantidad de dulce de leche destinada a exportación es baja (respecto de la producción total) es considerablemente mayor cuando se la compara a la cantidad que se importa.

En 1978, la empresa Argentina “San Ignacio” comenzó a exportar sus productos a Alemania, convirtiéndose en una de las primeras empresas en lograr la certificación para exportar a la Unión Europea. Actualmente exporta a más de 22 países y es uno de los principales exportadores de la Argentina y del mundo. Algunos países donde exportan son: Estados Unidos, Canadá, España, Países Bajos, Alemania, Austria, Suiza, Inglaterra, Italia, Rusia, Nueva Zelanda, Dubai, Filipinas, Israel, Siria, Sudáfrica, México, Brasil, Chile, Paraguay, Perú y Uruguay, Bolivia.

Es interesante resaltar que la denominación del producto cambia según el país en cuestión. Por ejemplo, en México lo llaman “cajeta**”**, en Argentina, Uruguay, Bolivia, Paraguay, Puerto Rico, República Dominicana, Ecuador y algunas partes de Colombia y Venezuela lo llaman “dulce de leche”. A su vez, recibe el nombre de “arequipe**”** en otras partes de Colombia, Venezuela y Guatemala. También se lo conoce como “manjar” en Chile y “manjar blanco” en Perú y en la ciudad colombiana de Cali. Finalmente, se lo llama “fanguito” en Cuba (Llorente, 2016).

2.3.2. Leche de cabra

Debido a que la leche de cabra es la materia prima de mayor relevancia del proceso de elaboración de dulce de leche de cabra, se considera conveniente analizar la cantidad de productores, localización y capacidades instaladas de los productores de productos caprinos.

- *Población caprina en el mundo y en Argentina*

En la Figura 2.3.d se muestra la evolución de la cantidad de cabras a nivel mundial:

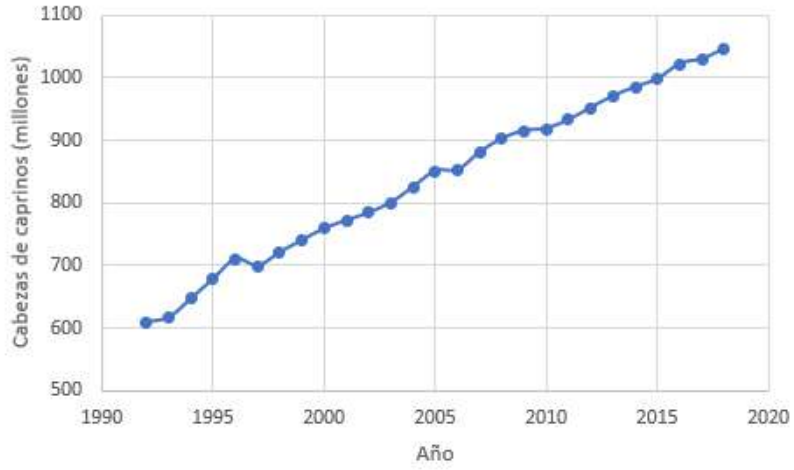


Figura 2.3.d. Evolución de la cantidad de cabezas de caprinos en el mundo (FAOSTAT, 2018).

Se observa un crecimiento de tendencia lineal entre 1992 y 2018 con una tasa de crecimiento anual de 2,76%. La cantidad de cabezas de caprinos en el mundo en 2018 era 1046 millones.

Del total de caprinos en el mundo, éstas se concentran en unos pocos países. China e India cuentan con más del 25% de la población mundial mientras que Argentina ocupa el puesto 34° del ranking con el 0,4% (FAOSTAT, 2018).

A su vez, dentro de Argentina, los caprinos se concentran en unas pocas provincias. En la Figura 2.3.e se visualiza que la población caprina se centra principalmente en Neuquén (19,16%), Mendoza (18,41%), Santiago del Estero (13,93%) y Chaco (12,41%). En 2018, la provincia de Buenos Aires contaba con el 1,34% de la población caprina correspondiente a ese año, lo que equivale a 56.061 cabezas.

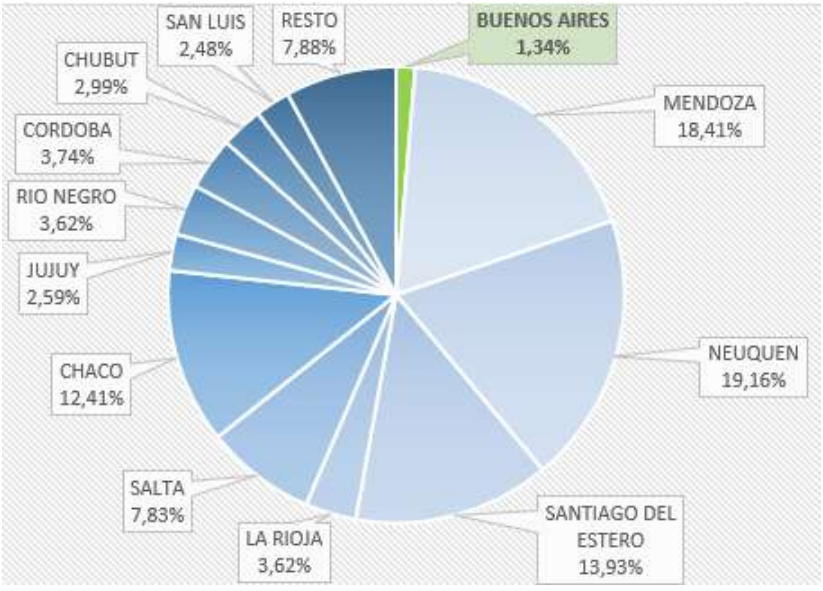


Figura 2.4.e. Distribución caprina en la República Argentina (SIGSA-SENASA, 2015).

Por otro lado, se categorizó cada Partido/Departamento en función de la cantidad de cabras que se encontraba en el territorio. De esta manera, se clasificó en distritos con hasta 100 cabras, entre 101 y 500, entre 501 y 1000 y más de 1000 cabras. En la Figura 2.3.f se muestra la provincia de Buenos Aires y la categorización por color. Se destaca una concentración del stock caprino de Buenos Aires al norte de la provincia, por las localidades de Luján y Suipacha. Esteban Echeverría, Moreno y Tigre comprenden el 34,6% de la población caprina, mientras que General Pueyrredón representa 0,86% (SIGSA-SENASA, 2015).

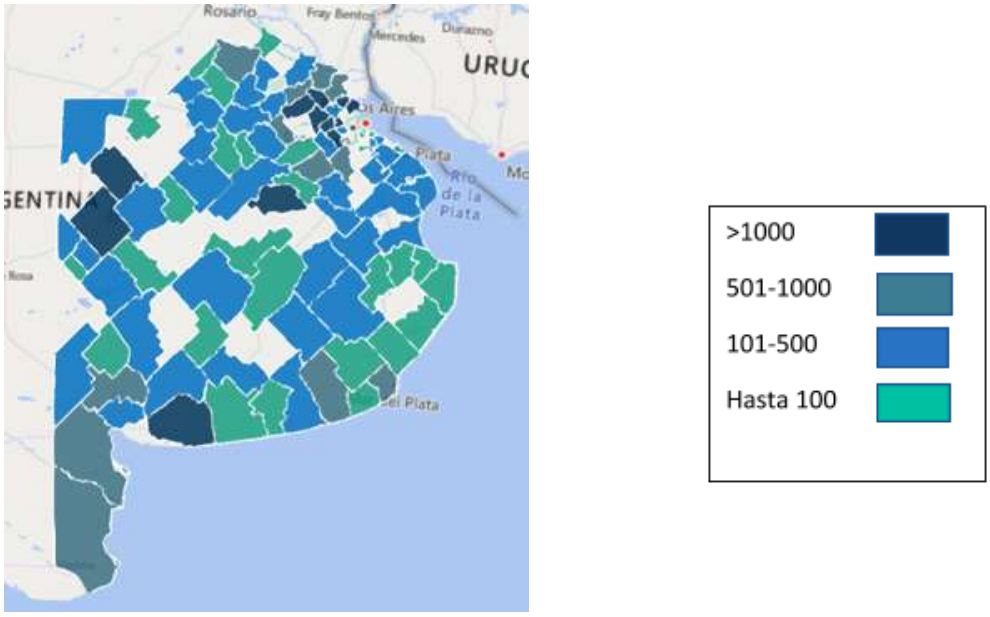


Figura 2.3.f. Categorización de los Partidos/Departamentos de la provincia de Buenos Aires según cantidad de cabras (SIGSA-SENASA, 2015).

En cuanto a las cabras que se encuentran en el Partido de General Pueyrredón, en la Figura 2.3.g se puede observar la variación de cabezas de caprinos en los últimos años. Los porcentajes que aparecen corresponden a la proporción respecto del total de cabras de Buenos Aires propio de cada año.

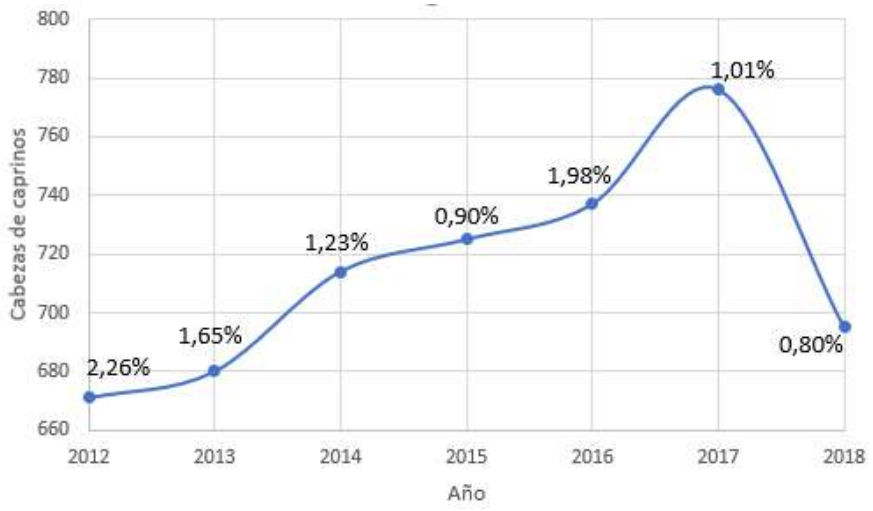


Figura 2.3.g. Evolución de la cantidad de cabezas de caprinos de General Pueyrredón (SIGSA-SENASA, 2015).

Se observa que entre 2012 y 2017 la cantidad de cabras aumentó de 671 a 776 aunque las proporciones disminuyeron debido al aumento de la población caprina en Buenos Aires. Luego, en 2018, el número de cabezas de caprinos disminuyó a 695.

- *Estratificación caprina en Argentina y en Buenos Aires*

En la Figura 2.3.h se muestra la distribución de los establecimientos productivos (carne, leche y fibra) en Argentina:

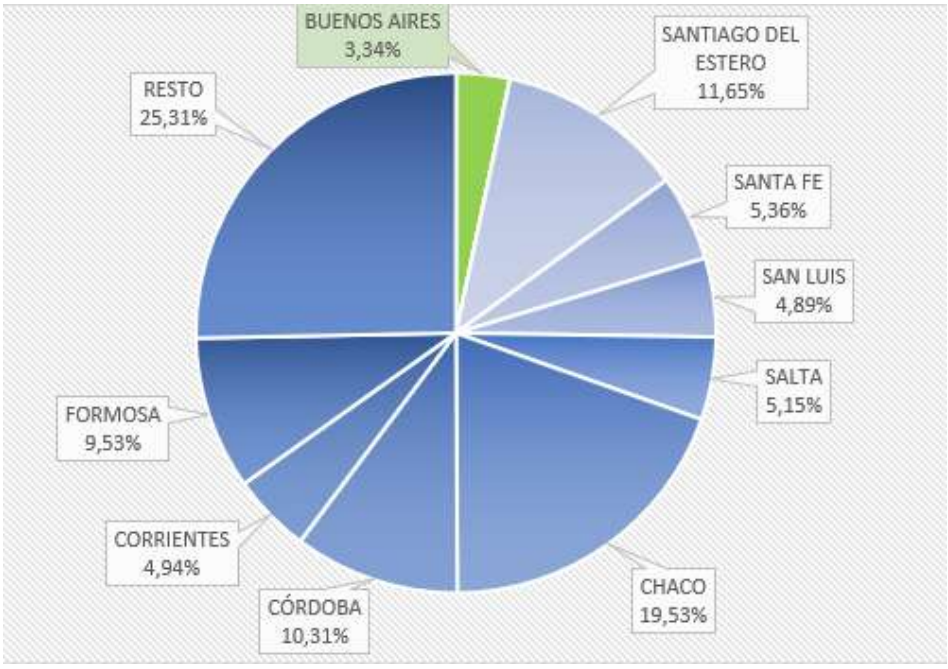


Figura 2.3.h Distribución territorial de los establecimientos productivos (SIGSA-SENASA, 2015).

Se observa que la mayor cantidad de unidades productivas (UP) se encuentran en Chaco (19,53%), seguido de Santiago del Estero (11,65%) y Formosa (9,53%). Del total de UP en Argentina, el 3,34% se encuentra dentro de la provincia de Buenos Aires (donde 4 se ubican en Capital Federal).

En la Figura 2.3.i se clasifican los establecimientos caprinos que hay en la provincia de Buenos Aires según la cantidad de cabras con las que trabajan. Los porcentajes indican la cantidad de UP respecto del total:

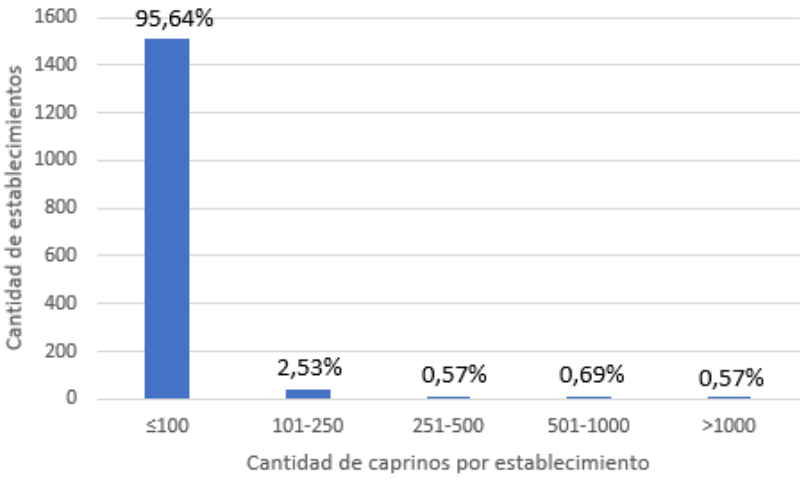


Figura 2.3.i Estratificación caprina en Buenos Aires (SIGSA-SENASA, 2015).

Puede observarse que el 95% de los establecimientos que se encuentran dentro de Buenos Aires son de pequeña escala ya que cuentan con hasta 100 cabras.

- *Producción de leche de cabra*

En la Figura 2.3.j se compara la cantidad de leche de diferentes animales que se produce a nivel mundial:

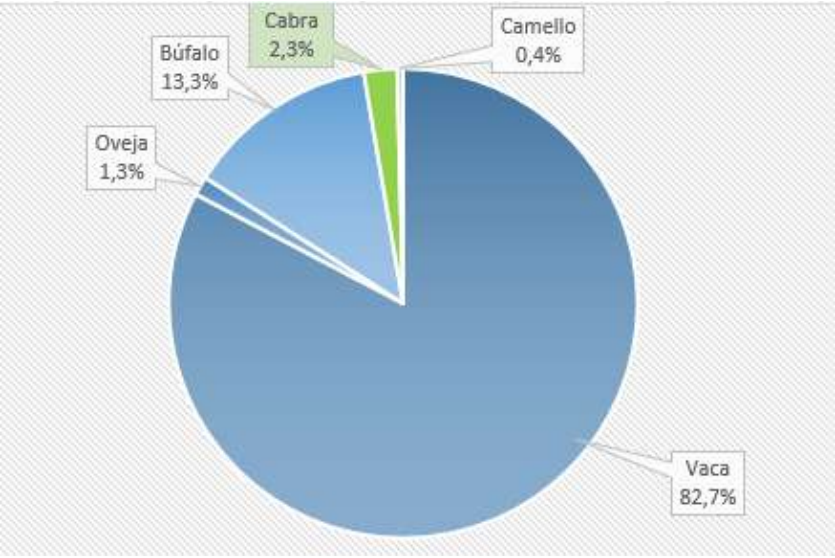


Figura 2.3.j. Producción mundial de leche por animal (FAO, 2016).

La mayor parte corresponde a la producción de leche de vaca con más del 80% de la producción mundial de leche. En cuanto a la leche de cabra, ésta sólo representa poco más del 2%.

En 2018, se produjeron más de 18.000.000 toneladas de leche de cabra, 30% de los cuales se produjeron en India, dentro de Europa se destacan Francia, España y Grecia. (FAOSTAT, 2018).

A nivel nacional, si se tiene en cuenta tanto las unidades productivas familiares (UPF) como los emprendimientos semi intensivos, se estima una producción total de leche de cabra de 13,5 millones de litros (Tabla 2.3.II).

Tabla 2.3.II Estimación de la producción total, de las UPF y de los emprendimientos semi intensivos (Martínez & Suárez, 2018).

Sistemas Productivos	N° total de caprinos	% UPF que ordeñan	N° de caprinos según % que ordeñan	% de caprinos en ordeñe	N° de caprinos en ordeñe	Litros por cabra	Días de ordeñe	Total L de leche/año
Valles y quebradas del NOA	239.805	65	155.873	50	77.937	0,5	120	4.676.198
Región Chaqueña y noroeste Córdoba	1.776.676	30	533.003	35	186.551	0,5	90	8.394.794
Región cuyana norte	412.183	3	12.365	20	2.473	0,5	70	86.558
Emprendimientos semi intensivos	2.800	100	2.800	65	1.820	1,1	200	400.400
Total	2.431.464		703.062		268.781			**13.557.950**

Se observa que la producción de leche de cabra es más importante en el noroeste argentino y en la región chaqueña y noroeste de Córdoba. Sin embargo, la mayor parte de lo que se produce en las UPF se destina principalmente al consumo familiar y el excedente se comercializa en localidades cercanas (Martínez & Suárez, 2018).

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2007), en 2007 existían alrededor de 200 productores de leche de cabra y, del total de cabras que había en Argentina en ese entonces, solamente 10.000 se destinaban a la producción de leche. Sabiendo que las cabras tienen una lactancia y con un promedio de 250 L de leche por animal en lactancia (PlaNet Finance, 2011), se obtiene una producción de 2,5 millones de litros por año. De esta cantidad producida, alrededor del 90% tiene como destino principal la elaboración de quesos (PlaNet Finance, 2011). Industrialmente hay más de 30 plantas elaboradoras de queso, el 70% de las cuales están ubicadas en el NOA y, en el 2007, sólo había 5 o 6 grandes empresas en el circuito industrial (Ministerio de Agricultura, Pesca y Ganadería, 2007).

Un dato importante a resaltar es la estacionalidad productiva de la leche de cabra. Esto afecta directamente a la lactancia del animal, obteniéndose una gran producción de leche durante primavera y verano seguida de una falta de oferta de productos lácteos caprinos durante la época invernal (Cambursano, 2019). Según Granja La Piedra (2020), su empresa detiene la producción de leche de cabra durante 2 meses al año (mayo y junio).

- *Distribución de la actividad de lechería caprina a nivel nacional*

En la Figura 2.3.k se muestran las principales zonas donde está desarrollada la actividad lechera.

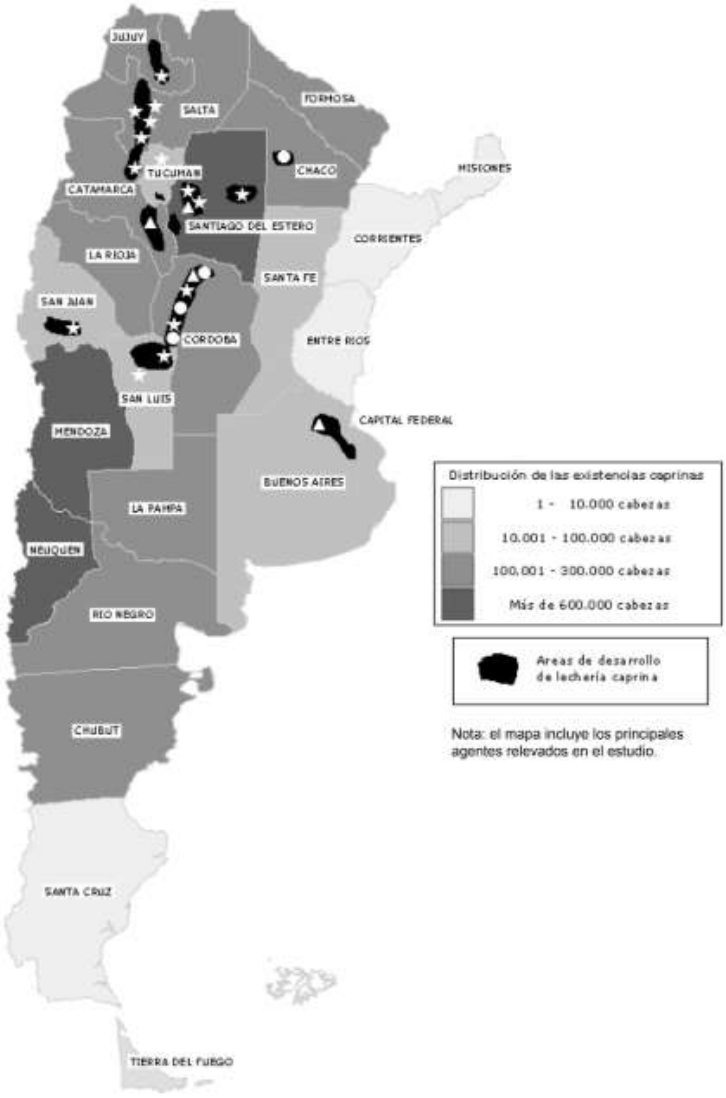


Figura 2.3.k Distribución de la actividad lechera caprina a nivel nacional (Gutman, 2004).

Las cuencas lácteas están formadas por los tamberos que se dedican a la producción de leche en un lugar específico, asociado o no a la presencia local de una planta industrial procesadora de la materia prima (Gutman, 2004). Se observa que la mayor concentración de cuencas lácteas caprinas se encuentran distribuidas en el NOA. Dentro de la provincia de Buenos Aires se pueden encontrar establecimientos lecheros caprinos ubicados principalmente por la zona del conurbano (Partidos de Mercedes, Suipacha, Navarro, Lobos, Cañuelas y Las Flores). El tamaño medio de estos establecimientos es pequeño (~22,4 ha) con 144 cabras en promedio en cada uno (Ghibaudi et al., 2018). Algunos ejemplos son la cuenca Abasto Sur, el tambo Los Tres Luises y el tambo Piedras Blancas. El tambo Los Tres Luises se encuentra en Luján y en 2006 contaba con 350 cabras en ordeñe (PlaNet Finance, 2011). La Cabaña Piedras Blancas posee una planta de

procesamiento en Suipacha y fue la primera empresa argentina en producir leche de cabra en polvo. Anualmente procesan 300.000 L y posee una capacidad de procesamiento de 4.000 L/día. Entre sus productos se encuentran diferentes tipos de queso de cabra, dulce de leche de cabra y leche de cabra en polvo. En cuanto a comercialización de sus productos, éstos están destinados principalmente al mercado gourmet, hoteles internacionales, empresas de catering, cadenas de supermercados, restaurantes y queserías (Cabaña Piedras Blancas, 2020). En comparación, Granja La Piedra posee 250 cabras y produce aproximadamente 100.000 L/año.

- *Rutas comerciales de los productos lácteos caprinos*

La distribución de productos lácteos caprinos se da principalmente en base a la venta regional y, sino, en CABA. En general, la distribución está afectada por la estacionalidad del producto y por la capacidad de oferta disponible por las industrias debido a la escala (PlaNet Finance, 2011).

En la Figura 2.3.I se muestran las rutas comerciales de los productos lácteos caprinos desde distintas cuencas hasta el mercado principal de la provincia de Buenos Aires (CABA) para el año 2004. Se puede decir que la distancia entre la producción de los productos y el mercado es de gran importancia, con lo cual los costos de transporte son significativos.



Figura 2.3.I Rutas comerciales de los productos lácteos caprinos (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2004; PlaNet Finance, 2011).

2.3.3. Análisis de productos competidores

- *Competidores directos*

Los competidores directos son aquellos que satisfacen la misma necesidad que la empresa, es decir, compiten por el mismo segmento de mercado. En este caso, los competidores directos corresponden a otros dulces de leche de cabra y en la Tabla 2.3.III y en la Figura 2.3.m se muestran algunos ejemplos de ellos. Cabaña San Marcos también comercializa dulce de leche de cabra con chocolate en envase de vidrio a un precio de 11,53 $USD el kilo.

Tabla 2.3.III Presentaciones y precios de dulces de leche de cabra.

Empresa	Ubicación	Tipo de envase	Tamaño (g)	Precio minorista ($USD/kg)*
Cabaña Piedras Blancas	Suipacha (Buenos Aires)	vidrio	440	6,6
Cabaña San José	Cruz del Eje (Córdoba)	vidrio	420	6,0
Cabaña San Marcos	Despeñaderos (Córdoba)	vidrio	400	5,6
		sachet	1000	3,7
El rincón caprino	Almafuerte (Córdoba)	vidrio	450	6,7

*Precios al día 30/04/2020. Se utilizó la siguiente conversión para obtener los precios en dólares al día de la fecha 17/10/2020: 1 $USD= 137 $ARS.



Figura 2.3.m. Presentaciones de algunos de los competidores directos.

En el partido de General Pueyrredón, específicamente, estos productos pueden adquirirse principalmente a través de la venta online y, en el caso del dulce de Cabaña Piedras Blancas, también en supermercados. En CABA, estos dulces pueden obtenerse, además, en queserías, restaurantes, vinotecas, hoteles internacionales, empresas de catering y mercados gourmet. Es importante resaltar que no se encontraron diversos oferentes de dulce de leche de cabra en los segmentos analizados, lo cual aumenta la atracción del mercado elegido.

- *Competidores indirectos*

Los competidores indirectos interfieren de manera lateral sobre el mercado, buscando satisfacer la misma necesidad que la empresa pero con productos sustitutos (Carrizo, 2020). El principal producto sustituto del dulce de leche de cabra es el dulce de leche de vaca. A continuación se realiza una breve descripción de las principales empresas que lideran el mercado de dulce de leche en Argentina.

- *Mastellone Hnos. y Danone Argentina:* cuenta con 8 plantas elaboradoras, 7 de las cuales se encuentran en Argentina y están distribuidas entre las provincias de Buenos Aires, San Luis y Córdoba. Procesan más de 3,2 millones de litros de leche por día y entre sus productos se encuentran los dulces de leche clásico, repostero, estilo colonial y con chocolate. También elaboran topping de dulce de leche, mezcla para chocotorta y un producto a base de dulce de leche y cacao sabor avellanas. Comercializan los bienes bajo las marcas La Serenísima y Ser.
- *Sancor Cooperativas unidas Ltda:* posee 16 plantas distribuidas entre las provincias de Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires. La planta industrial central se ubica en Sunchales (Santa Fe) y, entre sus productos, comercializa dulce de leche clásico y repostero con la marca SanCor.
- *Sucesores de Alfredo Williner S.A.:* posee 3 plantas ubicadas en la provincia de Salta. Procesan aproximadamente 540 millones de litros de leche al año y comercializa sus productos bajo la marca iLoLay. Respecto al dulce de leche, elaboran el clásico y el repostero.
- *Verónica S.A.:* cuenta con 3 plantas industriales distribuidas en la provincia de Santa Fe. Procesan más de 360 millones de litros de leche anualmente y entre sus productos, comercializan dulce de leche clásico y repostero bajo la marca Verónica.
- *Milkaut S.A.:* cuenta con 4 plantas ubicadas en la provincia de Santa Fe. Entre sus productos se encuentra el dulce de leche clásico y repostero.

En la Tabla 2.3.IV se detallan los principales competidores indirectos cuyos precios corresponden al de la venta minorista.

Tabla 2.3.IV Presentaciones y precios de los dulces de leche clásicos de distintas empresas líderes.

Marca	Empresa	Material del envase	Tamaño (g)	Precio ($USD/kg)*	Rango de precio ($USD/kg)
SanCor	SanCor S.A.	Plástico	250	4,37	3,25-4,37
			400	3,42	
			1000	3,25	
iLoLay	Sucesores de Alfredo Williner S.A.	Plástico	200	3,10	2,88-3,10
			400	3,06	
			1000	2,88	
Milkaut	Milkaut S.A.	Plástico	250	3,75	3,38-3,75
			400	3,67	
			1000	3,38	
Chimbote	Chimbote S.A.	Cartón	1000	5,47	5,47
		Vidrio	450	4,15	4,15
Vacalin	Vacalin	Cartón	1000	2,15	2,15
		Vidrio	450	2,04	2,04
Don Atilio	Don Atilio	Cartón	1000	2,92	2,92

*Precios al día 30/04/2020. Se utilizó la siguiente conversión para obtener los precios en dólares al día de la fecha 17/10/2020: 1 $USD= 137 $ARS.

Se observa que los precios se encuentran en el rango general de 2,88-4,37 $USD/kg para el caso de los dulces envasados en potes plásticos. Para el dulce de leche de Vacalin y Don Atilio, se destaca que el rango de precios es menor y esto se atribuye principalmente a que el envase de cartón es menos costoso que el de plástico. Sin embargo, para el dulce de leche Chimbote se observa que el precio supera los 5 $USD/kg aún cuando el envase también es de cartón. Esto se asocia al hecho de que, a diferencia de las otras empresas, Chimbote elabora sus productos de forma artesanal, lo cual incrementa los costos de producción. En la Figura 2.3.n se muestran las presentaciones de algunos de los productos sustitutos:



Figura 2.3.n Presentaciones de algunos productos sustitutos.

Se destaca que existe una gran cantidad de productos sustitutos que se pueden encontrar fácilmente en los mismos segmentos a los cuales se desea ingresar.

2.4 DEMANDA

2.4.1. Dulce de leche de vaca

La Figura 2.4.a representa la cantidad de leche de vaca destinada a la elaboración de diferentes productos lácteos:

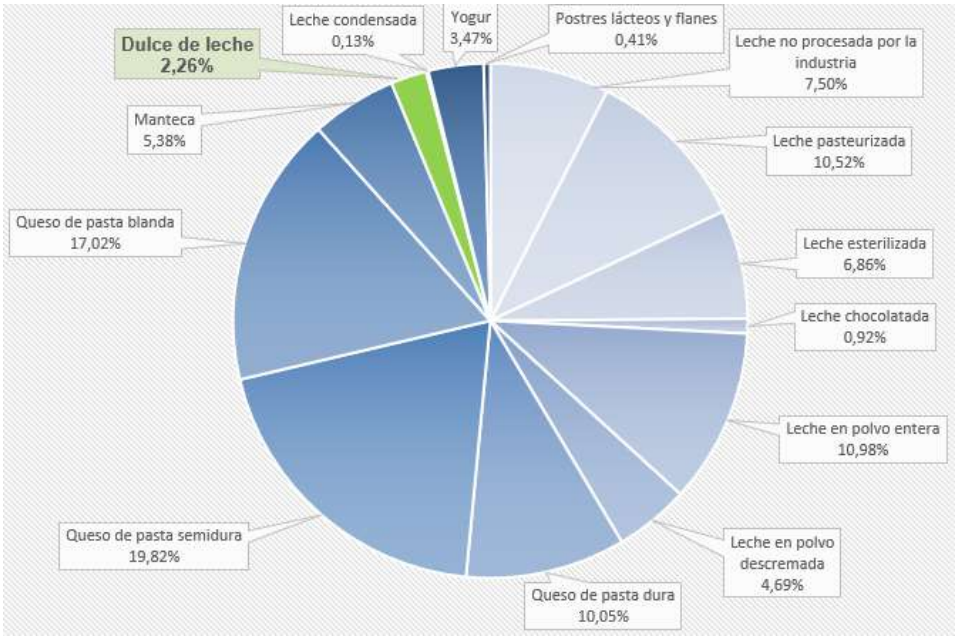


Figura 2.4.a Cantidad de leche destinada a la elaboración de diferentes productos lácteos (Subsecretaría de Lechería- Ministerio de Agroindustria, 2016).

Se observa que casi el 50% de la leche producida en 2016 se destinó a la elaboración de quesos y otra gran parte a la producción de leche fluida y en polvo, mientras que para el dulce de leche se destinó el 2,26%. Al estudiar la cantidad de leche destinada a la elaboración de dulce de leche durante el período 2000-2016, se destaca una tendencia creciente cuyo máximo corresponde al año 2012 con 243 millones de litros (Subsecretaría de Lechería- Ministerio de Agroindustria, 2020).

Por otro lado, el consumo nacional per cápita de dulce de leche de vaca fue de 2,95 kg/(hab.año) en 2016 y también presentó una tendencia creciente durante el período 2000-2016 con una tasa media de crecimiento anual de 0,32% (Subsecretaría de Lechería- Ministerio de Agroindustria, 2020). El dulce de leche es el cuarto producto lácteo más comprado después de la leche, el queso y el yogur y la presencia de niños en los hogares influye en el consumo, éste aumenta cuando hay menores de 6 años (Forbes, 2017). El canal retail (venta minorista) representa el 40% del consumo interno, mientras que el 60% se vende a granel como ingrediente de otras industrias (Forbes, 2017). Con estos datos puede estimarse la cantidad del consumo per cápita correspondiente al consumo en hogares:

$$Consumo\ per\ cápita\ en\ hogares = 0,4 \cdot 2,95 \frac{kg}{hab.año} = 1,18 \frac{kg}{hab.\ año}$$

En una encuesta online que se llevó a cabo desde el 30 de abril de 2020 hasta el 8 de mayo de 2020 (ANEXO I) se preguntó a personas que habitan en los segmentos definidos algunas cuestiones demográficas (edad, género), geográficas (ciudad de residencia) y psicográficas (respecto al hábito de consumo de dulce de leche). Esta encuesta fue completada por 987 personas en total, de las cuales casi el 90% afirmó que consume dulce de leche de vaca. Con las frecuencias de consumo que se obtuvieron se pudo estimar el consumo per cápita de este producto cuyo valor resultó ser 0,85 kg/(hab.año).

Por último, Jullier (2016) estimó los índices de estacionalidad de cada mes a partir de la cantidad de leche que se destinó mensualmente a la elaboración de dulce de leche entre los años 2008 y 2016. Estos índices permiten conocer las desviaciones mensuales respecto del promedio anual. Un valor por encima de 1 indica que el consumo es mayor al promedio anual y, por el contrario, un valor menor a 1 indica una disminución. En la Tabla 2.4.I se muestran los valores estimados:

Tabla 2.4.I Índices de estacionalidad del dulce de leche (Jullier, 2016).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Índice	0,8	0,9	1,09	1,01	0,96	1,14	1,12	1,16	1,02	0,96	0,88	0,99

Se puede decir que el consumo de dulce de leche aumenta durante los meses de invierno (de junio a agosto) y disminuye durante el verano.

2.4.2. *Dulce de leche de cabra*

No se hallaron datos bibliográficos acerca del consumo de dulce de leche de cabra. Sin embargo, se pudo determinar la demanda potencial de este producto con la encuesta online realizada (ANEXO I). Se encontró que hay una buena predisposición por parte de las personas a consumir dulce de leche de cabra: de 987 encuestados, el 72,2% afirmó que lo consumiría sin haberlo probado.

Para estimar el consumo potencial, en primer lugar, se estimó la población comprendida en los segmentos del mercado:

- General Pueyrredón (GP): 620.000 habitantes.
- CABA: 2.900.000 habitantes.

Los datos se obtuvieron del último censo realizado (INDEC, 2010). Sumando, se obtienen 3.520.000 habitantes. Luego, se consideraron los resultados obtenidos de la encuesta. En la Tabla 2.4.II se muestra los rangos de frecuencia de consumo y el porcentaje de los encuestados que consumirían dulce de leche de cabra sin haberlo probado que se ubican dentro de cada uno de ellos (fi):

Tabla 2.4.II. Frecuencia de consumo de dulce de leche de cabra en las personas encuestadas que consumirían dulce de leche de cabra.

Frecuencia de consumo	Consumo ddl (g/mes.persona)	fi (% respuestas) cabra
2 veces a la semana	160	21
3 o 4 veces al mes	70	28,3
1 o 2 veces al mes	30	29,6
5 o 6 veces al año	9,17	7,7
3 o 4 veces al año	5,83	3,8
1 o 2 veces al año	2,5	9,6

Se consideró que el tamaño de la porción es 20 g (1 cucharada sopera). Para explicar el cálculo del consumo de dulce de leche por mes se tomó como ejemplo el primer dato de frecuencia:

$$Consumo\ ddl = 2\frac{porciones}{semana.\ persona}.\frac{4\ semanas}{1\ mes}.20\ \frac{g}{porción} = 160\frac{g}{mes.persona}$$

Luego, se aplicó la media aritmética con el fin de obtener el consumo mensual per cápita de dulce de leche:

$$\frac{\sum_{i=1}^{6}\left(fi_i.consumo_i\ ddl\right)}{100} = \frac{(21.160 + 28{,}3.70 + 29{,}6.30 + 7{,}7.9{,}17 + 3{,}8.5{,}83 + 9{,}6.2{,}5)\ \frac{g}{mes.persona}}{100} = 63,5\ \frac{g}{mes.pers.}$$

Este valor equivale a 0,76 kg/(año.hab.). Por otro lado, de la encuesta se obtuvo que el 72,2% de las personas consumiría dulce de leche de cabra. Se calcula la demanda potencial de General Pueyrredón y CABA por separado:

$$Demanda\ potencial\ GP = 0,76\ \frac{kg}{hab.\ año} * 0,722\ * 620.000\ hab = 340.206\ \frac{kg}{año}$$

$$Demanda\ potencial\ CABA = 0,76\ \frac{kg}{hab.\ año} * 0,722\ * 2.900.000\ hab = 1.591.288\ \frac{kg}{año}$$

Sumando la demanda de General Pueyrredon y CABA se obtienen 1.931.495 kg/año.

2.5. PRECIO

El precio es la cantidad monetaria a la que los productores están dispuestos a vender un bien y los consumidores a comprarlo. No es el valor al cual la empresa lo vende, sino que corresponde al precio que paga el consumidor y depende de la cantidad de intermediarios que haya en la cadena de comercialización (Carrizo, 2020). Junto con la calidad del producto influye al consumidor en el momento de comprar el dulce de leche. Por esta razón, se realiza el análisis de productos competidores y sustitutos para luego definir el rango de venta del dulce de leche de cabra a desarrollar.

Observando las Tablas de la Sección 2.3.3, se destacan los siguientes precios de venta:

- Los competidores directos (productores de dulce de leche de cabra) venden sus productos en un rango de 3,7 a 6,6 $USD/ Kg.
- Los competidores indirectos (productores de dulce de leche de vaca) venden sus productos en un rango de 2,88 a 4,37 $USD/ Kg.

Se seleccionó ingresar al mercado con un precio similar al de la competencia directa sin buscar una diferenciación del producto mediante el precio. Puesto que existe una gran cantidad de productos sustitutos y empresas que producen a gran escala, resulta difícil ingresar al mercado con la estrategia de liderar en costos. Por el contrario, la empresa busca diferenciar el producto por su calidad y por ser percibido como artesanal.

2.6. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Con la encuesta se obtuvo que más del 70% de los consumidores de dulce de leche de vaca consumirían dulce de leche de cabra y que las frecuencias de consumo serían similares. Teniendo esto en cuenta, se decide utilizar el dato del consumo potencial de dulce de leche de cabra obtenido a partir de los resultados de la encuesta. Considerando que el dulce de leche de cabra se consumiría como sustituto del de vaca, se asume que el consumo total se mantendrá aproximadamente constante. También se plantea que este consumo estará representado mayoritariamente por el dulce de leche de vaca, por lo que, a fines de este trabajo, se estima que el consumo de dulce de leche de cabra corresponderá al 20% de la demanda potencial total del producto en estudio (1.931.495 kg/año). De esta forma, se obtiene que el volumen de producción de dulce de leche de cabra es de 386.299 kg/año. Sin contar los dos meses en los cuales no se tiene producción y considerando que un mes tiene 25 días laborables, el volumen de producción resulta igual a 38.630 kg/mes$\simeq$1500 kg/día. Esto equivale a decir que se procesarán aproximadamente 3300 L de leche por día. Esta capacidad de producción corresponde a una PYME en donde se producen hasta 5000 L, según el Ministerio de Asuntos Agrarios (2010).

2.7. ANÁLISIS FODA

El análisis FODA es una herramienta que permite identificar y analizar las amenazas y oportunidades que surgen del ambiente, y las fortalezas y debilidades internas de la empresa (Riquelme Leiva, 2016). Las fortalezas incluyen capacidades, recursos y factores positivos e internos que podrían ayudar a la compañía a servir a sus clientes y a alcanzar sus objetivos. Las debilidades incluyen limitaciones internas y factores negativos que podrían interferir con el desempeño de la misma. Las oportunidades son factores o tendencias favorables en el entorno externo que la compañía podría ser capaz de explotar para obtener una ventaja. Por último, las amenazas son factores o tendencias externas desfavorables que podrían plantear desafíos al desempeño (Carrizo, 2020).

En la Tabla 2.8.I se muestra el análisis FODA realizado para el proyecto:

Tabla 2.8.I. Análisis FODA.

	INTERNAS	EXTERNAS
POSITIVAS	**FORTALEZAS** -Mayores beneficios nutricionales que el dulce de leche de vaca. -Producto novedoso para los consumidores de dulce de leche. -Proceso de elaboración simple. -Cercanía a los consumidores -Materias primas y aditivos fácilmente accesibles (a excepción de la leche de cabra).	**OPORTUNIDADES** -Competencia directa limitada. -Oportunidad de crecimiento. -Tendencia a consumir productos artesanales, regionales y listos para consumir.
NEGATIVAS	**DEBILIDADES** -Baja producción de leche de cabra en la zona, con lo cual podría ser necesario obtenerla de otras cuencas lácteas.	**AMENAZAS** -Gran cantidad de competidores indirectos. -Incertidumbre del tamaño del mercado. -Prejuicios o rechazo al consumo de productos derivados de la leche de cabra. -Estacionalidad de la leche de cabra. -Tendencia a consumir productos poco calóricos y con menor contenido graso. -Bajas ventas de productos derivados de la leche de cabra.

3. DESARROLLO DE PRODUCTO

El desarrollo de producto está compuesto por las siguientes fases: la estructuración, el desarrollo y la realización. La primera etapa involucra la información necesaria para la ejecución de los objetivos planteados, la segunda comprende el desarrollo de los criterios y estrategias de diseño y, la tercera, la puesta en marcha de dichos criterios así también como la elaboración de prototipos (Garduño Barahona, 2012).

El producto a desarrollar es dulce de leche de cabra, el cual se obtiene a partir de la concentración de una mezcla de leche de cabra e hidratos de carbono a temperatura elevada seguida de un enfriamiento. Este tratamiento térmico promueve las reacciones de Maillard y caramelización, los cuales forman compuestos que favorecen el desarrollo de las características organolépticas del producto (tales como cetonas, aldehídos, melanoidinas, entre otros).

En este capítulo se define la formulación del producto y se seleccionan los materiales del envase. También se estudian los microorganismos que pueden desarrollarse en este alimento y se plantea un ejemplo del rótulo.

3.1 CONCEPTO DE PRODUCTO

Un producto es un conjunto de características y atributos tangibles (tamaño, forma, color, etc.) e intangibles (marca, imagen de la empresa, entre otros) que se ofrece a un mercado para satisfacer un deseo o una necesidad. En otras palabras, los atributos son las características que definen a un producto y son las que influyen en la decisión de compra de los consumidores (Marketing XXI, 2020).

Se desea obtener un dulce de leche de cabra tipo tradicional de color marrón acaramelado homogéneo (como el de la Figura 3.1.a), sin grumos ni cristales perceptibles sensorialmente y que sea fácil de untar. Además, se quiere que su superficie sea lisa y brillosa y con una dureza similar al de un dulce de leche de vaca tradicional. Por otro lado, se plantea que la separación de fases durante la vida útil del producto no sea deseable.



Figura 3.1.a. Color deseado del producto.

Para su elaboración se utiliza leche de cabra, sacarosa, jarabe de glucosa, bicarbonato e hidróxido de sodio como coadyuvantes, sorbato de potasio como conservante y esencia de vainilla como aromatizante. En la Sección 3.2 se describe de forma más detallada cada una de las materias primas y aditivos utilizados.

Por otro lado, asegurar la inocuidad del alimento es un requisito necesario. Por lo tanto, además de obtener un producto aceptable para el consumidor se debe cumplir con los requerimientos fisicoquímicos y microbiológicos descritos en el CAA (Tablas 3.1.i. y 3.1.ii.). En la Tabla 3.1.ii., n representa el número de unidades de muestra analizada; m es el nivel máximo del microorganismo en el alimento para una calidad aceptable; M es el nivel máximo del microorganismo en el alimento para una calidad aceptable provisionalmente y c es el número máximo de unidades de muestra cuyos resultados pueden estar comprendidos entre m y M.

Tabla 3.1.i. Requisitos fisicoquímicos para el dulce de leche (CAA, 2015).

Requisito	**Límites**
Humedad (g/100 g)	Máximo 30
Materia grasa (g/ 100 g)	Entre 6,0 a 9,0
Cenizas (g/100 g)	Máximo 2,0
Proteínas (g/100 g)	Mínimo 5,0

Tabla 3.1.ii. Requisitos microbiológicos del producto terminado (CAA, 2015).

Microorganismo	**Criterios aceptación**
Staphylococcus aureus coagulasa positiva/ g	n=5 c=2 m=10 M=100
Hongos y levaduras/ g	n=5 c=2 m=50 M=100

3.2 MATERIAS PRIMAS Y ADITIVOS

En este apartado se describen las materias primas y aditivos involucrados en la elaboración de dulce de leche de cabra, las cuales son leche de cabra, azúcar, jarabe de glucosa, bicarbonato de sodio, hidróxido de sodio, esencia de vainilla y sorbato de potasio. Se describen sus características fisicoquímicas y el papel que cumple cada una de ellas, con mayor profundidad para la leche de cabra puesto que se trata de la materia prima de mayor interés en el proceso.

3.2.1 Leche de cabra

La leche de cabra es la materia prima que se utiliza en mayor proporción en el proceso de elaboración de dulce de leche de cabra. El Código Alimentario Argentino (2015) la define, en el artículo 554 del capítulo VIII, como el producto obtenido por el ordeño total e ininterrumpido en condiciones de higiene, de la cabra en buen estado de salud y alimentación y sin aditivos de ninguna especie. Su densidad debe encontrarse entre 1,027 y 1,039 g/cm^3 y su acidez entre 14 y 22 °D, a su vez, debe contener mínimo 3% m/v de materia grasa. En cuanto a sus características organolépticas, una leche de cabra apta para consumo y/o para ser procesada presenta (Villambrosa & Bruschi, 2017):

- consistencia líquida, pegajosa y ligeramente viscosa debido al contenido de azúcares, sales disueltas y caseínas (proteína de la leche).
- sabor dulce otorgado por la lactosa (principal carbohidrato del alimento);
- color blanco a amarillento
- olor característico.

- *Composición de la leche*

Los componentes principales de la leche de cabra son agua, grasa, proteína, lactosa, minerales y vitaminas. El agua constituye la fase continua de la leche y se divide en agua libre y agua de enlace. El agua libre se encuentra en mayor proporción y es quien mantiene en solución la lactosa y las sales, mientras que el agua de enlace es adsorbida por sustancias no solubles y funciona como elemento de cohesión de estos componentes (Badui Dergal, 2006).

Por otro lado, la mayor parte de los lípidos (alrededor del 97%) corresponde a los triacilglicéridos, aunque también contiene diacilglicéridos, monoacilglicéridos,

fosfolípidos, ácidos grasos libres, esteroles y sus ésteres y algunos hidrocarburos (Badui Dergal, 2006). Los triacilglicéridos se presentan como pequeñas partículas comúnmente llamadas *glóbulos*, y están constituidos por una gran diversidad de ácidos grasos.

En cuanto a los carbohidratos, la lactosa es la más relevante y sólo se encuentra en la leche. En la figura 3.1.b. se muestra la estructura química de este hidrato de carbono, el cual consiste en una molécula de galactosa y otra de glucosa unidas entre sí mediante un enlace glucosídico β(1,4) (Badui Dergal, 2006). Puesto que posee un grupo carbonilo (grupo funcional) intacto disponible para reaccionar con otras moléculas, se dice que la lactosa es un azúcar reductor. Interviene en las reacciones de Maillard y de caramelización, es poco soluble en agua y forma ácido láctico al ser atacada por microorganismos.

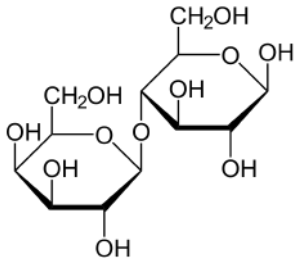


Figura 3.2.a. Estructura química de la lactosa.

Las proteínas, por su parte, pueden dividirse en dos grupos, las caseínas (las cuales representan un 80%) y las proteínas del suero. La estabilidad de las caseínas se debe a que poseen una carga eléctrica negativa elevada, por lo que cuando alcanzan el punto isoeléctrico (alrededor de pH=4,6) se vuelven inestables y precipitan. La mayoría de las moléculas de caseína están asociadas entre sí formando las llamadas micelas de caseína. En cuanto a las proteínas del suero, a diferencia de las caseínas, son compactas, globulares, solubles en un intervalo de pH muy amplio y no poseen tanta carga eléctrica externa (Badui Dergal, 2006). La leche también contiene enzimas que están presentes en bajas concentraciones, y algunas de ellas se utilizan como índice de calidad en la industria. Por ejemplo, la fosfatasa alcalina se usa para determinar la eficiencia de la pasteurización, o la catalasa para medir mastitis en el animal.

Por otro lado, la leche contiene vitaminas liposolubles e hidrosolubles. Las liposolubles interaccionan con los glóbulos de grasa y están representadas por las vitaminas A (en mayor proporción), D, E y K. Las hidrosolubles están representadas

por las vitaminas riboflavina, B6, B12, C, entre otras, y se encuentran en el suero de la leche.

Por último, el alimento contiene varias sales, entre las que se destacan citratos, cloruros, bicarbonatos y fosfatos de calcio, magnesio, sodio y potasio, los cuales se encuentran en solución o formando parte del sistema coloidal de las caseínas.

- *Estado de dispersión de la leche*

La leche es un sistema en el que se presentan tres estados físicos de dispersión (Figura 3.2.b.):

1) La lactosa, los minerales y las vitaminas hidrosolubles conforman la solución verdadera.
2) Las proteínas forman dispersiones coloidales.
3) Las sustancias liposolubles se encuentran como emulsión.

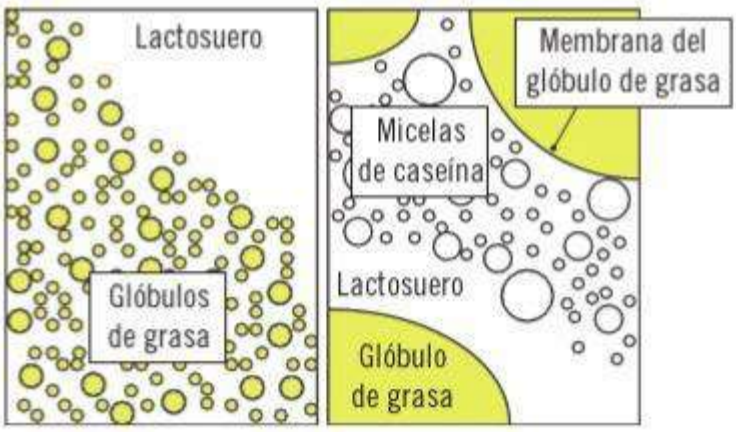


Figura 3.2.b. Estado de dispersión de la leche (Scheidegger, 2013).

- *Diferencias entre leche de cabra y de vaca*

La composición y las características físico-químicas de la leche dependen de diferentes factores, tales como la raza y la alimentación del animal, la estación del año, las condiciones higiénico-sanitarias durante la manipulación de la leche, entre otros. En la Tabla 3.2.i. se muestra la composición de la leche de vaca y de cabra cruda:

Tabla 3.2.i Composición (%m/v) de la leche de cabra cruda y de la leche de vaca cruda (Sanz Sampelayo & Boza, 1997).

	Cantidad (g/100 mL)	
Componente	Leche de cabra	Leche de vaca
Sólidos totales	12,97	12,01
Grasas	4,14	3,34
Lactosa	4,45	4,66
Proteínas Caseínas	3,56 3,03	3,29 2,68
Minerales	0,82	0,72

Se observa que la leche de cabra cruda posee menor cantidad de lactosa y mayor proporción de proteínas, grasas, caseínas y minerales en comparación con la leche de vaca. Una de las diferencias más significativas entre ambas leches es la estructura y composición de la grasa láctea. El tamaño de los glóbulos de grasa es similar en ambas leches (de 1 a 10 μm), la diferencia radica en que el contenido de glóbulos de un tamaño menor a 5 μm es más del 80% en la leche de cabra, mientras que en la leche de vaca sólo alcanza el 60%. Esto trae como consecuencia que los productos derivados de la leche de cabra tengan una textura más suave (Silanikove et al., 2010; Turkmen, 2017). Por otro lado, el contenido de ácidos grasos de cadena media que componen los triglicéridos en la leche de cabra es mayor al 30%, mientras que en la leche de vaca no supera el 20%, lo que hace que la leche de cabra sea más digerible que la leche de vaca (Flores Córdova et al., 2009). La leche caprina contiene mayores cantidades de ácido caprílico, cáprico, caproico y láurico, con lo cual supera a la leche de vaca en ácidos mono y poliinsaturados (Haenlein, 2004).

Respecto al color, la leche de cabra es más blanca que la de vaca al carecer de carotenos los cuales otorgan un color amarillento al alimento (Turkmen et al., 2017). Por otro lado, la leche de cabra aporta 63% más calcio que la leche de vaca, provee aproximadamente el doble de vitamina A, alrededor de 350% más de niacina y 25% más de vitamina B6, 53% más de cistina y 11% más de lisina que la leche de vaca (Haenlein, 2004; Picon Contreras, 2019; Sanz Sampelayo & Boza, 1997).

Por último, las diferencias que existen en el perfil lipídico de ambas leches traen como consecuencia que la leche de cabra posea mayor calidad nutritiva al ser

más digestiva pero menor calidad tecnológica al obtener menores rendimientos y ser menos resistente al calor (Sanz Sampelayo & Boza, 1997).

- *Beneficios nutricionales de la leche de cabra*

La mayor presencia de ácidos grasos de cadena media y el menor tamaño de los glóbulos de grasa provocan que el producto sea más digerible por el organismo. El bajo peso molecular y la hidrosolubilidad facilita la acción de las enzimas digestivas, haciendo que su hidrólisis sea más rápida y completa que la de los triglicéridos de cadena larga (Flores Córdova et al., 2009). En efecto, la digestión de los triglicéridos de cadena media comienza a producirse en el estómago, ya que la lipasa gástrica (prácticamente sin efecto sobre los triglicéridos de cadena larga) inicia la hidrólisis de éstos a un ritmo 5 veces superior a la hidrólisis de los triglicéridos de cadena larga (Sanz Sampelayo & Boza, 1997). A su vez, el consumo de leche de cabra ayuda a evitar el aumento del colesterol total y el colesterol LDL (o también llamada colesterol “malo”). Esto se debe principalmente a que los triglicéridos de cadena media proporcionan energía directa en vez de depositarse como tejido adiposo e impiden que se absorban ácidos grasos saturados en el organismo (Bidot Fernández, 2017; Haenlein, 2004).

Por otro lado, la absorción y la utilización del hierro y del cobre es mayor cuando se consume leche de cabra debido a los altos contenidos de triglicéridos de cadena media y a los aminoácidos cistina y lisina (Flores Córdoba et al., 2009). Los niños que se alimentan con leche de cabra superan a los que consumen leche de vaca en cuanto al peso, estatura, mineralización esquelética, contenido de suero sanguíneo de vitamina A, calcio, tiamina, riboflavina, niacina y hemoglobina (Haenlein, 2004).

El 40% de todos los pacientes sensibles a las proteínas de la leche de vaca toleran las proteínas de la leche de cabra (Bidot Fernández, 2017). Sin embargo, Silanikove et al. (2010) afirma que la leche caprina no puede ser considerada como una solución dietaria para las personas que sufren intolerancia a la lactosa. El producto se lo puede utilizar con fines médicos, por ejemplo en los casos de: síndrome de malabsorción, alimentación en bebés prematuros, cálculos biliares, hiperlipoproteinemia, insuficiencia coronaria, insuficiencia pancreática, epilepsia infantil, entre otros (Haenlein, 2004).

3.2.2 Azúcares

Los hidratos de carbono (también llamados azúcares) son compuestos formados por carbono, oxígeno e hidrógeno y presentan un grupo funcional carbonilo o hidroxilo. Su estructura química determina su funcionalidad y características, los cuales influyen en las propiedades de los alimentos, como el sabor, la viscosidad y el color (Badui Dergal 2006). Pueden clasificarse de distintas formas, pero la más común es según el tamaño de la molécula y de la cantidad de unidades de azúcar que los conforman. De esta manera se pueden distinguir los monosacáridos (una unidad de azúcar), los oligosacáridos (de 2 a 10 unidades de azúcar) y los polisacáridos (más de 10 unidades de azúcar). Otra forma común de clasificar es en función del poder reductor, si posee un grupo carbonilo libre se dice que el azúcar es reductor y está libre para reaccionar, de otro modo se lo llama azúcar no reductor. En la elaboración de dulce de leche de cabra se utilizan sacarosa y jarabe de glucosa.

- *Sacarosa*

La sacarosa (comúnmente llamada “azúcar”) es un disacárido formado a partir de una molécula de glucosa y una molécula de fructosa, unidas entre sí mediante un enlace glucosídico β(1,2) (Figura 3.2.c). Sus dos fuentes principales de obtención comercial son la caña de azúcar y la remolacha azucarera.

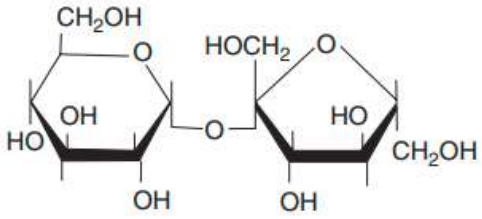


Figura 3.2.c. Estructura molecular de la sacarosa (Badui Dergal, 2006).

Este hidrato de carbono no es un azúcar reductor ya que no posee su grupo carbonilo libre. Posee un grado de solubilidad elevado (de hecho es aproximadamente 10 veces superior al de la lactosa) y una gran capacidad de hidratación (Badui Dergal, 2006).

En la elaboración de dulce de leche se agrega para obtener las características organolépticas deseadas. Durante la concentración de la leche, una de las reacciones que se llevan a cabo es la caramelización, la cual consiste en calentar los azúcares por encima de sus puntos de fusión (en la Sección 4.2 se

profundiza este tema). La sacarosa actúa como reactivo y, por medio de esta reacción, se forman compuestos que favorecen el desarrollo del color, sabor y aroma del producto. Además, es importante resaltar que este hidrato de carbono incrementa la consistencia del dulce ya que aumenta el contenido de sólidos del alimento.

- *Jarabe de glucosa*

El jarabe de glucosa es una solución acuosa purificada de hidratos de carbono obtenidos a partir de almidón (Minifie, 1989). A diferencia de la sacarosa, posee una solubilidad mayor y un poder edulcorante e higroscopicidad (capacidad de absorber la humedad ambiental) inferiores. Se utiliza como sustituto porque agrega brillo al dulce de leche de cabra y porque retarda la cristalización de los azúcares (Lamothe, 2006). También influye en la textura del producto al impartir cuerpo y textura gomosa.

3.2.3 Coadyuvantes de elaboración

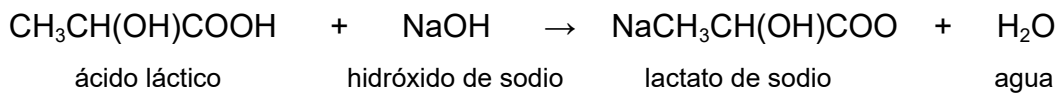
Según la Resolución N°31/92 del Mercosur, se considera coadyuvante de elaboración a toda sustancia que no se consume como ingrediente alimenticio por sí mismo y que se utiliza intencionalmente para alcanzar una finalidad tecnológica durante el proceso.

- *Hidróxido de sodio*

El hidróxido de sodio (NaOH) es un sólido blanco y cristalino que se emplea para aumentar el pH de una sustancia al reaccionar como una base fuerte. En este caso, se lo utiliza como coadyuvante de elaboración para evitar obtener un dulce de leche con textura arenosa.

Como se vio anteriormente, la leche es un alimento rico en nutrientes, por lo que es propensa a sufrir alteraciones por parte de microorganismos. Cuando la lactosa es utilizada como sustrato por estas bacterias, se forma ácido láctico que aumenta la acidez del alimento. Si la concentración de este ácido se incrementa hasta alcanzar el punto isoeléctrico de las caseínas, éstas se precipitan y se forman grumos en el producto final. El uso de leche con acidez elevada provoca la obtención de un dulce con textura arenosa y áspera (Zunino, 2000). La concentración del ácido ocurre inevitablemente durante la etapa de concentración,

por lo que es importante realizar previamente una neutralización cuya reacción se muestra a continuación:



Según el CAA (2015), se admite el uso de otros reguladores de pH en la elaboración de dulce de leche, como el bicarbonato de sodio. Se eligió hidróxido de sodio ya que se trata de una base fuerte y, por consiguiente, se requiere una menor cantidad para neutralizar la cantidad de ácido necesaria.

- *Bicarbonato de sodio*

El bicarbonato de sodio (con fórmula química $NaHCO_3$) es un polvo blanco cristalino que se utiliza para neutralizar soluciones al actuar como una base débil. En este caso también se lo utiliza como coadyuvante de elaboración pero con la función principal de favorecer la reacción de Maillard. En la Sección 4.2 se describe con más detalle esta reacción, pero a grandes rasgos se puede decir que es una de las responsables de desarrollar las características organolépticas del producto. Como se vio anteriormente, el hidróxido de sodio (NaOH) también actúa como neutralizante, pero es más costoso que el bicarbonato de sodio y, además, es una base fuerte, por lo que resulta más difícil controlar la reacción. Por esta razón, la neutralización de la leche se realiza con NaOH y luego se alcaliniza la mezcla aún más para favorecer la reacción de Maillard y obtener el color deseado.

3.2.4 Esencia de vainilla

La esencia de vainilla es un aditivo que se utiliza como aromatizante para obtener el flavor deseado y se obtiene a partir de las vainas de la orquídea Vainilla. Este aditivo se encuentra dentro de la lista de aditivos autorizados a ser utilizados en la elaboración de dulce de leche, dentro del capítulo VIII del CAA (2015). El principal compuesto aromático que se encuentra en las vainas de la planta y, por ende, en la esencia de vainilla, es la vainillina (Figura 3.2.d.). Por su estructura se volatiliza a altas temperaturas, razón por la cual se la agrega en la etapa de enfriamiento del dulce de leche (a 65°C aproximadamente).

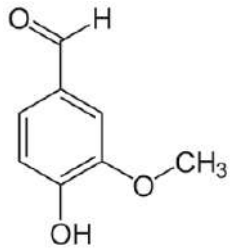


Figura 3.2.d. Estructura química de la vainillina.

3.2.5 Sorbato de potasio

El sorbato de potasio es un aditivo que cumple la función de conservante al inhibir el crecimiento de hongos y levaduras. Su fórmula molecular es $C_6H_7O_2K$ (figura 3.2.e.) y se puede agregar hasta 600 mg/kg de producto final según el capítulo VIII del CAA (2015).

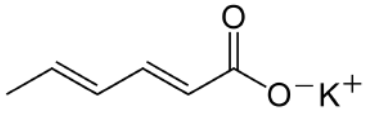


Figura 3.2.e. Molécula del sorbato de potasio.

Su función surge al unirse a la superficie de las células microbianas, modificando la permeabilidad de la membrana y su metabolismo, aunque también se piensa que interfiere con el sistema enzimático de las deshidrogenasas del microorganismo (Badui Dergal, 2006).

3.3 FENÓMENOS QUE OCURREN DURANTE LA ELABORACIÓN

3.3.1 Pardeamiento no enzimático

El pardeamiento no enzimático (también llamado reacción de Maillard) forma compuestos coloreados (melanoidinas, que van desde amarillo claro hasta café oscuro) y volátiles (como cetonas, aldehídos y ácidos) a partir de una serie de reacciones complejas entre azúcares reductores y aminoácidos (proteínas).

Debido a la complejidad de la reacción, los azúcares reductores pueden seguir distintas rutas químicas dependiendo de diferentes factores como el pH, la temperatura, la presencia de otras sustancias, entre otros. (Badui Dergal, 2006). Sin embargo, se plantea que el proceso se realiza en 4 etapas (Badui Dergal, 2006):

I) *Condensación del grupo reductor con el grupo amino:* el azúcar reductor reacciona reversiblemente con la amina para producir glucosilamina, tal como se muestra en la Figura 4.3.a. con una molécula de glucosa como ejemplo:

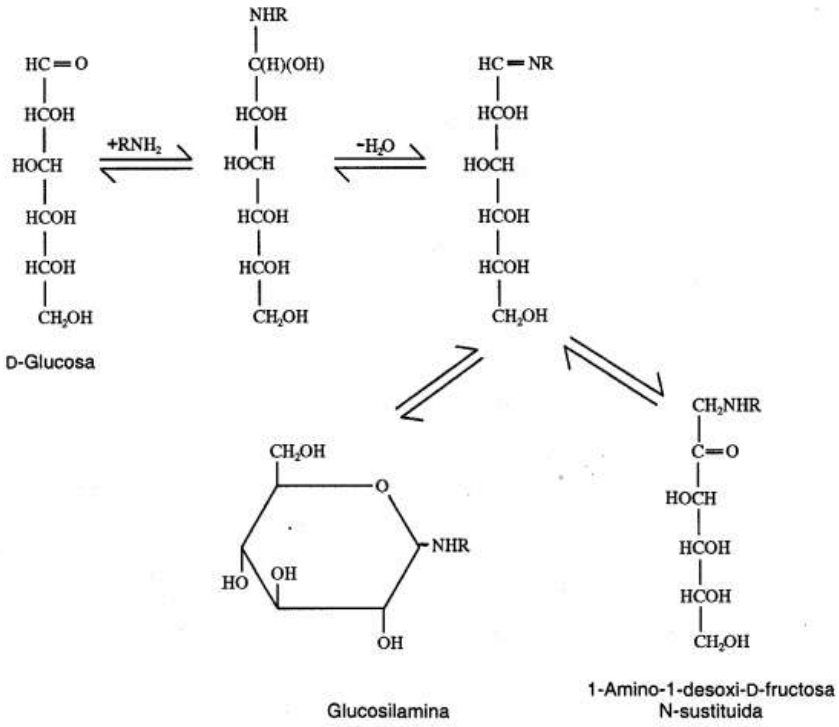


Figura 4.3.a. Productos de la reacción entre una molécula de glucosa y un grupo amino (Badui, 2006).

II) *Transposición de los productos de condensación*: los productos obtenidos en la etapa anterior reaccionan. Por ejemplo, en el caso de la glucosa, la glucosilamina sufre la transposición de Amadori que resulta en la formación de 1-amino-1-desoxifructosa (Figura 4.3.a.).

III) *Reacción de los productos de transposición*: en esta etapa aparecen algunos olores y tonalidades amarillas. Se pueden llevar a cabo diferentes reacciones, como deshidrataciones, isomerizaciones y desaminaciones.

IV) *Polimerización y formación de sustancias coloreadas*: en la etapa final se polimerizan diversos compuestos para formar las melanoidinas

En el caso del dulce de leche, el desarrollo del pardeamiento no enzimático es deseado para obtener las características organolépticas buscadas. Algunos de los factores que influyen en la velocidad de reacción son (Whistler & BeMiller, 1992):

- Naturaleza del azúcar: los monosacáridos (como la glucosa) son más reactivos que los disacáridos (como la lactosa) y la sacarosa directamente no reacciona puesto que es un azúcar no reductor.
- Temperatura: el aumento de la temperatura incrementa la velocidad de reacción.
- pH: puesto que el pardeamiento no enzimático está constituido por un conjunto de reacciones complejas, cada una de las etapas posee un pH

óptimo, pero puede decirse que a valores alcalinos la velocidad de la reacción aumenta, con un máximo en pH=10 (Badui Dergal, 2006). Por esta razón, el agregado de bicarbonato de sodio aumenta la velocidad de reacción y promueve la formación de los compuestos coloreados que son deseables.

3.3.2 Caramelización

Se desarrolla cuando se calientan los azúcares por encima de su punto de fusión. Se lleva a cabo una serie de reacciones complejas que también incluyen deshidrataciones, isomerizaciones y polimerizaciones, las cuales dan lugar a la formación de melanoidinas. A su vez, se forman otros compuestos que colaboran en el sabor y en el aroma del producto final (Badaui Dergal, 2006).

3.3.3 Cristalización

La cristalización de los azúcares tiene lugar en dos etapas: la formación del cristal (o nucleación) y el crecimiento del mismo. La nucleación se define como el nacimiento de cuerpos sólidos muy pequeños en el seno de una fase fluida homogénea sobresaturada. Por su parte, el crecimiento del cristal consiste en la incorporación de nuevas moléculas al núcleo ya formado. Cuando aparece un núcleo, éste actúa como un punto de convergencia para las moléculas adyacentes al cristal, de modo que crece en forma de capas sucesivas (Bolaños-Reynoso et al., 2012). En el caso del dulce de leche, se desea que los cristales de azúcar que se forman sean de tamaño pequeño para que no sean percibidos sensorialmente. Por lo tanto, si se quiere lograr la formación de cristales de tamaño pequeño, es necesario favorecer la nucleación por encima del crecimiento de los mismos. Cualquier sustancia que interfiera en el crecimiento de los cristales, favorecerá el desarrollo de múltiples cristales pequeños en lugar de pocos cristales grandes. Por esta razón se agrega jarabe de glucosa, debido a su viscosidad limita el movimiento difusivo de los azúcares y disminuye la velocidad de crecimiento y, por ende, la de la cristalización. La fuerza impulsora de ambas etapas es la sobresaturación de la solución y, como se dijo anteriormente, el dulce de leche se trata de una solución sobresaturada de azúcares. Puesto que la lactosa es la menos soluble, el defecto de la cristalización en el dulce de leche se asocia principalmente con este hidrato de carbono.

Como se dijo en la Sección 3.2.2, el jarabe de glucosa es menos higroscópico que la sacarosa, es decir, posee menor capacidad de absorber la humedad ambiental. Esto es ventajoso para el dulce de leche ya que la absorción de agua puede acelerar el proceso de cristalización. La presencia de cristales grandes genera una textura arenosa y, además, al cristalizar se libera agua que migra hacia la superficie del producto favoreciendo el desarrollo de microorganismos.

3.4 FORMULACIÓN

Se realizaron distintas experiencias con el fin de definir la formulación del producto. En una primera instancia se obtuvo dulce de leche de cabra utilizando la formulación que figura en la Tabla 3.4.I En base a los resultados obtenidos, se ajustó la fórmula de forma tal de obtener las características deseadas.

Durante el desarrollo se aplicó el concepto de los grados Brix (°Bx), el cual es una medida de la concentración de sólidos secos disueltos en un líquido. En la elaboración de dulce de leche se utiliza para obtener una medida aproximada de la cantidad de azúcares en el producto. Un grado Brix indica que 100 g de muestra contiene 1 g de sólidos secos o azúcares. Los °Bx se miden generalmente con un refractómetro, el cual mide indirectamente la concentración de sólidos disueltos por medio del índice de refracción de la muestra.

A continuación, se detallan estas experiencias realizadas.

Tabla 3.4.I. Formulación base de dulce de leche de cabra.

Materia Prima	**g/100 g de leche de cabra**
Azúcar	21
Jarabe de glucosa	2
Bicarbonato de sodio	0,01
Esencia de vainilla	0,001

Primera experiencia

Objetivos

- Obtener dulce de leche de cabra
- Determinar el rendimiento de la concentración

Materiales

- Leche de cabra entera pasteurizada
- Azúcar
- Bicarbonato de sodio
- Jarabe de glucosa
- Esencia de vainilla
- Cacerola
- Refractómetro
- Revolvedor
- Frasco de vidrio
- Balanza

Procedimiento

Se colocaron 1 L de leche de cabra entera pasteurizada, 210 g de azúcar y 0,1 g de bicarbonato de sodio en una cacerola. Se revolvió para integrar todas las materias primas y se concentró por ebullición a presión atmosférica, mezclando constantemente durante todo el proceso. Cuando visualmente se notó que se estaba llegando a la consistencia deseada, se procedió a medir los °Brix con el refractómetro. Para ello, se colocó una gota de producto sobre el prisma del instrumento, se lo orientó a una fuente lumínica y se obtuvo la medición a partir de la intersección de la línea horizontal que se forma con la escala numérica (Figura 3.4.a.). A los 60°Bx se agregó el jarabe de glucosa y a los 68°Bx se retiró la cacerola de la fuente de calor. Posteriormente, se adicionaron 2 gotas de esencia de vainilla, se colocó el producto obtenido en un frasco de vidrio y se almacenó a temperatura de refrigeración (4°C) hasta que estuviera frío. Por último, se midieron los °Bx finales y se registró la masa de dulce de leche de cabra obtenida. Para analizar sensorialmente el producto obtenido, se realizó previamente el entrenamiento que se describe en la Sección 3.5 y se tuvieron en cuenta los descriptores definidos dentro de la misma.

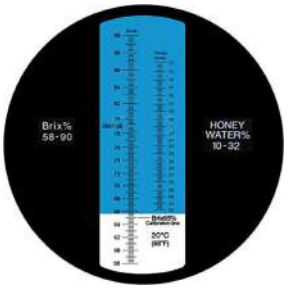


Figura 3.4.a. Intersección entre la línea horizontal y la escala numérica del instrumento.

Resultados y análisis de resultados

En la Figura 3.4.b. puede observarse el producto obtenido:



Figura 3.4.b. Dulce de leche de cabra obtenido con la formulación base.

Respecto al análisis organoléptico, se obtuvo un dulce de leche de cabra con sabor, aroma y brillosidad agradables. El producto se untaba con facilidad sobre una galleta y, en cuanto a su dureza, era un dulce blando en comparación con otros dulces de leche comerciales. Una forma de aumentar la dureza es incrementando el tiempo de concentración para reducir aún más la cantidad de agua y, por ende, la movilidad de las moléculas en el alimento. Otra opción es aumentar la cantidad de azúcar agregada sin modificar el resto de los parámetros. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estas dos alternativas favorecen el proceso de cristalización de los hidratos de carbono, principalmente la de la lactosa debido a que posee menor solubilidad. Esto es así ya que, como se vio en la Sección 3.3, la fuerza impulsora de la cristalización es la sobresaturación de la solución, con lo cual se obtienen cristales más grandes cuanto mayor sea esta fuerza. Al disminuir la cantidad de agua por evaporación, se reduce la masa de solvente que mantiene en solución la lactosa. El agregado de sacarosa, por su parte, aumenta la competencia contra la lactosa por el agua, lo cual conlleva a que la solubilidad de ésta última disminuya. Como se vio en la Sección 3.3, el agregado de jarabe de glucosa aumenta la viscosidad de la solución y, como consecuencia, ayuda a prevenir la formación de cristales de carbohidratos. En función de la formulación base, se utilizó 22 kg de sacarosa/100 L de leche de los cuales se sustituyó el 9% m/m con jarabe de glucosa. Según el CAA (2015), se permite agregar 30 kg de sacarosa/100 L de leche y sustituir hasta el 40% m/m con jarabe de glucosa. Por lo tanto, para aumentar la dureza se puede aumentar la concentración de sacarosa y/o el tiempo de concentración, junto con un incremento en el agregado de jarabe de glucosa. En

este caso, el uso de espesantes no es una opción viable ya que sólo están permitidos en la elaboración de dulce de leche repostero.

Otro atributo con el cual se puede trabajar es el color, ya que si bien resultó homogéneo fue más claro que el deseado. Como ya se dijo, durante la concentración se lleva a cabo la reacción de Maillard. Por lo tanto, una forma de obtener un producto más oscuro es favoreciendo esta reacción. Esto puede lograrse aumentando la cantidad de bicarbonato de sodio que se agrega que, como se vio en la Sección 3.5, este aditivo actúa como neutralizante e incrementa la velocidad de reacción al alcalinizar el medio. Otra opción para mejorar el color es agregar mayor cantidad de jarabe de glucosa y/o agregarlo antes de alcanzar los 60°Bx ya que la glucosa se trata de un azúcar reductor y, por ende, reactivo de la reacción.

El color final del producto no sólo es debido a la reacción de Maillard, sino también a la caramelización. Por lo tanto, el agregado de jarabe de glucosa y sacarosa también ayudan a desarrollar el color al aumentar la cantidad de reactivos que se utilizan en la caramelización.

Es importante tener en consideración que las condiciones en las cuales se realizó esta experiencia no son las mismas que las correspondientes a la producción a mayor escala. En ese caso, la concentración se realiza con vapor a presión y con un sistema de doble agitación, además de utilizar otra metodología. En la sección 4 se explica con mayor detalle la manera en la cual se elabora dulce de leche a mayor escala pero, en resumen, la concentración se realiza mediante un sistema de goteo con el cual se agrega lentamente la mezcla preparada. Aún así, se destaca que no se detectaron sensorialmente grumos ni cristales de azúcares luego del enfriamiento del producto.

Por último, se utilizó la siguiente expresión para estimar el rendimiento del proceso:

$$Rendimiento\ (kg/L) = \frac{Masa\ de\ producto}{Volumen\ de\ leche} x100$$

Donde: masa de producto es la masa obtenida de dulce de leche de cabra luego del enfriamiento y volumen de leche es el volumen de leche de cabra utilizada para elaborar el producto. Para este caso, se cuentan con los siguientes datos: Masa del recipiente= 107 g; masa del recipiente con el producto terminado= 450 g; volumen de leche= 1 L. Reemplazando estos valores, se obtiene un rendimiento igual a 0,45 kg de dulce de leche/1 L de leche. Con este parámetro se puede estimar rápidamente la cantidad de producto que se obtiene a partir de una cantidad

conocida de leche. Desde el punto de vista económico conviene maximizar el rendimiento para reducir costos de producción. Esto puede lograrse aumentando la cantidad de sólidos en el producto agregando mayor cantidad de sacarosa. Otra alternativa es eliminar menor cantidad de agua en la concentración, sin embargo esto está limitado por el requisito de humedad planteado en el CAA y por cuestiones de inocuidad. Además, si la humedad final del alimento es mayor, la dureza del mismo disminuye. Por estas razones, si se desea aumentar el rendimiento, es preferible agregar mayor cantidad de sacarosa.

Conclusiones de la primera experiencia

Con la formulación base se obtuvo un dulce de leche de cabra con características organolépticas agradables. Sin embargo, se plantea que se mejore el color y la consistencia. El color puede mejorarse agregando mayor cantidad de bicarbonato de sodio y/o de jarabe de glucosa ó adicionando esta última materia prima antes de alcanzar los 60°Bx. Por su parte, la consistencia puede mejorarse agregando mayor cantidad de sacarosa y jarabe de glucosa y/o aumentando el tiempo de concentración. Por último, se obtuvo un rendimiento de 0,45 kg de dulce/ L de leche de cabra, el cual puede mejorarse incrementando la cantidad de sacarosa utilizada.

Segunda experiencia

Objetivo

- Determinar la cantidad de bicarbonato de sodio a agregar para obtener el color deseado.

Materiales

- Leche de cabra entera pasteurizada
- Azúcar
- Bicarbonato de sodio
- Jarabe de glucosa
- Esencia de vainilla
- Cacerola
- Refractómetro
- Revolvedor
- Frascos de vidrio
- Balanza

Procedimiento

Se elaboraron dos dulces de leche de cabra siguiendo el mismo procedimiento descrito en la experiencia anterior (también concentrando hasta 68°Bx), con la diferencia que para uno de ellos se utilizó 0,07% m/m de bicarbonato de sodio y para el otro 0,13%. Se observaron distintos atributos como brillosidad, untabilidad, dureza, aroma y sabor, prestando especial atención al color obtenido.

Resultados y análisis de resultados

En la Figura 4.3.c se muestran los dulces obtenidos con las diferentes concentraciones de bicarbonato de sodio. También se agregó el dulce obtenido en la experiencia anterior con 0,01% m/m de bicarbonato de sodio.



Figura 4.3.c Dulce de leche de cabra obtenido con: A) 0,01%m/m; B) 0,07% m/m y C) 0,13% m/m de bicarbonato de sodio.

En la Figura 4.3.c se observa que efectivamente se obtiene un dulce más oscuro a medida que se aumenta la cantidad de bicarbonato de sodio agregada. Esto concuerda con lo estudiado teóricamente ya que, como se dijo anteriormente, este aditivo se añade con el objetivo de favorecer la reacción de Maillard. Teniendo en cuenta que se busca un color similar al de la Figura 3.1.a, puede decirse que el que más se asemeja es el obtenido con 0,07% (Figura 4.3.c.B). Por otro lado, el resto de los atributos (sabor, aroma, consistencia, untabilidad, brillosidad) resultaron similares a las obtenidas en la primera experiencia, lo cual es esperable ya que el bicarbonato de sodio afecta únicamente al color del producto en la concentración agregada.

3.4.1 Formulación definitiva

Se decidió utilizar una formulación teórica (Tabla 3.4.i.) para poder continuar con el proyecto. A diferencia de la formulación anterior, se incorporó hidróxido de sodio para neutralizar y se incrementó la cantidad de bicarbonato de sodio a 0,07%. Es importante resaltar que en las experiencias se utilizó leche de cabra pasteurizada cuando en la industria se utiliza leche cruda. A diferencia de la leche de cabra cruda, la leche pasteurizada pasó previamente por una etapa de neutralización, razón por la cual se añadió hidróxido de sodio en la nueva formulación. También se agregó sorbato de potasio que, como se mencionó en la Sección 3.7, se utiliza como conservante.

Tabla 3.4.i. Formulación teórica de dulce de leche de cabra.

Materia Prima	g/100 g de leche de cabra
Azúcar	21
Jarabe de glucosa	2
Bicarbonato de sodio	0,07
Hidróxido de sodio	0,03
Sorbato de potasio	0,004
Esencia de vainilla	0,001

3.5 ANÁLISIS SENSORIAL

Objetivos

- Realizar un análisis descriptivo a un dulce de leche de cabra artesanal y a un dulce de leche de vaca tradicional artesanal para estudiar sus perfiles sensoriales. Definir descriptores y escalas que se utilizaron en este capítulo.
- Realizar un análisis afectivo a los dos dulces mencionados para analizar la aceptabilidad de los mismos.

Introducción

El análisis sensorial se define como la disciplina científica que se utiliza para medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, oído y

tacto (UPAEP, 2014). En otras palabras, es el análisis de alimentos u otros productos por medio de los sentidos y que, además, se encuentra normalizado ya que hay una gran cantidad de factores que afectan las mediciones sensoriales.

Existen diversos tipos de ensayos que se clasifican en tres grupos: afectivos, discriminativos y descriptivos. Los ensayos afectivos se utilizan para evaluar aceptación y preferencia, los discriminativos para evaluar diferencias o similitudes y, por último, los descriptivos se utilizan para determinar las características sensoriales relevantes (UPAEP, 2014). Puesto que cada uno de los ensayos busca resultados diferentes, el grado de entrenamiento y cantidad de jueces (quienes realizan los análisis) varía en función de la prueba.

En el marco de desarrollo de productos, la evaluación sensorial puede efectuarse para evaluar nuevos productos, reducir costos, determinar vida útil, realizar comparaciones con otros productos, etc. (UPAEP, 2014). Para este proyecto, se llevó a cabo un análisis descriptivo y uno afectivo a dos dulces de leche tradicionales con el objetivo de evaluar atributos característicos y aceptabilidad de cada uno de ellos como parte del procedimiento de desarrollo de productos.

- *Procedimientos*

Parte A: análisis descriptivo

Materiales

- Dulce de leche de cabra artesanal (CA).
- Dulce de leche de vaca tradicional artesanal (VTA).
- Dulce de leche de vaca tradicional comercial (VTC).
- Dulce de leche de vaca repostero comercial (VRC).
- Edulcorante
- Galleta tipo cracker
- Agua a temperatura ambiente
- Cucharitas plásticas
- Vasos plásticos de 30 mL
- Planillas de evaluación sensorial (Anexo II)
- Balanza granataria

Procedimiento

Se colocaron 40 g de dulce de leche de cabra artesanal a temperatura ambiente en un vaso plástico y se lo rotuló con el código 321 (número seleccionado al azar). Se repitió este paso pero con un dulce de leche de vaca tradicional artesanal a temperatura ambiente y rotulado con el código 688.

Como parte del entrenamiento de los panelistas se prepararon algunas muestras de referencia ya que para este tipo de ensayo se requiere que las respuestas sean lo más objetivas posible. Se obtuvieron referencias para los atributos de color, brillo, dureza, filancia y sabor dulce. Como referencia de color se colocaron unos cuadrados de colores sobre la escala estructurada utilizada (anexo II). Se utilizaron 20 g de dulce de leche VRC a temperatura ambiente en un vaso plástico como referencia para los valores mínimos de brillo y filancia y para el valor máximo de dureza. Se prepararon 20 g de dulce de leche VTC a temperatura ambiente con 30 gotas de edulcorante como referencia para el valor mínimo de dureza y el valor máximo de filancia. Para el extremo superior de sabor dulce se utilizó dulce de leche VRC con 30 gotas de edulcorante y, para el máximo de brillo se empleó dulce de leche VTC.

Una vez que se prepararon todas las muestras, se procedió a realizar el ensayo. Para ello, se les dio a cada juez una muestra 321, una muestra 688, las muestras de referencia, un vaso con agua y galletas para tomar entre muestras, la planilla a completar y cucharitas plásticas (Figura 5.3.a).

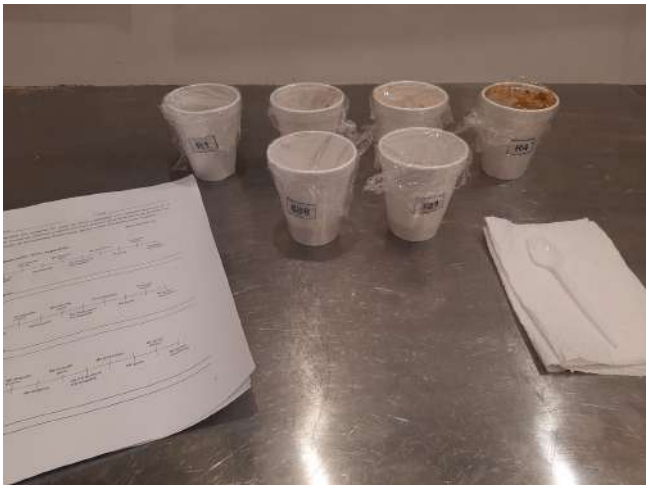


Figura 5.3.a. Preparación del ensayo sensorial.

En un principio se les explicó a todas las personas el propósito del ensayo, así también como las instrucciones para llevarlo a cabo. Se recalcó la importancia de evitar influir en el análisis de otro y, además, se aseguró que el orden en que las

muestras 321 y 688 eran analizadas fuera aleatorio. Posteriormente, 16 panelistas debieron analizar las dos muestras realizando una marca sobre las escalas estructuradas de 10 puntos (Figura 5.3.b). Se evaluaron los siguientes atributos: color, brillo, intensidad del aroma, dureza, filancia, untabilidad, intensidad del sabor, sabor dulce, sabor caramelo, arenosidad, adhesividad y regusto y, además, se preguntó si la muestra evaluada presenta grumos o no.



Figura 5.3.b. Escala estructurada de 10 puntos utilizada para la prueba descriptiva.

Parte B: análisis afectivo

Materiales

- Dulce de leche de cabra artesanal (CA)
- Dulce de leche de vaca tradicional artesanal (VTA)
- Vasos plásticos de 30 mL
- Cucharitas plásticas
- Planillas de evaluación sensorial (Anexo II)
- Balanza granataria

Procedimiento

Para esta evaluación no se utilizaron referencias ya que se buscaba que el panelista analizara las muestras en base a sus preferencias. Cada juez tenía una muestra de dulce de leche de cabra artesanal a temperatura ambiente (rotulada con el número 321), una muestra de dulce de leche de vaca tradicional artesanal a temperatura ambiente (rotulada como 688), un vaso con agua y galletas para tomar entre muestras, la planilla a completar y cucharitas plásticas. En este caso también se les explicó a todas las personas el propósito del ensayo y las instrucciones para realizarlo. Se recalcó la importancia de evitar influir en el análisis de otro y se aseguró que el orden en que las muestras 321 y 688 eran analizadas fuera aleatorio. Posteriormente, 17 panelistas analizaron las dos muestras realizando una marca sobre las escalas hedónicas verbales de 9 puntos (Figura 5.3.c). Se evaluaron los siguientes atributos: apariencia (color, brillo y superficie), aroma, sabor, textura en boca y aceptabilidad global. Además, se les preguntó a las personas si consumirían los productos que estaban analizando.

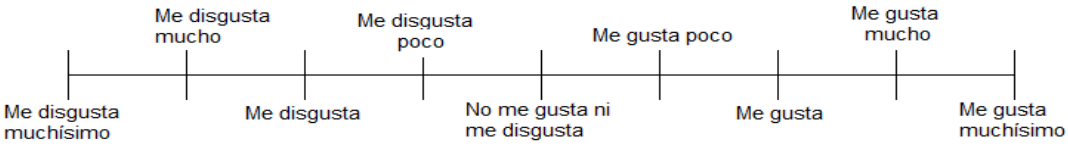


Figura 5.3.c. Escala hedónica verbal de 9 puntos utilizada para la prueba afectiva.

- *Resultados y análisis de resultados*

Parte A: análisis descriptivo

En el Anexo III se encuentran las tablas con los resultados de las pruebas realizadas. Primero, se realizó una limpieza de datos ya que algunos de ellos se desviaron significativamente de la media, luego, se calcularon los promedios y las varianzas correspondientes a cada uno de los atributos estudiados. En la Tabla 5.4.i. se resumen los resultados obtenidos para ambas muestras de dulce de leche y, en la Figura 5.4.a, se muestran los perfiles sensoriales resultantes:

Tabla 5.4.i. Resultados obtenidos del análisis descriptivo de ambas muestras.

Atributo	CA	VTA
Color	3,6 ± 1,1	5,6 ± 1,9
Brillo	5,5 ± 3,4	7,8 ± 2,7
Intensidad del aroma	3,2 ± 1,9	3,4 ± 1,7
Dureza	4,5 ± 1,8	3,9 ± 1,1
Filancia	5,5 ± 2,9	7,3 ± 2,6
Untabilidad	8,0 ± 3,6	8,8 ± 2,0
Intensidad del sabor	5,6 ± 2,8	5,2 ± 2,8
Sabor dulce	7,0 ± 2,7	6,4 ± 1,2
Sabor caramelo	6,1 ± 2,7	5,3 ± 1,8
Arenosidad	0,7 ± 0,5	2,3 ± 1,1
Adhesividad	7,2 ± 1,7	4,8 ± 2,2
Regusto	5,5 ± 2,5	6,7 ± 2,7

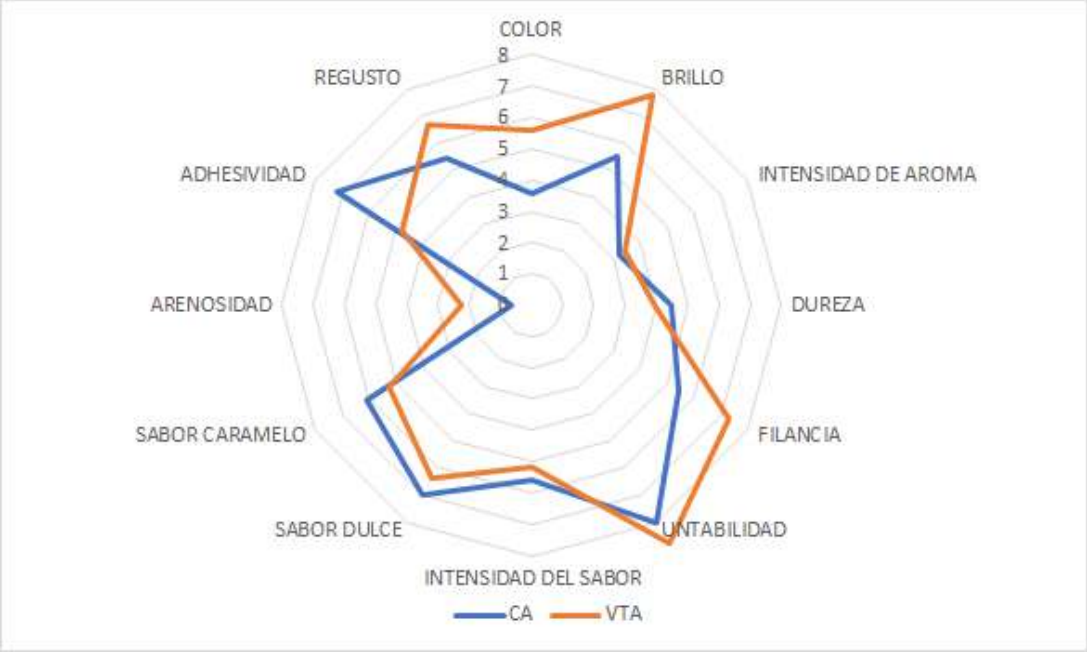


Figura 5.4.a. Perfiles sensoriales del dulce de leche de cabra artesanal (en azul) y del dulce de leche de vaca artesanal (en naranja) obtenidos a partir del análisis descriptivo.

El dulce de leche de cabra artesanal mostró un balance medio-alto (mayor a 5 puntos) en los atributos de brillo, filancia, untabilidad, intensidad del sabor, sabor dulce, sabor caramelo, adhesividad y regusto. El atributo que más destacó fue el de untabilidad con un puntaje de 7,2 de 10. Los atributos que obtuvieron puntajes de medio a bajo (menor a 5) son color, intensidad del aroma, dureza y arenosidad, siendo arenosidad e intensidad del aroma los que menos caracterizan al producto (con puntajes de 0,7 y 3,2 respectivamente). Por el contrario, el dulce de leche de vaca artesanal mostró un balance medio-alto en los atributos de color, brillo, filancia, untabilidad, intensidad del sabor, sabor dulce, sabor caramelo y regusto. Esta muestra se destacó principalmente por su brillo y untabilidad, con puntajes iguales a 7,8 y 8,8 respectivamente. Los atributos que obtuvieron puntajes de medio a bajo son intensidad del aroma, dureza, arenosidad y adhesividad.

Al comparar los dos perfiles, VTA obtuvo puntajes mayores en todos los atributos a excepción de dureza, intensidad del sabor, sabor dulce, sabor caramelo y adhesividad. Estas diferencias pueden atribuirse a múltiples factores, tales como la formulación de los productos (tanto por las materias primas utilizadas como por las cantidades añadidas), el proceso de elaboración y calidad de las materias primas. Tal como se vio en la Sección 4.2, un color más oscuro puede deberse a un tiempo de concentración más prolongado, una mayor cantidad de bicarbonato de sodio agregada o por adicionar el jarabe de glucosa antes de tiempo o en mayor

proporción. También hay que tener en cuenta que la diferencia en la composición de las leches influye en el resultado final del color. Como se vio en la Sección 3.1.3, la leche de cabra posee menor contenido de lactosa, lo cual puede estar relacionado con la obtención de un color más claro debido a que este componente es uno de los reactivos de la reacción de Maillard. En cuanto al regusto, se piensa que menor cantidad de materia grasa está relacionado con un regusto mayor (Quispe, 2014). Esto puede ser una de las causas por las cuales se obtuvo un puntaje más elevado de este atributo en el dulce de leche de vaca, ya que, como se vio en la Sección 3.1.3, la leche de cabra contiene mayor cantidad de grasa.

Asumiendo que ambas muestras son independientes, que los valores obtenidos se distribuyen estadísticamente de forma normal y que las varianzas son homogéneas, se realiza el test de Student para determinar si hay diferencias significativas entre los productos estudiados. Para la prueba t-Student se plantea una hipótesis nula (Ho) que indica que las medias de las dos muestras son iguales, y una hipótesis alternativa (H1) que indica que las medias de las dos muestras son significativamente diferentes. Además, se establece un nivel de significación (α) de 5%. Los valores de t-student para cada atributo se calcularon utilizando Excel, luego, se los comparó con un valor crítico tc y, si t<tc entonces se rechaza la hipótesis Ho (es decir, no hay diferencias significativas entre las medias de las muestras). El valor de tc depende de α y de los grados de libertad (32 en este caso), con lo cual se obtiene tc=2,04. En la Tabla 5.4.ii. se muestran los valores estimados de t para cada atributo:

Tabla 5.4.ii. Valores de t correspondientes a cada atributo.

Atributo	t
Color	-4,21
Brillo	-3,04
Intensidad en aroma	-0,32
Dureza	1,09
Filante	-2,70
Untabilidad	-1,19
Intensidad del sabor	0,51
Sabor dulce	1,21
Sabor caramelo	1,35
Arenosidad	-3,72
Adhesividad	4,09
Regusto	-1,79

Se puede decir que se encontraron diferencias significativas en el atributo adhesividad, mientras que el resto de los atributos resultaron ser estadísticamente similares.

Por último, en la Figura 5.4.b. se muestra la frecuencia de respuestas positivas y negativas a la pregunta de presencia de grumos:

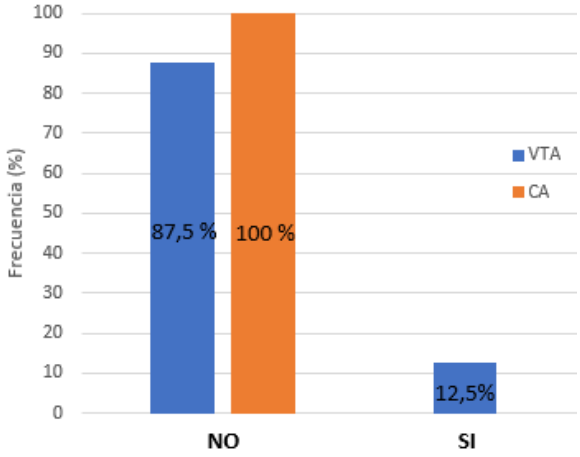


Figura 5.4.b. Frecuencia (%) de respuestas positivas y negativas a la presencia de grumos.

Se observa que la totalidad de los encuestados no detectó grumos en el dulce de leche de cabra (CA), mientras que este porcentaje alcanza 87,5% en el caso del dulce de leche de vaca (VTA). Estos resultados son favorables puesto que la presencia de grumos no es deseable en el producto final. Esta característica puede deberse probablemente a una agitación ineficiente o a las características del procesamiento en sí. También puede ser provocada por alcanzar una acidez excesiva durante la concentración, lo cual conlleva a la precipitación de caseínas. Sin embargo, como la cantidad de neutralizante que se utiliza se ajusta a la acidez inicial de la leche y se asume que se partió de leche de buena calidad, es poco probable que la causa de la presencia de grumos se deba a este último planteo.

Parte B: análisis afectivo

A cada expresión que figura en la escala hedónica verbal de 9 puntos (Figura 5.3.c.) se le asignó un valor numérico, tal como se muestra en la Tabla 5.4.i. Luego se tradujeron las evaluaciones de los panelistas en datos numéricos y se prosiguió a calcular el promedio y la desviación estándar para cada muestra y atributo estudiado (Figuras 5.4.a y 5.4.b).

Tabla 5.4.i. Puntajes correspondientes a la escala hedónica verbal de 9 puntos

Escala verbal	Puntaje
Me disgusta muchísimo	1
Me disgusta mucho	2
Me disgusta	3
Me disgusta poco	4
No me gusta ni me disgusta	5
Me gusta poco	6
Me gusta	7
Me gusta mucho	8
Me gusta muchísimo	9

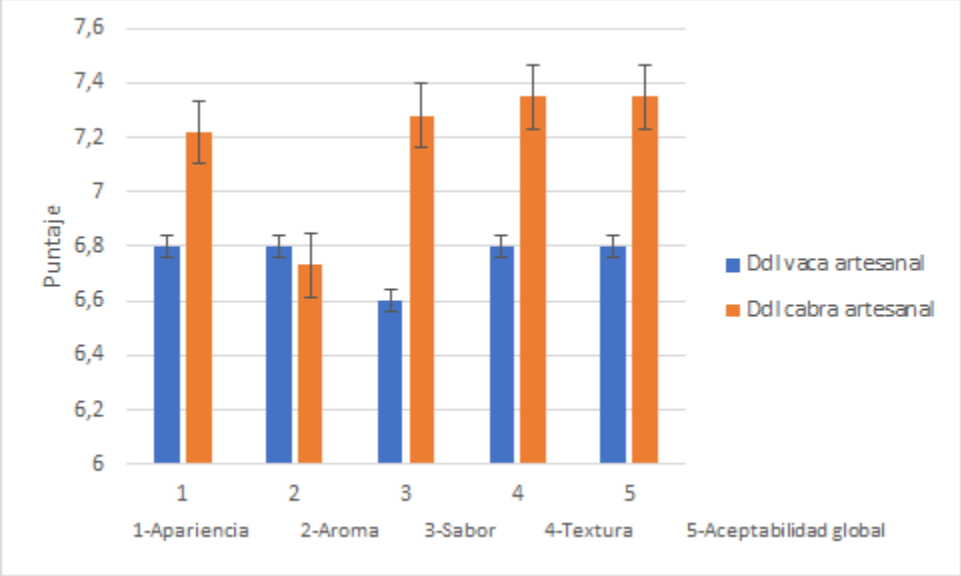


Figura 5.4.a. Promedios y desviaciones estándares de dulces de leches artesanales.

Se puede observar en las Figura 5.4.a. que los puntajes de todos los atributos superaron el valor 6 en ambas muestras, lo cual indica que ambos productos son percibidos sensorialmente de forma positiva. Asumiendo que ambas muestras son independientes y que los valores obtenidos se distribuyen estadísticamente de forma normal, se realiza el test de Student para determinar si hay diferencias significativas entre los productos estudiados. Otro de los supuestos de este test es que las varianzas de ambas muestras deben ser homogéneas, para lo cual se realizó la prueba de Levene y se obtuvo que esta hipótesis se cumple. Nuevamente se plantea la hipótesis nula (Ho) de que las medias de las dos muestras son iguales y la hipótesis alternativa (H1) de que las medias de las dos

muestras son significativamente diferentes. Además, se establece el nivel de significación (α) de 5%. Se recuerda que si t<tc entonces se rechaza la hipótesis Ho (es decir, no hay diferencias significativas entre las medias de las muestras). En la Tabla 5.4.ii. se muestran los valores estimados de t para cada atributo:

Tabla 5.4.ii. Valores de t correspondientes a cada atributo analizado.

Atributo	t
Apariencia	1,15
Aroma	-0,23
Sabor	1,95
Textura en boca	1,58
Aceptabilidad global	1,84

El valor de tc depende de α y de los grados de libertad (32 en este caso), con lo cual se obtiene tc=2,04. Se puede decir que el grado de aceptabilidad para todos los atributos es estadísticamente similar para los dulces de leche estudiados.

Por último, se analizó el porcentaje de personas que consumirían los productos, en la Figura 5.4.b. se muestran dos gráficos de torta que se crearon a partir de las respuestas obtenidas de las planillas:

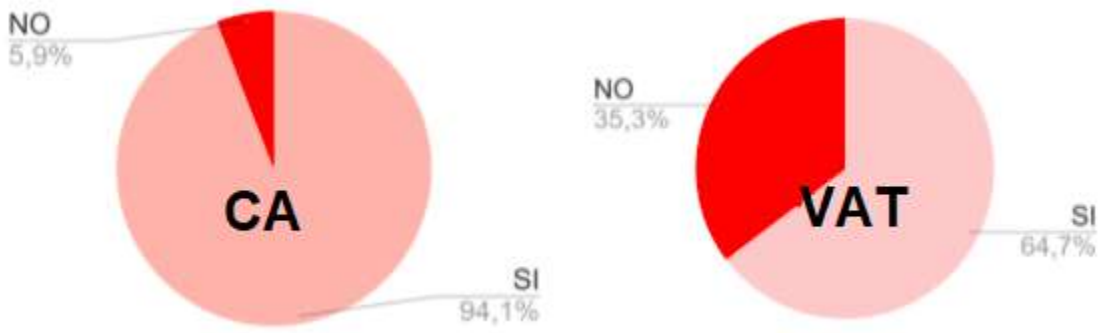


Figura 5.4.b. Porcentaje de encuestados que consumirían los productos analizados.

Se observa en la Figura 4.5.b. que el 94,1% de los participantes están dispuestos a consumir el dulce de leche de cabra artesanal mientras que el 64,7% el dulce de leche de vaca artesanal. Esto indica la alta predisposición que tiene la población a consumir el producto. En la encuesta online realizada (ANEXO I), se obtuvo que el 72,2% de los encuestados consumirían el dulce CA sin haberlo probado. El resultado obtenido del análisis sensorial muestra que este porcentaje aumentó luego de que las personas hayan degustado el producto.

- *Conclusiones del análisis sensorial*

El dulce de leche de cabra artesanal mostró un balance medio-alto (mayor a 5) en los atributos de brillo, filancia, untabilidad, intensidad del sabor, sabor dulce, sabor caramelo, adhesividad y regusto. Por su parte, el dulce de leche de vaca artesanal mostró un balance medio-alto en los atributos de color, brillo, filancia, untabilidad, intensidad del sabor, sabor dulce, sabor caramelo y regusto. Al comparar los dos perfiles, el dulce de leche de vaca obtuvo puntajes mayores en todos los atributos a excepción de dureza, intensidad del sabor, sabor dulce, sabor caramelo y adhesividad. Estas diferencias se atribuyen a distintos factores relacionados con la formulación y el proceso de elaboración. Al realizar el test de Student, se encontraron diferencias significativas únicamente en el atributo adhesividad.

En cuanto a la prueba afectiva, se encontró que el grado de aceptabilidad de los atributos resultó estadísticamente similar para ambas muestras. Finalmente, se obtuvo una alta predisposición por parte de los panelistas a consumir el dulce de leche de cabra y se mostró que esta predisposición resultó mayor a la que se obtuvo en la encuesta online realizada con personas que no habían probado el producto.

3.6 ANÁLISIS TEÓRICO MICROBIOLÓGICO

El agua es el solvente donde ocurren las reacciones químicas y enzimáticas de la célula y es indispensable para el desarrollo de los microorganismos. Sin embargo, en el alimento puede encontrarse ligada o libre. La actividad de agua (a_w) corresponde con el agua “libre”, es decir, la que está disponible para el desarrollo de los microorganismos y la ocurrencia de reacciones. La cantidad de a_w en un alimento influye en las velocidades de deterioro del producto, tal como puede observarse en la Figura 3.6.a:

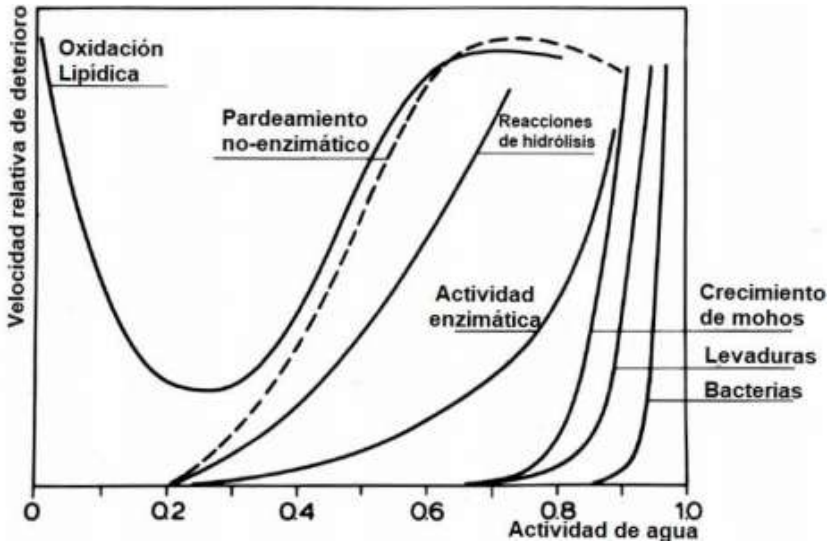


Figura 3.6.a. Influencia del aw sobre la velocidad de reacción (Badui Dergal, 2006).

Se resalta que por encima de a_w=0,65 empieza el desarrollo microbiano. En el caso del dulce de leche (cuyo a_w se encuentra por debajo de 0,85) predominan los hongos (levaduras y mohos). La severidad de la concentración es tal que se destruye la flora microbiana proveniente de las materias primas y los patógenos que pudieran haberse desarrollado. Por esta razón, la microflora generalmente proviene de la etapa de enfriado y envasado, a partir de las esporas presentes en el ambiente y maquinaria (Char, 2003).

Por otro lado, hay que tener en cuenta que además de una baja a_w, el dulce de leche posee una elevada concentración de azúcares. La alta concentración de azúcar actúa como barrera contra el desarrollo de microorganismos. El azúcar es un compuesto con una gran capacidad de hidratación, por lo tanto, adicionarlo en un alimento y disolverlo provoca un aumento de la presión osmótica y una disminución de la a_w. Por lo tanto, los microorganismos que pueden desarrollarse en este medio se reducen a aquellos que soportan altas presiones osmóticas y baja actividad de agua. Char (2003) afirma que en este alimento crecen hongos xerófilos y osmófilos, especialmente los géneros *Eurotium, Aspergillus* y *Penicillium*. Los mohos se pueden observar en la superficie del dulce porque crece en forma macroscópica y suelen ser visibles a simple vista. Poseen filamentos llamados hifas, pero cuando éstas se unen forman el micelio y penetran dentro del alimento para consumir agua y nutrientes. Las esporas producidas tienen alto grado de resistencia térmica. Además, los hongos toleran un rango de pH de entre 2 a 9 (el dulce de leche es un alimento poco ácido con pH entre 5 y 6,8) y su temperatura de crecimiento óptima es entre 25 y 35°C (el dulce se comercializa a temperatura ambiente).

Otro microorganismo que se tiene en consideración es *Staphylococcus Aureus.* Esta bacteria puede desarrollarse a partir de una a_w igual o mayor a 0,83 y puede soportar ambientes con alta concentración de sólidos. Es considerada como patógena ya que es causante de intoxicaciones serias por la ingestión de dulce de leche contaminado con sus enterotoxinas, las cuales son termoestables (Böhme, 2012).

Para controlar la contaminación y proliferación de estos microorganismos se implementan Buenas Prácticas de Manufactura y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (Sección 11). Además, el envasado se realiza a temperatura elevada con tal de lograr un llenado aséptico y se utiliza sorbato de potasio como antimicótico.

3.7 ROTULADO

El rótulo del producto es la descripción adherida al envase del dulce de leche de cabra, su función es brindar al consumidor información sobre las características del producto. En el capítulo V del CAA (2006) se describen las normas para la rotulación y publicidad de los alimentos. En el rótulo no debe darse información que sea falsa, incompleta, insuficiente o que induzca engaño o error al consumidor.

Como información obligatoria se encuentra: denominación de venta; lista de ingredientes; contenido neto; identificación de origen; nombre o razón social y dirección del importador (para alimentos importados); identificación del lote; fecha de duración y preparación e instrucciones de uso del alimento (cuando sea necesario). Se puede agregar información facultativa en el rotulado, por ejemplo, algún nombre de fantasía o alguna representación gráfica, siempre y cuando no se contradiga con lo expuesto en el CAA.

Respecto del rotulado nutricional, es obligatorio declarar el contenido cuantitativo del valor energético y de los siguientes componentes: carbohidratos, proteínas, grasas totales, grasas saturadas, grasas trans, fibra alimentaria y sodio. El valor energético debe calcularse utilizando las conversiones mostradas en la Tabla 4.4.1. También se debe informar el porcentaje de los valores diarios (%VD), para lo cual se tuvo en consideración los valores diarios de referencia mostrados en la Tabla 4.4.2.

Tabla 4.4.1. Cantidad de energía aportada por cada 1 gramo de nutriente (CAA, 2006)

Nutriente	Cantidad de energía (Kcal/g)
Carbohidratos	4
Proteínas	4
Grasas	9

Tabla 4.4.2. Valores diarios de referencia de nutrientes (CAA, 2006).

Nutriente	Cantidad diaria
Valor energético	2000 Kcal/día
Carbohidratos	300 g/día
Proteínas	75 g/día
Grasas totales	55 g/día
Grasas saturadas	22 g/día
Fibra alimentaria	25 g/día
Sodio	2400 mg/día

A continuación, se describe como ejemplo un rótulo para del dulce de leche de cabra teniendo en cuenta todas las consideraciones planteadas en el CAA. Para el rotulado nutricional (Tabla 4.4.3), se utilizaron los valores obtenidos con balances de masa (Sección 7.1).

- *Denominación de venta:* “Dulce de leche de cabra”
- *Lista de ingredientes:* leche de cabra, azúcar, jarabe de glucosa, bicarbonato de sodio, hidróxido de sodio, sorbato de potasio (conservante), vainillina (aromatizante)”. Luego de la lista de ingredientes, se agrega la leyenda “*contiene leche*” en mayúsculas, en negrita y con un tamaño de letra de 2 mm como mínimo.
- *Contenido neto:* “Cont. neto 450 g”
- *Identificación de origen*: “Fabricado en: ”
- *Identificación del lote*: “L 20022020”.
- *Fecha de duración*: en frasco de vidrio es 1 año y medio y en envase primario de cartón son 3 meses (Marchini, 2020). Por ejemplo, si la fecha de elaboración fue el 20 de febrero de 2020, para el envase de cartón puede aclararse de la siguiente forma “vto 20 MAY” y para el envase de vidrio “vto AGO 2020”.

- *Nombre o razón social y dirección del importador*: no aplica
- *Preparación e instrucciones de uso*: no aplica

Tabla 4.4.3. Rótulo nutricional.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL Porción 20 g (1 cuchara de sopa)		
	Cantidad por porción (g)	% VD(*)
Valor Energético	77	4
Carbohidratos	12,70	4
Proteínas	1,7	2
Grasas totales	2,2	4
Grasas trans	0	-
Fibra alimentaria	0	0

(*) Valores diarios con base a una dieta de 2000 kcal u 8400 kJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas.

(**) No aporta cantidades significativas.

3.8 ENVASES

Los envases son recipientes destinados a presentar y contener un producto protegiéndolo del deterioro, adulteración o contaminación desde el momento de la fabricación hasta el momento de su uso (CAA, 2015). Facilitan el uso, distribución y almacenamiento del contenido además de otorgar información sobre el mismo (Arapack, 2019).

Existen distintos tipos de envases en función del nivel de protección o contacto del envase con el producto: envase primario (aquel que está en contacto con su contenido), secundario (contiene al envase primario) y terciario (contiene los dos anteriores).

4.5.1 Material del envase

Existen diversos materiales autorizados por el CAA con los que pueden estar fabricados los envases. Los más comunes son: vidrio, cartón, acero, aluminio, plásticos, etc. A continuación se describen los materiales seleccionados para el envasado del dulce de leche de cabra.

4.5.1.1 Envase primario

Se escogieron dos materiales como envase primario: vidrio y cartón, los fueron los más valorados por parte de los consumidores potenciales en la encuesta

online realizada. Según el Servicio Meteorológico Nacional (2016), la humedad relativa promedio en Mar del Plata entre el período 2013-1016 fue 77%. Esto provoca que, como la humedad relativa del dulce de leche de cabra es mayor, el producto se seca. Por estas razones, se requiere que el envase sea lo más hermético e impermeable posible.

Entre las características del vidrio se pueden destacar (Fardín, 2020):

- Es rígido y frágil.
- Es inerte al contacto con los alimentos, no mantiene ninguna interacción química con su contenido.
- Es hermético e impermeable a los gases y no necesita aditivos para conservar los alimentos envasados.
- Es reciclable y puede ser reutilizado.

En la Figura *4.5.a* se muestra un ejemplo de un envase de vidrio:



Figura 4.5.a Envase de vidrio.

Las características del envase primario se muestran en la tabla 4.5.a:

Tabla 4.5.i Especificaciones del envase primario.

Características	Especificación/Medida
Diámetro	65 mm
Altura	120 mm
Cierre	twist off (rosca)
Capacidad	360 cc (450 g de producto)
Peso (con tapa)	212 g
Color	Transparente

El segundo material seleccionado para el envase primario es el cartón. Las ventajas de este material son (Mapiser, 2018):

- Es ligero, lo cual facilita la carga y descarga del producto y se disminuyen costos de transporte.
- El cartón es más económico que otros materiales que están en el mercado.
- Se pueden realizar impresiones de buena calidad sobre las mismas, lo cual facilita la tarea de almacenamiento y distribución. A su vez, se pueden usar de manera eficiente para llamar la atención del consumidor.
- Son biodegradables y reciclables.

El cartón utilizado como envase primario requiere de alguna barrera contra los gases. Es por ello que puede recubrirse con algún film impermeable o aplicar alguna cera (Fardín, 2020). El inconveniente que se presenta es que este film o capa de cera no se aplica en la tapa, con lo cual existe cierta transferencia de masa a través del material provocando que el producto se seque con el tiempo. Es por esta razón que la vida útil del alimento envasado en cartón es menor que la correspondiente al envasado en frasco de vidrio (3 meses contra 18 meses).

En la Figura 4.5.b se muestra un envase de cartón y en la Tabla 4.5.ii diferentes medidas posibles.



Figura 4.5.b. Envase primario de cartón.

Tabla 4.5.ii. Medidas posibles del envase primario de cartón.

Diámetro (cm)	9	9
Alto (cm)	7	11
Capacidad (kg)	0,5	1

4.5.1.2 Envase secundario

El envase secundario seleccionado es el cartón. En la Figura 4.5.c, se muestra una caja de cartón utilizada para envasar frascos de vidrios:



Figura 4.5.c. Envase secundario.

Las cajas poseen buena rigidez mecánica con la fuerza suficiente para soportar cargas medianas, no es quebradizo pero se rasga fácilmente. En cuanto al grosor del cartón, se puede distinguir entre canal simple, doble o triple. Se eligió de canal doble (aproximadamente 7 mm de espesor) para los frascos de vidrio ya que, por más que el producto se envíe paletizado y el contenido de la caja es menor a 20 kg, el material del envase primario es frágil. Para el caso de envasar los potes de cartón, se puede utilizar un espesor menor, por ejemplo, de 5 mm (canal simple). Las medidas se muestran en la Tabla 4.5.iii:

Tabla 4.5.iii. Medidas de los envases secundarios para 24 unidades.

	Envase		
	Frascos de vidrio	Cartón de 500 g	Cartón de 1 kg
Ancho externo (mm)	274	280	340
Largo externo (mm)	404	370	450
Alto externo (mm)	134	150	190
Espesor (mm)	7	5	5

Al final de la línea de producción, los productos generalmente se paletizan y se envuelven con algún film extensible o termoretráctiles. Esto se realiza con el fin de proteger el contenido frente a agentes externos como así también para mantener armado el pallet.

4. PROCESO DE ELABORACIÓN

4.1 DIAGRAMA DE FLUJO

En la figura 4.1.a se muestra el diagrama de flujo correspondiente al proceso de elaboración de dulce de leche de cabra.

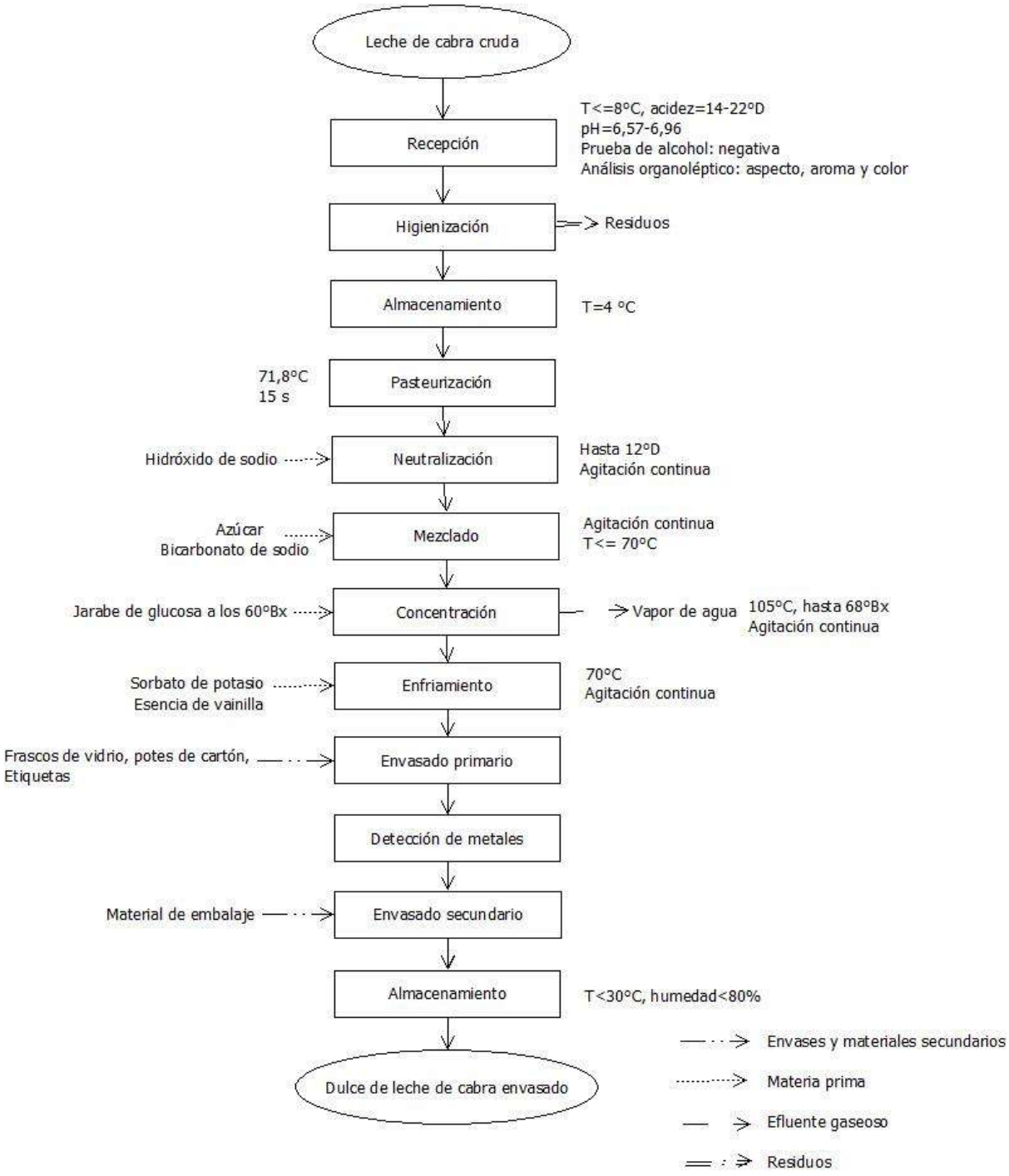


Figura 4.1.a. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del dulce de leche de cabra.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

A continuación se describe detalladamente el proceso de elaboración del producto en cuestión:

4.2.1 Recepción

Puesto que la leche es un alimento con alto contenido de agua, valor nutricional y pH que se acerca a la neutralidad es propensa a sufrir alteraciones por la acción microbiana, razón por la cual se transporta en condiciones de refrigeración. Durante la descarga se realiza un análisis organoléptico (aspecto, color y aroma) , la prueba de alcohol y se controla la temperatura, la acidez y el pH para asegurar la calidad de la misma. La temperatura máxima de arribo es 8°C, el pH debe encontrarse entre 6,57 y 6,96 y la acidez entre 14 y 22 °D. Un valor menor de acidez puede deberse a la mastitis o alguna alteración provocada por algún producto alcalinizante, mientras que un valor mayor se relaciona con el desarrollo microbiano que transforma la lactosa en ácido láctico (Celis & Juárez, 2009). En cuanto a la prueba de alcohol, ésta se realiza para determinar la termoestabilidad del producto y, por ende, si puede ser procesada o no. Esta prueba consiste en mezclar leche con igual volumen de etanol al 70% v/v y se considera que es termoestable si no se forman flóculos. Según Molina *et al.* (2001), el alcohol reduce la constante dieléctrica del medio, lo cual modifica la carga de las proteínas y las desestabiliza. La disminución de la constante dieléctrica provoca que la repulsión entre cargas análogas sea menor, lo que facilita la coalescencia de las caseínas. En otras palabras, el alcohol etílico es un agente que acelera el proceso de aglomeración y precipitación de las proteínas de la leche (Celis & Juárez, 2009). Esta prueba está relacionada con la carga microbiana que contiene el producto. Como se dijo anteriormente, los microorganismos producen ácido láctico a partir de la fermentación de la lactosa. Cuando la concentración de ácidos es elevada, la estabilidad de las proteínas de la leche es menor llegando a provocar la precipitación de las mismas. Esta precipitación se produce normalmente en el punto isoeléctrico (alrededor de 4,6 a 20°C), sin embargo, ocurre a pH más elevados cuanto mayor sea la temperatura (Celis & Juárez, 2009).

4.2.2 Higienización

Una vez recibida la leche, se la hace pasar a través de un filtro para eliminar las impurezas de tamaño mayor a 0,2 mm, tales como pelos y paja.

4.2.3 Almacenamiento

Luego se la almacena a 4°C hasta que sea procesada para mantener su calidad microbiológica. Temperaturas más elevadas promueven la proliferación de microorganismos contenidos en la leche, tales como las bacterias lácticas (Badui Dergal, 2006). Temperaturas inferiores a 3°C pueden provocar el congelamiento de la leche, lo cual puede alterar su composición y calidad (Cofrico, 2021).

4.2.4 Pasteurización

La pasteurización es un tratamiento térmico que se realiza para disminuir el riesgo de la presencia de patógenos sin modificar sustancialmente las características organolépticas del producto (Badui Dergal, 2006). El microorganismo patógeno más termorresistente que crece en la leche es la *Coxiella burnetti*, por lo que este tratamiento se desarrolló con el objetivo de eliminarla. Esta bacteria patógena es la responsable de la fiebre Q, la cual ocasiona fiebre alta, vómitos, intensos dolores de cabeza, entre otros síntomas (Mayo Clinic, 2021). La pasteurización está calculada en la reducción de 12 ciclos logarítmicos de la cuenta microbiana de este microorganismo. Entonces, con este tratamiento térmico se “elimina” esta bacteria como así también microorganismos más termosensibles (como los coliformes) y se inactiva la fosfatasa alcalina. Sin embargo, no es lo suficientemente severo como para inactivar la peroxidasa, las esporas ni las bacterias más termorresistentes como las lácticas (Badui Dergal, 2006). Por lo tanto, la eficiencia de la pasteurización puede medirse por medio de la actividad residual de la fosfatasa alcalina, ya que su inactivación indica que el tratamiento térmico fue efectivo (Badui Dergal, 2006).

La *Coxiella burnetti* se elimina a 63°C luego de 30 minutos, aunque se puede utilizar otro par tiempo-temperatura. No obstante, para mantener la efectividad del tratamiento, el tiempo debe ser mayor cuanto más pequeña sea la temperatura seleccionada. En la Figura 4.2.a se muestran posibles combinaciones de tiempo-temperatura necesarios para la pasteurización e inactivación de

microorganismos y enzimas. Aquellas rectas que se encuentran por debajo de la de pasteurización (línea roja) corresponden con el microorganismo o enzima en cuestión que es inactivado luego del tratamiento térmico.

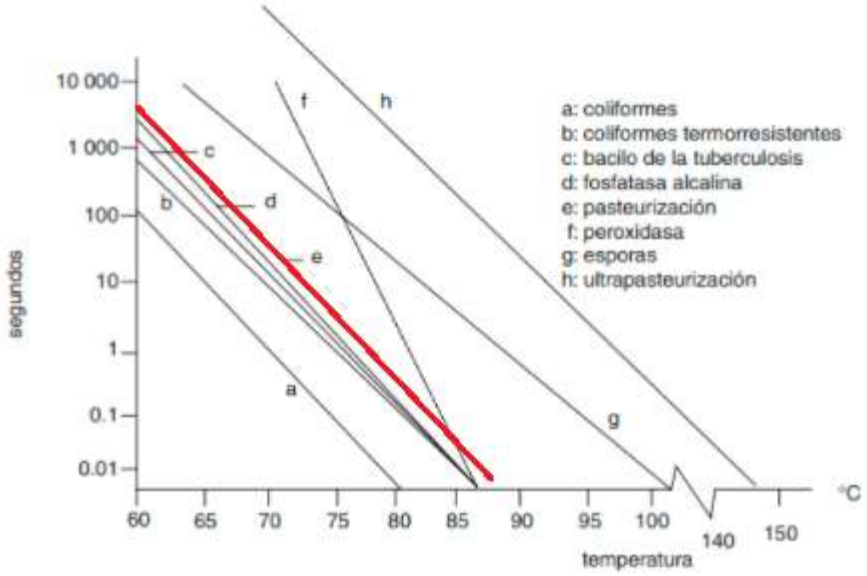


Figura 4.2.a. Pasteurización y destrucción de microorganismos y enzimas (Badui Dergal, 2006).

Para este trabajo se planteó la aplicación de una pasteurización a 71,8°C durante 15 segundos. El tratamiento consiste en primero calentar la leche hasta la temperatura de pasteurización (71,8°C), luego mantener esta temperatura durante 15 segundos y finalmente enfriar a la temperatura de refrigeración (Figura 4.2.b). No obstante, en este caso es conveniente no enfriar la leche luego del tiempo de mantenimiento para ahorrar energía, pues las etapas posteriores se realizan a altas temperaturas.

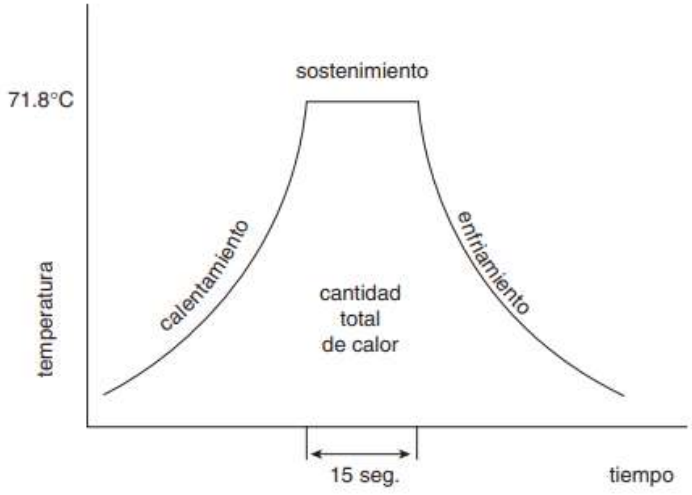


Figura 4.2.b. Ciclo de pasteurización de la leche (Badui Dergal, 2006).

La pasteurización es relativamente suave en comparación con otros tratamientos térmicos, como la ultrapasteurización (145-155°C durante 1-5 s) y la esterilización (121°C durante varios minutos dependiendo del producto). Aún así, alrededor del 15-20% de las proteínas del suero se desnaturalizan en esta etapa. Además, estas proteínas contienen aminoácidos azufrados que son los responsables de la generación de ácido sulfhídrico y de mercaptanos, típicos del olor y sabor de leches sobrecalentadas (Swaisgood, 1992). Por lo tanto, es importante respetar los parámetros del proceso de forma tal de eliminar los microorganismos objetivos sin inducir el desarrollo de características sensoriales indeseables.

4.2.5 Neutralización

La neutralización se realiza con una base fuerte (hidróxido de sodio) con el fin de evitar la coagulación de la caseína por concentración del ácido láctico. A medida que la mezcla se concentra, el ácido láctico presente en la leche también lo hace. Si no se realiza la neutralización, puede ocurrir que se alcance el punto isoeléctrico provocando la aglomeración y precipitación de las proteínas (Zunino, 2000). Puesto que se desea neutralizar hasta 12°D independientemente de la acidez inicial de la leche, la cantidad de hidróxido de sodio a agregar no es un valor fijo.

4.2.6 Mezclado

Luego de la neutralización se agrega bicarbonato de sodio con el propósito de favorecer la reacción de Maillard. Como se vio en la Sección 3.3, valores de pH alcalinos aumentan la velocidad de reacción, lo cual permite que se desarrollen más rápidamente las características organolépticas buscadas.

En esta etapa también se adiciona sacarosa agitando continuamente para obtener una mezcla homogénea. Debido a que el azúcar es un compuesto polar y la leche está compuesta mayoritariamente por agua, los cristales de sacarosa se disuelven al ser las interacciones entre las moléculas de azúcar y agua más fuertes que las de azúcar y azúcar. Para que se lleve a cabo la disolución, es necesario que los cristales se fragmenten hasta moléculas individuales que se mueven en el seno del fluido (Badui Dergal, 2006). Por esta razón, esta etapa se efectúa con agitación continua y a 70°C aproximadamente ya que se favorece el proceso al incrementar la movilidad de las moléculas en la solución. Además, la máxima solubilidad de este

compuesto aumenta con la temperatura, tal como puede apreciarse en la Figura 4.2.c:

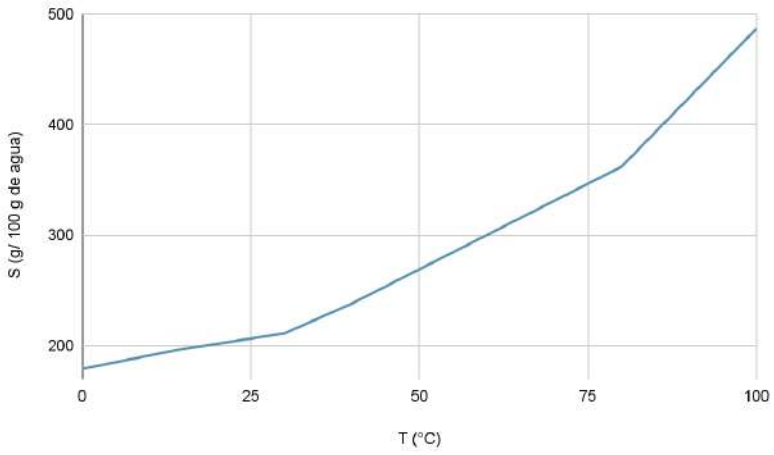


Figura 4.2.c. Solubilidad (S) de la sacarosa en función de la temperatura (T) (Badui Dergal, 2006).

4.2.7 Concentración

Parte de la mezcla se calienta hasta el punto de ebullición, momento en el cual se empieza a agregar el resto de la misma por goteo y, a 60°Bx, se agrega el jarabe de glucosa. La concentración se lleva a cabo a 105°C hasta alcanzar los 68°Bx durante 3 horas y media aproximadamente (Fardín, 2020). Es importante que los agitadores del equipo estén en funcionamiento durante todo el proceso para obtener un producto homogéneo al evitar la formación de grumos, la aparición de partículas quemadas y para favorecer la disolución del jarabe de glucosa.

En esta etapa, la mezcla se va concentrando a medida que se evapora el agua y, a su vez, se lleva a cabo la reacción de Maillard y la caramelización. En la Sección 3.3 se describen con más detalle, pero se recuerda que ambas reacciones son deseadas en la elaboración de dulce de leche ya que son las responsables del desarrollo de las características organolépticas del producto. La reacción de Maillard se lleva a cabo cuando un azúcar reductor reacciona con un aminoácido, mientras que la caramelización se da cuando se calientan los hidratos de carbono por encima de su punto de fusión. Ambas reacciones forman melanoidinas y otros compuestos que influyen en el sabor y aroma del alimento.

4.2.8 Enfriamiento

Posteriormente, se lleva a cabo un enfriamiento rápido hasta 70°C y se agrega la esencia de vainilla, puesto que si se añade cuando la temperatura es elevada podrían perderse compuestos volátiles importantes para el desarrollo de las características organolépticas. Al mismo tiempo, se agrega el sorbato de potasio para que se distribuya de manera homogénea ya que esta etapa también se realiza con agitación continua.

Realizar un enfriamiento rápido es esencial para evitar la formación de cristales grandes de lactosa, lo cual le otorga al producto una textura arenosa que es rechazada por los consumidores. Como se vio en la Sección 3.3, el proceso de cristalización posee como fuerza impulsora la sobresaturación de la disolución. Se dice que una solución se encuentra sobresaturada cuando la cantidad de soluto (en este caso, el hidrato de carbono) supera a la máxima cantidad que se puede disolver. Al enfriar el producto, la sobresaturación aumenta debido a que la solubilidad del soluto disminuye con la temperatura. Además, hay que tener en cuenta que la cristalización de azúcares es un proceso opuesto al de la disolución, pues las moléculas de soluto deben difundirse a través del seno del líquido para interaccionar entre ellas y así crear la estructura ordenada del cristal (Cardoso et al., 2012). Con el enfriamiento también se logra aumentar rápidamente la viscosidad del fluido dificultando la difusión de las moléculas. Cuanto más rápida sea la disminución de la temperatura, menos tiempo tendrán las partículas para desplazarse e interaccionar entre ellas, lo cual conlleva a la formación de cristales de menor tamaño.

4.2.9 Envasado primario

El dosificado se realiza con el dulce de leche a 65-70°C para permitir el fácil deslizamiento del producto a través de la boquilla de dosificación. Envasar a mayor temperatura conlleva a la producción de vapores dentro del envase, los cuales pueden condensar en la tapa ocasionando una disminución de la calidad del producto (Zunino, 2000). Envasar a bajas temperaturas dificulta la dosificación por el aumento de la viscosidad y, además, puede provocar la presencia de aire debido a que el producto no logra distribuirse correctamente dentro del envase, lo cual también corresponde a un defecto de calidad.

Luego, se coloca la tapa y la etiqueta a cada unidad conteniendo toda la información requerida (como denominación del producto, información nutricional, número de lote, fecha de vencimiento, etc.).

4.2.10 Detección de metales

Esta etapa se realiza con el objetivo de asegurar que el producto final no contenga elementos metálicos férricos y no férricos mayores a 0,5 mm que puedan causar lesiones físicas en el consumidor o conllevar al rechazo del alimento. Todos los envases (incluyendo los frascos de vidrio con tapas metálicas) son sometidos a una detección de metales y, en caso de detección, se descarta el producto. Si bien la planta cuenta con programa de mantenimiento preventivo de equipos que minimiza la probabilidad de desprendimiento de piezas metálicas, es necesario garantizar la inocuidad del alimento.

4.2.11 Envasado secundario

Se acomodan manualmente 24 unidades por caja de cartón, las cuales también deben estar rotuladas con número de establecimiento, fecha de elaboración, código de producción y producto. Estas cajas se precintan y se apilan sobre plataformas de madera para permitir la manipulación, traslado y almacenamiento del producto en forma rápida y segura. Por último, se envuelve con algún film extensible para proteger el contenido frente a agentes externos y para mantener armado el pallet.

4.2.12 Almacenamiento

Finalmente, se ingresa el pallet a un depósito a temperatura ambiente debido a que este producto no requiere condiciones de refrigeración hasta que sea abierto. El producto debe estar resguardado de la luz solar, la temperatura no debe ser superior a 30°C y la humedad inferior a 80% (Zunino, 2000). Como se dijo anteriormente, para que ocurra la cristalización de la lactosa, las moléculas deben difundir, ordenarse e interaccionar entre sí. Una temperatura de almacenamiento mayor a 30°C puede provocar la recristalización de los azúcares y la formación de cristales de mayor tamaño por el aumento en la movilidad molecular, una

temperatura baja tampoco es recomendable porque disminuye la solubilidad de la lactosa. Por otro lado, la humedad es un parámetro relevante en el caso de los envases de cartón puesto que no son herméticos. Si la humedad de la cámara de almacenamiento es superior a la del producto, éste absorberá la humedad ya que es higroscópico. El aumento del contenido de humedad provoca que el alimento sea más inestable debido a la disminución de la temperatura de transición vítrea (Tg) y aumenta la movilidad molecular porque la viscosidad disminuye. Esto promueve la recristalización de los azúcares y la formación de cristales de mayor tamaño, los cuales pueden ser perceptibles por el consumidor. También hay que tener en cuenta que en el proceso de cristalización se libera agua, que puede migrar hacia la superficie causando sinéresis y favoreciendo el desarrollo de microorganismos.

Al momento de la expedición, las cajas se retiran y trasladan hasta el transporte habilitado. Los productos deben ser claramente identificables y se debe resguardar la integridad de los envases.

5. BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

5.1 BALANCES DE MATERIA

El balance general de masa se expresa de la siguiente forma:

Entrada + Generación = Salida + Consumo + Acumulación

Durante la concentración se da lugar la reacción de Maillard y la caramelización, sin embargo, se asume que las cantidades que se consumen y generan de materia son iguales. Por esta razón los términos de consumo y generación se anulan, al igual que el de acumulación puesto que se considera que no se acumula masa en ninguna de las etapas del proceso. Teniendo en cuenta estas consideraciones, el balance puede simplificarse de la siguiente manera:

Entrada=Salida

Por otro lado, también se plantearon balances por componente y en base seca con el fin de determinar las variaciones en la composición para luego estimar parámetros termofísicos. En la Sección 2.7 se determinó que la capacidad de la planta es 1500 kg/día, sin embargo, se decidió realizar dos lotes por día para disminuir las capacidades de los equipos, y así reducir los costos de adquisición y mantenimiento y el espacio requerido. A continuación se muestran los balances para un lote de producción (750 kg de producto terminado) que se plantearon en aquellas etapas en las cuales se lleva a cabo algún intercambio de masa.

- *Pasteurización:*

Si bien durante la pasteurización se evapora parte del agua de la materia prima, se desprecian estas pérdidas ya que no son significativas. Por lo tanto, la masa de leche pasteurizada ($m_{\text{leche pasteurizada}}$) se asume igual a la masa de leche cruda ($m_{\text{leche cruda}}$).

- *Neutralización:*

En esta etapa se agrega hidróxido de sodio, con lo cual el balance de masa resulta:

Entrada=Salida

$$m_{\text{leche pasteurizada}} + m_{\text{hidróxido}} = m_{\text{leche neutralizada}}$$

la leche cruda (Tabla 5.1.l).

Tabla 5.1.I. Composición de la leche neutralizada (Bidot Fernández, 2017).

Componente	Cantidad (%m/m)
Carbohidratos	4,6
Grasas	4,8
Proteínas	3,7
Fibra	0
Cenizas	0,8
Agua	86,1

- *Mezclado:*

Si bien el mezclado se realiza a 70°C aproximadamente, se consideraron despreciables las pérdidas de agua que pudiera ocurrir por evaporación. Por lo tanto, el balance de masa resulta:

$$m_{\text{leche neutralizada}} + m_{\text{azúcar}} + m_{\text{bicarbonato}} = m_{\text{mezcla}} \qquad \text{Ec.(5.1)}$$

Con $m_{\text{azúcar}}$ como la masa de azúcar que se agrega, $m_{\text{bicarbonato}}$ como la masa de bicarbonato de sodio y m_{mezcla} como la masa de la mezcla que se obtiene. Por formulación, se adiciona 0,07% de bicarbonato de sodio para favorecer la reacción de Maillard. Este valor está expresado en kg de bicarbonato sobre 100 kg de leche pasteurizada (es decir, 0,7 g de bicarbonato/ kg de leche pasteurizada). En cuanto al azúcar, se adiciona 21% respecto a la masa de leche pasteurizada (que es igual a la masa de leche neutralizada). Puesto que la masa que se agrega de bicarbonato es despreciable frente a la de azúcar, la Ecuación (5.1) puede simplificarse de la siguiente forma:

$$m_{\text{leche neutralizada}} + m_{\text{azúcar}} = m_{\text{mezcla}} \quad \text{con} \quad m_{\text{azúcar}} = 0{,}21.m_{\text{leche neutralizada}}$$

Luego, $m_{\text{mezcla}} = 1{,}21.m_{\text{leche neutralizada}} = 1{,}21.m_{\text{leche pasteurizada.}}$ Ec. (5.2)

También se planteó el siguiente balance de sólidos secos despreciando la masa de bicarbonato:

$$m_{\text{sólidos de la mezcla}} = m_{\text{sólidos de leche neutralizada}} + m_{\text{sólidos de azúcar}}$$

$$x1.\ m_{\text{mezcla}} = x2.\ m_{\text{leche neutralizada}} + x3.\ m_{\text{azúcar}} \qquad \text{Ec. (5.3)}$$

Donde x1, x2 y x3 corresponden a las fracciones másicas de sólido seco de la mezcla, la leche neutralizada y el azúcar respectivamente. En la Tabla 5.1.I se observa que la fracción másica de agua de la leche neutralizada es 0,861, con lo cual, x2= 1-0,861. Sabiendo que el azúcar no contiene agua, x3 equivale a 1, con lo cual la Ec. (5.3) resulta:

$$x1.\ m_{mezcla} = (1 - 0,861)\ m_{leche\ neutralizada} + m_{azúcar}$$

Por último, se realizó un balance para estimar la fracción másica de carbohidratos correspondiente a la mezcla. El balance es análogo a la Ec. 5.2 pero con fracciones másicas correspondientes a la de los hidratos de carbono. De la Tabla 5.1.I se obtuvo que la fracción másica de carbohidratos de la leche neutralizada es 0,046, asumiendo que la del azúcar es 1 se obtiene el siguiente balance:

$$x4.\ m_{mezcla} = 0,046.\ m_{leche\ neutralizada} + m_{azúcar}$$

Donde x4 es la fracción másica de carbohidratos que contiene la mezcla. Considerando una base de cálculo de 100 kg de leche pasteurizada, se pueden calcular *x1* y *x4*, los cuales resultan iguales a 0,288 y 0,211 respectivamente y son independientes de la masa de leche con la cual se trabaja. Debido a que en esta etapa las variaciones de masa no pueden ser despreciadas, se estimó la composición de la mezcla (Tabla 5.1.II).

Tabla 5.1.II. Composición de la mezcla leche neutralizada y azúcar.

Componente	Cantidad (%m/m)
Carbohidratos	21,1
Grasas	4,0
Proteínas	3,0
Fibra	0
Cenizas	0,7
Agua	71,2

- *Concentración:*

El balance de masa correspondiente a esta etapa es:

$$m_{mezcla} + m_{jarabe\ glucosa} = m_{H2O\ (g)} + m_{ddl1} \quad \text{Ec. (5.4)}$$

Donde $m_{jarabe\ de\ glucosa}$ es la masa que se adiciona de jarabe de glucosa, $m_{H2O\ (g)}$ es la masa de agua que se evapora durante la concentración y m_{ddl1} es la masa de dulce que se obtiene. Se sustituye el término m_{mezcla} por la Ec. 5.2, por otro lado, se agrega 2% de jarabe de glucosa respecto de la masa de leche pasteurizada (o neutralizada, en este caso), con lo cual la Ec. 5.4 resulta:

$$m_{mezcla} + 0{,}02\ m_{leche\ neutralizada} = m_{H2O\ (g)} + m_{ddl1}$$

$$1{,}21.m_{leche\ neutralizada} + 0{,}02\ m_{leche\ neutralizada} = m_{H2O\ (g)} + m_{ddl1}$$

$$1{,}23\ m_{leche\ neutralizada} = m_{H2O\ (g)} + m_{ddl1}$$

Considerando que a partir de 1 litro de leche neutralizada se obtiene 0,45 kg de dulce de leche (de la experiencia realizada en la Sección 3.4) y que la densidad de la leche neutralizada es 1,037 g/mL (estimado con Choi y Okos a la temperatura media del proceso), se plantea la siguiente relación:

$$\frac{0{,}45\ kg\ de\ ddl\ 1}{L\ de\ leche\ neutralizada} \frac{1\ L\ de\ leche\ neutralizada}{1{,}037\ kg\ de\ leche\ neutralizada} = 0{,}43$$

Con lo cual, $m_{ddl\ 1} = 0{,}43.m_{leche\ neutralizada}$

Para obtener la composición de “ddl1” se plantea balances de masa por componente. El jarabe de glucosa está compuesto principalmente por hidratos de carbono, aunque también puede contener cenizas sulfatadas, arsénico, cobre y plomo. Sin embargo, las cantidades máximas admisibles de estos últimos compuestos se encuentran en el orden de las partes por millón (a excepción de las cenizas sulfatadas con 1% m/m en base seca). Por esta razón, se consideró que el jarabe de glucosa aporta únicamente hidratos de carbono al sistema. Tomando como referencia el jarabe de glucosa de la marca Delité, se consideró que la concentración de sólidos solubles (y por ende la de azúcares) de esta materia prima es 82 °Bx. Se recuerda que se despreció la masa de azúcares que se consume durante las reacciones que se llevan a cabo durante la concentración. De esta manera se planteó el siguiente balance de masa para carbohidratos:

$$m_{carbohidratos\ de\ ddl1} = m_{carbohidratos\ de\ la\ mezcla} + m_{carbohidratos\ del\ jarabe\ de\ glucosa}$$

$$x5.\ m_{ddl\ 1} = x6.m_{mezcla} + x7.m_{jarabe\ de\ glucosa} \quad \text{Ec. (5.5)}$$

Donde x5, x6 y x7 corresponden con la fracción másica de hidratos de carbono del "ddl1", la mezcla y el jarabe de glucosa respectivamente. De la Tabla 5.1.II se obtiene que x6 es igual a 0,211 y, en base a lo que se mencionó anteriormente, x7 equivale a 0,82. Por lo tanto, la Ec. 5.5 resulta:

$$x5.\ m_{ddl\ 1} = 0,211.m_{mezcla} + 0,82.m_{jarabe\ de\ glucosa}$$

Por otro lado, se planteó un balance de masa para el agua de forma análoga que para los hidratos de carbono. En este caso, la fracción másica de agua del jarabe de glucosa es igual a (1-0,82) y la de la mezcla se obtuvo de la Tabla 5.1.II:

$$0,712.m_{mezcla} + (1 - 0,82).m_{jarabe\ de\ glucosa} = m_{H2O\ (g)} + x8.\ m_{ddl1}$$

Donde x8 es la fracción másica de agua que contiene el dulce que se obtiene al final de la concentración. Nuevamente, x5 y x8 pueden obtenerse ya que son independientes de la cantidad de masa con la cual se realizan los cálculos. De la misma forma con la que se estimaron x1 y x4 se calcularon x5 y x8, los cuales resultaron iguales a 0,634 y 0,153 respectivamente. En la tabla 5.1.III se muestra la composición estimada del producto luego de finalizar la concentración:

Tabla 5.1.III. Composición del "ddl1".

Componente	Cantidad (%m/m)
Carbohidratos	63,4
Grasas	11,0
Proteínas	8,5
Fibra	0
Cenizas	1,8
Agua	15,3

- *Enfriamiento:*

Durante esta etapa se agrega la esencia de vainilla y el conservante, con lo cual, el balance de masa global se expresa de la siguiente manera:

$$m_{ddl1} + m_{vainilla} + m_{sorbato} = m_{final}$$

Donde $m_{vainilla}$ es la masa de esencia de vainilla, $m_{sorbato}$ la de sorbato de potasio y m_{final} la masa de producto final que se obtiene. Por formulación se agrega 0,01% de esencia de vainilla y 0,04% de conservante en función de la masa de leche neutralizada. Sin embargo, estas cantidades pueden despreciarse debido a que son significativamente menores respecto a la masa con la cual se está trabajando. Por lo tanto, el balance se sintetiza de la siguiente forma:

$$m_{ddl1} = m_{final}$$

Puesto que se plantea producir 750 kg de dulce de leche de cabra por lote, $m_{ddl1} = m_{final} = 750\ kg/lote$. Debido a que las cantidades de esencia de vainilla y de sorbato de potasio son despreciables, se asume que la composición del producto final corresponde con la de "ddl1" (Tabla 5.1.III). Se observa que los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos en el CAA (2015), estos son: máximo 30% m/m de agua, máximo 2% m/m de cenizas y mínimo 5% m/m de proteínas. Si bien se utilizaron datos de experiencias a nivel laboratorio, la composición obtenida es comparable con las que pueden encontrarse en dulces de leche de cabra comerciales. Para demostrar esto, en la Tabla 5.1.IV se muestra la composición de un dulce de leche de cabra:

Tabla 5.1.IV. Composición del dulce de leche de cabra comercial.

Componente	Cantidad (%m/m)
Carbohidratos	61,0
Grasas	8,5
Proteínas	5,5
Fibra	0
Cenizas	1,7
Agua	23,3

Las diferencias se atribuyen no sólo al proceso de elaboración sino también a la formulación y a las materias primas utilizadas.

Finalmente, se resuelve el sistema de ecuaciones y se obtienen los siguientes resultados:

- $m_{leche\ pasteurizada} = m_{leche\ cruda} = 1728$ kg/lote (1655 L/lote)
- $m_{hidróxido} = 0,45$ kg/lote
- $m_{bicarbonato} = 1,2$ kg/lote

- $m_{azúcar}$= 363 kg/lote
- m_{mezcla}= 2091 kg/lote
- $m_{jarabe\ glucosa}$= 35 kg/lote
- $m_{H2O\ (g)}$= 1376 kg/lote
- $m_{sorbato}$= 0,7 kg/lote
- $m_{vainilla}$= 0,17 kg/lote

5.2 BALANCES DE ENERGÍA

El balance macroscópico de energía térmica se expresa de la siguiente forma:

$$Q_{entrada} - Q_{salida} + Q_{generado} - Q_{consumido} = \Delta Q_{sistema}$$

Donde: $\Delta Q_{sistema}$ es la variación de energía del sistema; $Q_{entrada}$ y Q_{salida} son el calor que ingresa y egresa del sistema respectivamente; $Q_{generado}$ es el calor que se genera debido a reacciones exotérmicas y $Q_{consumido}$ es el calor que se consume a causa de reacciones endotérmicas. Si bien se llevan a cabo reacciones durante la etapa de concentración, se asumió que estos dos últimos calores son despreciables. Por lo tanto, la expresión anterior puede simplificarse a la siguiente forma:

$$Q_{entrada} - Q_{salida} = \Delta Q_{sistema}$$

Por otro lado, para resolver los balances es necesario conocer las propiedades termofísicas del producto. Para ello, se utilizaron los modelos de Choi y Okos (1986) que se encuentran en el Anexo IV.

Se plantearon los balances de energía en las etapas donde se lleva a cabo algún intercambio de calor teniendo en cuenta las masas halladas anteriormente (para un lote de 750 kg de dulce de leche). También se despreciaron las pérdidas de calor que pueden generarse en los equipos y durante el transporte de los fluidos.

- *Almacenamiento:*

La leche se almacena a 4°C y, según el CAA (2015), la temperatura de arribo no debe superar los 8°C. Con el balance de energía se pudo calcular el máximo calor que debe retirarse del sistema:

$$Q_{salida} = m_{leche\ cruda} \cdot Cp_{leche} \cdot \Delta T$$

Puesto que el calor específico (Cp) depende de la temperatura, se lo evaluó a la temperatura media (6°C) y se lo consideró como constante durante todo el proceso. Por lo tanto,

$$Q_{salida} = m_{leche\ cruda}.\ Cp\ leche(6°C).\ \Delta T = 1728\ kg/lote.\ 3,85 \frac{KJ}{kg\ °C}\ (4°C - 8°C) = -26.611\ KJ/lote$$

- *Pasteurización:*

Se calculó la energía que se le debe entregar al sistema para aumentar su temperatura desde 4°C hasta 71,8°C:

$$Q_{entrada} = m_{leche\ neutralizada}.\ Cp_{leche}.\ \Delta T$$

En este caso, el calor específico de la leche es igual a 3,86 KJ/Kg °C (evaluado en 37,9°C que es la temperatura media). Por consiguiente,

$$Q_{entrada} = 1728\ kg/lote.\ 3,86\ KJ/Kg\ °C\ (71,8\ °C - 4°C) = 452.231\ KJ/lote$$

- *Mezclado:*

Puesto que el mezclado se realiza en un tanque aislado térmicamente, se desprecia la energía que puede perderse durante esta etapa.

- *Concentración:*

Se calculó la energía necesaria para aumentar la temperatura hasta el punto de ebullición (105°C) y llevar a cabo la concentración. Puesto que en esta etapa se intercambia tanto calor sensible como latente, el balance de masa es el siguiente:

$$Q_{entrada} = (m_{mezcla} + m_{jarabe\ de\ glucosa}).Cp.\ \Delta T + m_{H2O\ (g)}.\lambda$$

Donde Cp corresponde con el promedio de los calores específicos de la mezcla y de “ddl1” evaluados a la temperatura media del proceso (88,4°C); $m_{H2O\ (g)}$ es la masa de agua evaporada y λ la entalpía de vaporización del agua a la temperatura media del proceso. Reemplazando los datos en la expresión anterior, se obtiene:

$$Q_{entrada} = 2126\ kg/lote.2,83\ KJ/kg\ °C\ .\ (105°C-71,8°C) + 1376\ kg/lote.2286\ KJ/kg = 3.345.286\ KJ/lote$$

- *Enfriamiento:*

En este caso, se calculó la energía que debe liberarse para que el sistema baje su temperatura desde 105°C hasta 70°C:

$$Q_{salida} = m_{final} \cdot Cp_{producto\ final}\ (87{,}5°C).\ \Delta T = 750\ kg/lote.\ 2{,}14\ KJ/kg\ °C\ (70°C-105°C) = -56.175\ KJ/lote$$

En la figura 5.2.a se muestra el diagrama de flujo con los resultados de los balances de masa y de energía:

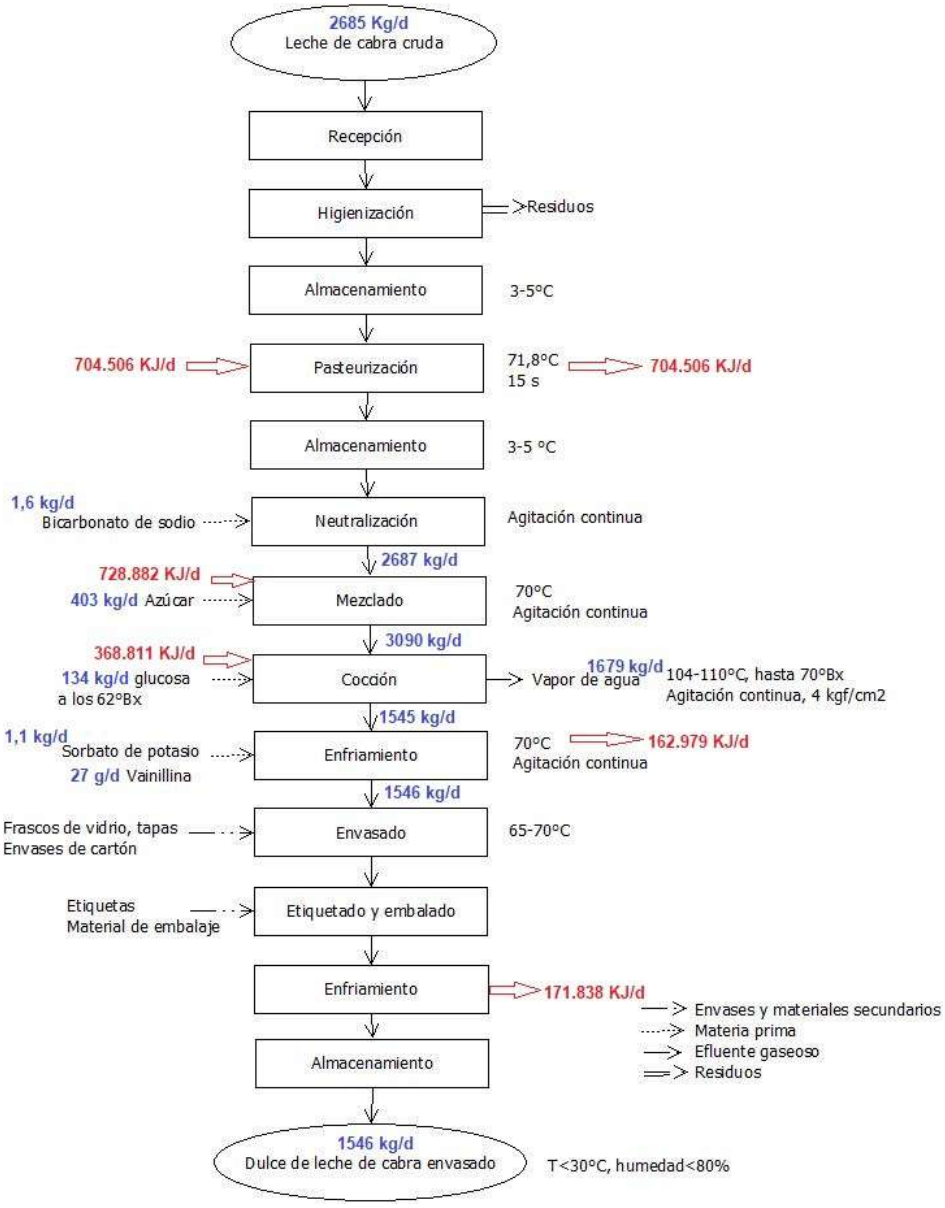


Figura 5.2.a. Diagrama de flujo con los resultados de los balances de materia y energía correspondientes a 1 lote de producción (750 kg de dulce de leche).

Gracias a los balances planteados se puede proseguir con el diseño de la planta elaboradora de dulce de leche de cabra. Los resultados obtenidos son fundamentales para diseñar los equipos requeridos y dimensionar las cantidades con las cuales se trabaja de materia prima e insumos en la planta.

6. DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

En este capítulo se define el diagrama tecnológico y, además, se diseñan y/o seleccionan los equipos y algunos elementos de medición necesarios para elaborar dulce de leche de cabra. Para ello se tiene en cuenta el proceso de elaboración planteado en la Sección 4 y los balances de materia y energía de la Sección 5.

6.1 DIAGRAMA TECNOLÓGICO

En la Figura 6.1.a se muestra el diagrama tecnológico correspondiente al proceso de elaboración del producto.

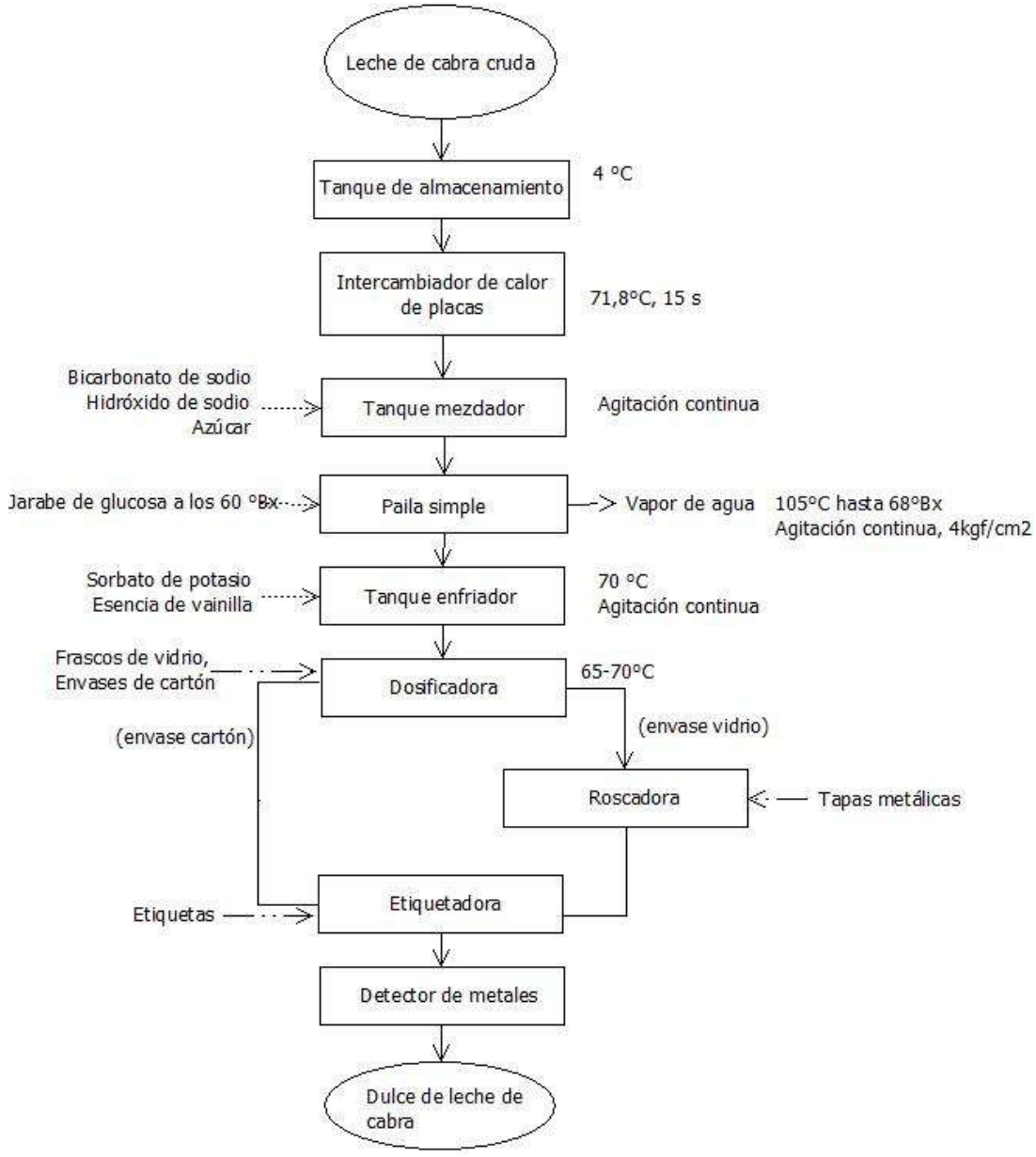


Figura 6.1.a. Diagrama tecnológico del proceso de elaboración de dulce de leche de cabra.

6.2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para el diseño y selección de equipos se tuvieron en cuenta tanto los balances de materia y energía como el volumen de producción de la planta (1500 kg/día). Como se dijo anteriormente, se decidió realizar dos lotes por día por lo que por lote se procesan 750 kg de producto.

A continuación se detallan los equipos diseñados y seleccionados para elaborar el producto en cuestión.

6.2.1. Tanque de almacenamiento

Este equipo se utiliza para almacenar y mantener la leche cruda previamente filtrada a temperatura de refrigeración (4°C) hasta que sea procesada. Está compuesto por dos tanques concéntricos de acero inoxidable separados por un aislante térmico, un agitador y un sistema de frío que toma energía calorífica de un área y la evacúa a otra.

Existen distintas configuraciones de tanques refrigeradores de leche, en este caso se eligió un tanque cilíndrico cerrado y horizontal. Los tanques cerrados están menos expuestos a la atmósfera (lo cual reduce las probabilidades de contaminación) y los horizontales son los que se encuentran más extendidos en el mercado y los que están diseñados para volúmenes mayores o iguales a 3000 L.

En cuanto al sistema de frío, éste puede ser de expansión directa o de reserva de agua helada. En el primer caso, la leche intercambia energía directamente con el fluido refrigerante del sistema de frío, mientras que en el segundo lo hace por medio de un refrigerante secundario (agua helada). Se escogió el sistema de expansión directa (Figura 6.2.a) ya que presenta una mayor eficiencia energética, su instalación y mantenimiento son más sencillos, no requiere un refrigerante secundario y es el más ampliamente utilizado (Egti, 2020).

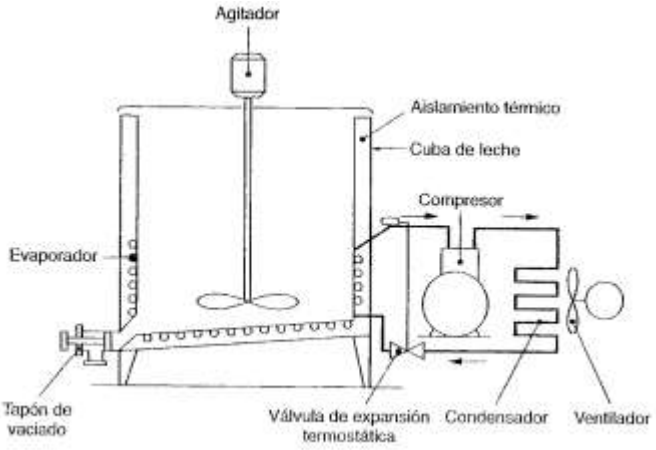


Figura 6.2.a. Esquema de un tanque de refrigeración de leche por expansión directa (Vega Iriarte, 2010).

Los objetivos del diseño del tanque de almacenamiento son definir las dimensiones del mismo, diseñar el serpentín del evaporador y seleccionar una unidad condensadora que cumpla con los requerimientos energéticos. Se planteó que se recibe la leche de cabra todos los días por lo que el tanque debe poseer la capacidad suficiente y necesaria para satisfacer la producción diaria. Con balances de masa se estimó que se necesitan 1728 kg de leche de cabra cruda por lote, con esto se puede calcular la capacidad del tanque conociendo la densidad de la leche (la cual fue estimada con Choi y Okos a 4°C):

$$Capacidad\ tanque\ almacenamiento\ = \frac{masa\ leche\ cruda}{lote}.\ N°\ lotes.(densidad\ leche)^{-1}$$

$$Capacidad\ tanque\ almacenamiento\ = 1728\ \frac{kg\ leche\ cruda}{lote}\ 2\ lotes\ \frac{1\ L\ leche\ cruda}{1{,}044\ kg\ leche\ cruda}$$

$$Capacidad\ tanque\ almacenamiento\ = 3311\ L$$

Se sobredimensiona el tanque y se propone que su capacidad sea de 3500 L. Para el diseño del tanque se tuvo en consideración la norma CPE INEN 007 (1983) en la cual se establecen las recomendaciones generales para la instalación y servicio de tanques refrigerados para la leche. En dicha norma se encuentran las siguientes sugerencias:

- La altura total del tanque no debe exceder 1400 mm.
- Entre el nivel del piso y el punto más bajo del tanque debe haber por lo menos 150 mm.

Con esto, se plantea que el diámetro interno (D int) sea de 1,25 m y la altura entre el piso y el recipiente interno (h mín) de 0,15 mm. A su vez se sobredimensiona un 10% más para evitar que la leche esté en contacto con el borde superior del tanque cuando éste se encuentra lleno. Con esto, se obtiene un volumen de diseño de 3700 L y una longitud del tanque de 3 m.

Por otro lado, se seleccionó poliuretano expandido de alta densidad como aislante. Debido a que posee una baja conductividad térmica, se requieren menores espesores para lograr la misma aislación que con otro material aislante de mayor conductividad. Además, le otorga rigidez a la estructura y es inyectable, por lo que ocupa todo el volumen deseado.

Para estimar el espesor de la capa aislante, se tuvo en cuenta la norma CPE INEN 007 (1983) que establece que, con una temperatura externa de 30°C, el contenido del tanque de almacenamiento de leche no puede recalentarse más de 1°C por cada 24 horas. Entonces, primero se calcula la máxima cantidad de calor que puede absorber el sistema por unidad de tiempo:

$$|Q| = \frac{Volumen\ máximo\ de\ leche.(densidad\ leche\ a\ 4{,}5°C).Cp\ leche\ (4{,}5°C).\ \Delta T}{t}$$

Donde |Q| es el flujo de energía que se intercambia radialmente en estado estacionario entre la leche y el aire en valor absoluto (se desprecian pérdidas de calor a través de las tapas del cilindro). Los parámetros termofísicos se evaluaron a la temperatura media del ΔT (4,5 °C). Reemplazando los datos en la expresión anterior, se obtiene:

$$|Q| = \frac{3500\ L\ leche\ cruda\ x\ 1{,}044\ kg\ leche\ cruda/L\ leche\ cruda\ x\ \ 3{,}85\ KJ/kg\ °C x\ 1\ °C}{24\ h\ x\ 3600\ s/h} = 163\ W$$

Luego, se plantea la siguiente ecuación:

$$|Q| = \frac{T\ ext - T\ leche}{R\ total}$$

Donde T leche es la temperatura en el seno del fluido, es decir, lejos de la pared interna del tanque (4°C); T ext es la temperatura a la que se encuentra el aire en un punto suficientemente lejos del equipo y se la considera igual a 30°C ; R total es la resistencia térmica total a la transferencia de calor. De esta ecuación se obtiene una resistencia igual a 0,16 °C/W.

La resistencia total está compuesta, en este caso, por una resistencia a la convección interna, tres resistencias a la conducción (dos correspondientes al acero inoxidable y una al aislante) y una resistencia a la convección externa (figura 6.2.b).

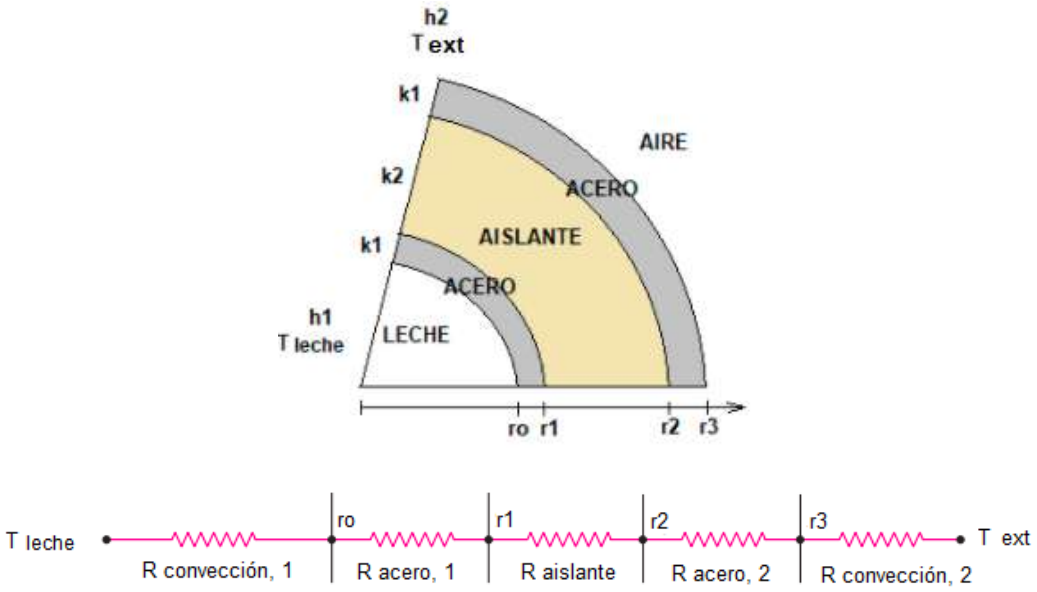


Figura 6.2.b. Resistencias a la transferencia de calor en serie.

Puesto que dichas resistencias están en serie, la resistencia total resulta igual a la suma aritmética de cada una de ellas, con lo cual:

$$R\ total = R\ conv,1 + R\ acero,1 + R\ aislante + R\ acero,2 + R\ conv,2$$

$$R\ total = \frac{1}{h1\ A1} + \frac{ln\ (r1/ro)}{2\pi L\ k1} + \frac{ln\ (r2/r1)}{2\pi L\ k2} + \frac{ln\ (r3/r2)}{2\pi L\ k1} + \frac{1}{h2\ A2} \quad \text{(Ecuación 6.1)}$$

Donde:

- L es el largo del equipo (3 m)
- ro es la distancia desde el centro hasta la pared interna de la primera capa de acero inoxidable (0,625 m)
- r1 es la distancia hasta la pared externa de la primera capa de acero inoxidable. Planteando que el espesor de la lámina es 2 mm, se obtiene $r1 = 0,627\ m$
- r2 es el radio hasta donde termina la capa de aislante (incógnita de la ecuación).
- r3 es el radio correspondiente al diámetro total del equipo y es igual a $r2 + 0,0015\ m$ (se plantea que la capa externa de acero inoxidable es de 1,5 mm de espesor).
- h1 es el coeficiente de transferencia de calor interna.
- h2 es el coeficiente de transferencia de calor externa.

- A1 es el área de transferencia de calor correspondiente al cilindro interno: $A1 = 2\pi.ro.L$
- A2 es el área de transferencia de calor correspondiente al diámetro total del equipo: $A2 = 2\pi.r3.L$
- k1 representa la conductividad térmica del acero inoxidable AISI 316 y se considera constante e igual a 13 W/m °C (Çengel & Ghajar, 2011) para ambas capas de acero.
- k2 es la conductividad térmica del aislante, igual a 0,025 W/m °C (Çengel & Ghajar, 2011).

Puesto que el equipo cuenta con un sistema de agitación, se asume que el mezclado es perfecto, lo cual conlleva a que la resistencia interna a la transferencia de calor sea despreciable (pues h1→ ∞). Respecto a h2, se toma en cuenta 15 W/m^2 °C que corresponde a convección natural de aire (Kosky & Wise, 2013). Al resolver la Ecuación 6.1 se obtiene que el espesor del aislante es de 0,05 m, al cual se lo afecta por un factor de seguridad de 1,2 para asegurar la aislación térmica, con lo cual resulta 0,06 m.

En la Figura 6.2.c se muestran las dimensiones finales del tanque diseñado:

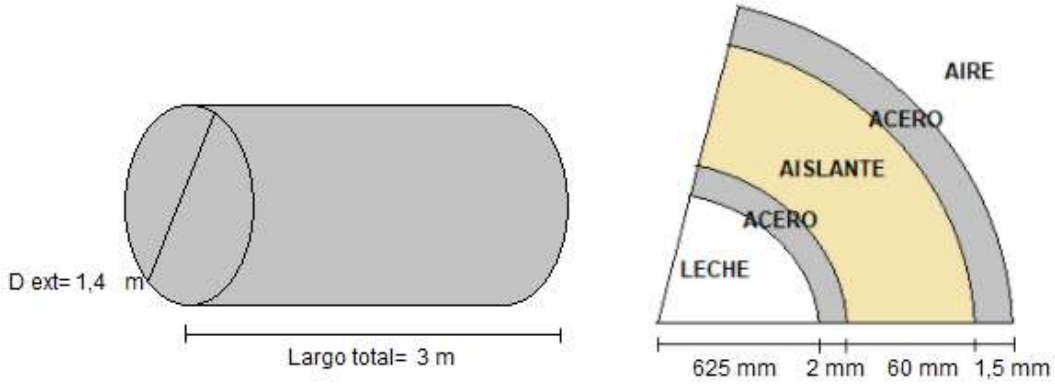


Figura 6.2.c Dimensiones del tanque diseñado.

Por otro lado, para el diseño del serpentín se planteó que el refrigerante (R22) circula por un tubo de cobre de 1 mm de espesor y de ½ pulgada de diámetro. Para determinar su longitud primero se debe calcular el área de transferencia de calor entre el fluido refrigerante y la leche. Para ello, se planteó la siguiente ecuación:

$$A = \frac{Q}{U.\Delta T} \quad \text{(Ecuación 6.2)}$$

Donde A es el área de transferencia, Q es la energía que se transfiere, U es el coeficiente global de transferencia de calor, y ΔT es la diferencia de temperatura entre el fluido refrigerante y la temperatura final de la leche. Analizando esta sección del equipo, se observa que U está compuesto por dos resistencias a la conducción (una correspondiente al acero inoxidable y la otra al cobre) y una resistencia a la convección (del lado del refrigerante) (Figura 6.2.d):

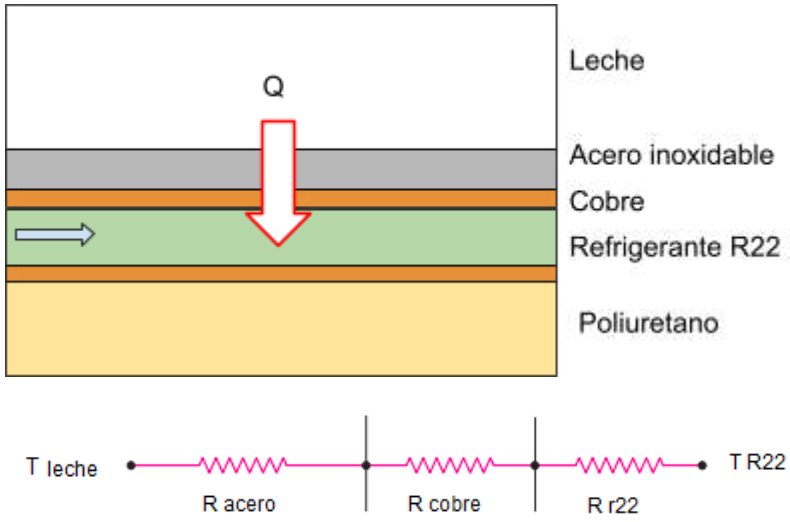


Figura 6.2.d. Resistencias a la transferencia de calor entre la leche y el refrigerante.

Puesto que las resistencias se encuentran en serie, U puede expresarse de la siguiente forma:

$$U = \frac{1}{R\,acero + R\,cobre + R\,r22} = \frac{1}{\frac{e\,acero}{k1} + \frac{e\,cobre}{k\,cobre} + \frac{1}{h\,r22}}$$

Donde:

- e acero es el espesor de la capa interna de acero inoxidable (2 mm);
- e cobre es el espesor del tubo por donde circula el refrigerante (1 mm);
- k cobre el la conductividad térmica del cobre (400 W/m °C);
- h r22 es el coeficiente de transferencia de calor del R22 que se evapora dentro del tubo y se asumió igual a 4,5 kW/m^2 °C (Rodríguez Álvarez & Vera Aguilera, 2014).

Reemplazando los datos, se obtiene que el valor de U es igual a 2642 W/m^2°C. Para estimar el flujo de calor que debe intercambiarse (Q) se plantea el siguiente balance y se asume que se tarda 2,5 horas para enfriar desde los 8°C hasta los 4°C:

$$Q = \frac{Volumen\ máximo\ de\ leche.\ (densidad\ de\ la\ leche\ a\ 6°C).Cp\ leche\ a\ 6°C.\ \Delta T}{t}$$

$$Q = \frac{3500\ L\ 1{,}044\ kg/L.\ 3{,}85\ KJ/kg\ °C\ (8°C - 4°C)}{2{,}5\ h.\ 3600\ s/h} = 6{,}3\ kW$$

Para obtener el diferencial de temperatura de la Ecuación 6.2 es necesario estimar la temperatura de evaporación (T ev) del refrigerante. Se asume que es 9°C menos que la temperatura de refrigeración de la leche (Rodríguez Álvarez & Vera Aguilera, 2014), con lo cual T ev= -5°C. Luego, ΔT es igual a 9°C y, reemplazando los datos en la Ecuación 6.2, se obtiene que el área de transferencia de calor requerida es 0,27 m^2.

Puesto que la superficie total del tubo no se encuentra en contacto con el acero inoxidable (Figura 6.2.e), se plantea que el área real de contacto es ⅛ la superficie total del tubo. Finalmente se calcula la longitud del tubo de cobre que actúa como intercambiador de calor:

$$L = \frac{8.A}{\pi.(diámetro\ tubo\ cobre)} \simeq 54\ m$$

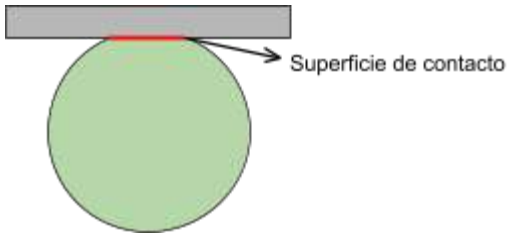


Figura 6.2.e. Superficie de contacto entre el tubo de cobre y el recipiente interno de acero inoxidable.

Por último, se selecciona la unidad condensadora adecuada para el sistema de frío propuesto. Para ello, se utilizó el Catálogo de Selección rápida de Ansal (2020) en el cual se encuentran tablas con diferentes modelos de equipos de frío. Para la selección se necesita saber la temperatura de evaporación (-5°C), la temperatura de condensación y la capacidad frigorífica (Q). Se asumió que la temperatura de condensación del refrigerante se encuentra 15°C por encima de la temperatura ambiente (Rodríguez Álvarez & Vera Aguilera, 2014), lo que equivale a 35°C. Sabiendo que la capacidad frigorífica requerida es 6300 W (5421 Kcal/h), se seleccionó la unidad condensadora HCM 040 (Tabla 6.2.I):

Tabla 6.2.I. Unidades condensadoras (Ansal, 2020)

Unidades Condensadoras Modelos	Referencia Comercial (HP)	TE / TA	+5°C Kcal/h	0°C Kcal/h	- 5°C Kcal/h	- 10°C Kcal/h
HCM 040	3,5	32	8590	7223	5976	4858
		35	8324	6978	5753	4652
HCM 050	4,5	32	10447	8573	6939	5537
		35	10053	8230	6647	5284
HCM 064	5,0	32	12863	10688	8727	6991
		35	12379	10272	8376	6690

Las dimensiones generales de esta unidad son 800x700x700 mm y en la figura 6.2.f se observa una representación de la misma:



Figura 6.2.f. Representación de la unidad condensadora seleccionada (Ansal, 2020).

6.2.2 Intercambiador de calor de placas

Un intercambiador de calor de placas es un equipo que permite la transferencia de calor de un medio a otro de forma indirecta, es decir, los fluidos se encuentran separados por medio de una pared a través de la cual se transfiere la energía. Una de las grandes ventajas respecto de los intercambiadores de doble tubo y los de tubos y coraza es que contiene un gran área de transferencia de calor en un volumen pequeño. Como resultado, el equipo es compacto y ocupa poco espacio en planta. Además, como los canales son estrechos y las placas corrugadas, el coeficiente global de transferencia de calor es mayor que el equivalente para el intercambiador de tubos y coraza (Hewitt *et al.*, 1994). Esto permite operar el equipo con una diferencia de temperaturas relativamente pequeña, lo cual es provechoso en este caso ya que a altas temperaturas las proteínas de la leche coagulan y se incrustan en las paredes calientes. A su vez, la forma del pasaje de flujo reduce la posibilidad de tener zonas de estancamiento y sobrecalentamiento local (Hewitt *et al.,* 1994). Otra ventaja significativa que presenta

para el procesado de alimentos es la facilidad de limpieza ya que el equipo puede ser sencillamente desmantelado.

La Figura 6.2.g corresponde con una representación gráfica de un intercambiador de placas con juntas de 1 paso simple en contracorriente. El líquido caliente (en color rojo) ingresa por la parte superior y egresa por la parte inferior, mientras que el líquido frío (en azul) entra por una conexión inferior y sale por una superior. Los fluidos ingresan a través de las conexiones y son dirigidos a canales alternados gracias a las juntas que están entre las placas. Es importante resaltar que existen diferentes combinaciones de flujo en serie-paralelo que resultan en diferentes rendimientos térmicos y pérdidas de carga.

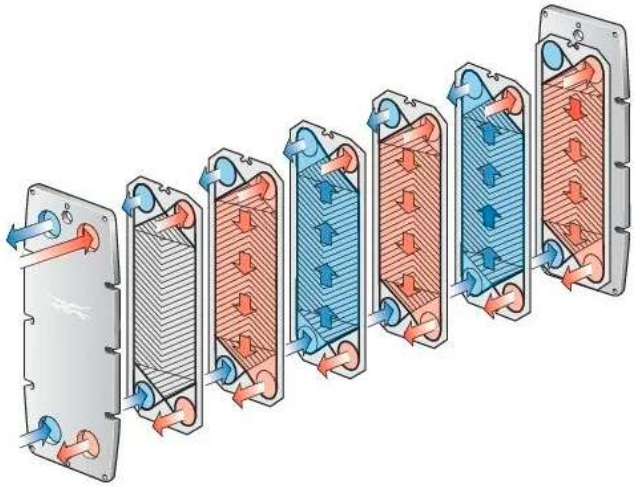


Figura 6.2.g. Esquema de un intercambiador de placas (Alfa Laval, 2021)

El objetivo del diseño es determinar el área de transferencia, las temperaturas de salida de las corrientes, el caudal de agua requerido y el número de placas necesarias. Para ello se utilizó un método iterativo con el cual se supone un coeficiente global de transferencia de calor (U) y luego se lo compara con el que se obtiene a partir de los cálculos.

Primero fue necesario definir el diseño de las placas para poder estimar el área de transferencia de calor de cada una de ellas. Pese a que existen diferentes formas de corrugación de las placas, se eligió la de tipo chevron (Figura 6.2.h) ya que es la más utilizada comúnmente y porque produce el mayor mejoramiento de transferencia de calor (Hewitt et al., 1994). En la Tabla 6.2.II se muestran las características de la placa seleccionada que se definieron en base a datos bibliográficos.

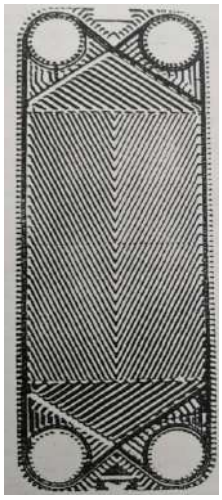


Figura 6.2.h. Placa tipo chevron.

Tabla 6.2.II. Características de las placas del intercambiador de calor.

Característica	
Altura (m)	0,70
Ancho (m)	0,30
Espesor (m)	0,0005
Separación entre placas (m)	0,005
Ángulo de corrugación	30°
Material	Acero inoxidable 316

En la Tabla 6.2.III se resumen los resultados obtenidos del diseño del equipo (en el Anexo V se encuentran detallados los cálculos realizados).

Tabla 6.2.III. Resultados obtenidos del diseño.

Característica	
Caudal de leche	1500 L/h
Caudal de agua caliente	5980 L/h
Temperatura de entrada de la leche	4°C
Temperatura de salida de la leche	71,8 °C
Temperatura de entrada del agua	79,8 °C
Temperatura de salida del agua	63 °C
Área total de transferencia	2,7 m^2
Número de placas	13

Para asegurar que se cumpla el tiempo de pasteurización (15 s), se diseñó un tubo de retención (Figura 6.2.i) a la salida del intercambiador de placas cuya longitud se determina a partir del caudal volumétrico y del diámetro.



Figura 6.2.i. Tubo de retención en zig-zag.

Puesto que el perfil de velocidades dentro del tubo no es uniforme, se utiliza un factor de eficiencia para asegurar que inclusive la partícula más rápida sea adecuadamente pasteurizada. Este factor depende del diseño del tubo pero suele encontrarse entre 0,8 y 0,9 para fluidos de baja viscosidad (Ricoy Vicente, 2017).

Para el diseño se plantearon a las siguientes expresiones:

$$V = \frac{Q.t}{\eta} \qquad \text{(Ecuación 6.3)}$$

$$L = \frac{4\,V}{\pi\,D^2} \qquad \text{(Ecuación 6.4)}$$

Donde: V es el volumen de leche que se corresponde con el caudal volumétrico (Q) y el tiempo de mantenimiento (t); η es el factor de eficiencia; L es la longitud del tubo de retención y D el diámetro del mismo. Considerando un factor de eficiencia de 0,85 y sabiendo que Q es 1,5 m^3/h y que t es igual a 15 s, se obtiene un V de $7{,}35 \times 10^{-3}$ m^3.

Para definir el diámetro del tubo, se tuvo en consideración la Norma CPE INEN 007 (1983), en la cual se encuentran las especificaciones de las cañerías utilizadas para el transporte de leche dentro de una instalación (Tabla 6.2.IV):

Tabla 6.2.IV. Diámetros y espesores de los tubos destinados al transporte de leche (CPE INEN 007:1983).

TAMAÑO NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR			ESPESOR DE PARE		
	NOMINAL	TOLERANCIA PROMEDIO ±	TOLERANCIA MAXIMA	NOMINAL	TOLERANCIA PROMEDIO	VARIACION MAXIMA DE UN TUBO
1	25	0,076	0,150	1,30		
1-1/2	38	0,076	0,175	1,30		
2	50	0,100	0,250	1,30	0,076	10%
2-1/2	64	0,120	0,280	1,62		
3	76	0,150	0,380	1,62		

Se eligió un tubo de 2 pulgadas cuyo diámetro externo es de 50 mm y el espesor de 1,3 mm, lo cual resulta en un diámetro interno igual a 0,047 m. Luego, con la Ecuación 6.4 se obtiene que la longitud total del tubo de retención es de 4,3 m.

6.2.3 Tanque mezclador

Se propone llevar a cabo el mezclado en un tanque agitador aislado térmicamente. Gracias a la agitación se favorece el transporte de masa para obtener una concentración uniforme mientras que la aislación permite ahorrar energía y evitar la condensación de la humedad ambiental sobre superficies frías (Rodríguez Álvarez & Vera Aguilera, 2014). Los elementos principales que constituyen el equipo son: un tanque o recipiente (generalmente cilíndrico de eje vertical); un motor que acciona el eje y un componente agitador o rodete (Figura 6.2.j).

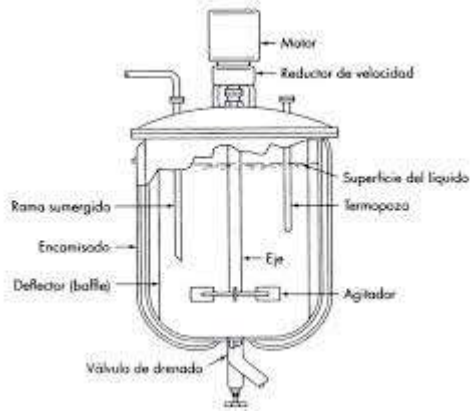


Figura 6.2.j. Esquema general de un tanque agitador (Rielly, 1997).

En cuanto al agitador, usualmente se utiliza uno de tipo ancla (Figura 6.2.k) puesto que, en este caso, lo que se busca es que sea capaz de mezclar sin importar la velocidad de giro. Este tipo de impulsor barre un gran volumen y previene la formación de zonas estancas dentro del fluido que pueden provocar la deposición de sólidos (Rielly, 1997).



Figura 6.2.k. Representación de un agitador tipo ancla.

El objetivo del diseño es determinar las dimensiones del tanque (diámetro y altura) y el espesor del aislante. Para ello se partió de que, según Rielly (1997), la relación estándar entre el nivel de líquido (H) y el diámetro del tanque (D) es 1. Por lo tanto, se puede estimar el diámetro del equipo conociendo el volumen de fluido con el que se va a trabajar. Para calcular este volumen se partió de la siguiente ecuación:

$$Volumen\ fluido = \frac{masa\ de\ la\ mezcla}{densidad\ de\ la\ mezcla}$$

Donde la masa de la mezcla corresponde con la obtenida a partir de los balances de masa (igual a 2091 kg/lote) y la densidad de la mezcla se estimó con Choi y Okos a la temperatura del proceso (71,8°C).

$$Volumen\ fluido = \frac{2091\ kg/lote}{1{,}132\ kg/L} = 1848\ L/lote \simeq 1{,}85\ m^3/lote$$

La capacidad del equipo corresponderá con el volumen de fluido que se procesa por lote. Luego, se estima el diámetro del tanque:

$$Volumen\ tanque = 1{,}85\ m^3 = \pi\ (\frac{D}{2})^2 . H = \frac{\pi}{4} . D^3 \rightarrow D = 1{,}33\ m$$

Aproximando este valor a 1,4 m se obtiene que el nivel normal de llenado (nnl) es 1,20 m (para 1,85 m^3 de la mezcla). Para evitar derrames, se decide sobredimensionar el equipo un 25% del volumen. Con el diámetro definido, se obtiene que se debe dejar una distancia de 0,30 m por encima del nnl. Por último, se

añaden 0,5 m para el espacio que debe haber entre el nivel de líquido de diseño (1,2 m + 0,3 m= 1,5 m) y el techo del equipo. Por lo tanto, el diámetro y la altura del tanque son 1,4 m y 2 m respectivamente. En cuanto al material, como está en contacto con alimentos se plantea que sea de acero inoxidable AISI 316 de 2 mm de espesor.

En cuanto al aislante, se eligió poliuretano expandido cuyo espesor se calculó de forma análoga a la correspondiente al tanque de almacenamiento de leche de cabra cruda filtrada. La estimación de la cantidad de calor que se pierde a través de los laterales del cilindro surge al plantear que la mínima temperatura final deseada es 70°C (para favorecer la homogeneización de la mezcla). Asumiendo que el tiempo en el cual transcurre el mezclado es de 0,33 h, se obtiene que la máxima cantidad de energía que se puede perder (Q máx) es 11.090 W. Puesto que el cuerpo del equipo está aislado térmicamente, la mayor parte de la transferencia de calor ocurre en sentido tangencial a la superficie superior del cilindro. Sin embargo, para poder estimar el espesor del aislante, se asumió que se genera una pérdida de calor en sentido radial y que ésta corresponde al 4% de Q máx (el resto se libera a través de la cara superior). Por lo tanto, la energía que se utilizó para el cálculo es 444 W y se obtuvo que el espesor del aislante es de 0,025 m. Para asegurar que la temperatura no sea inferior a 70°C durante el proceso, se sobredimensiona el espesor del aislante a 0,03 m. De todas formas, se recomienda que el equipo cuente con un sistema de control de temperatura puesto que el tiempo de permanencia de la mezcla en el tanque es mayor a 0,33 h debido a que el transporte del fluido desde el tanque hacia la paila se realiza paulatinamente.

En la Figura 6.2.I se muestran las dimensiones obtenidas del diseño del equipo:

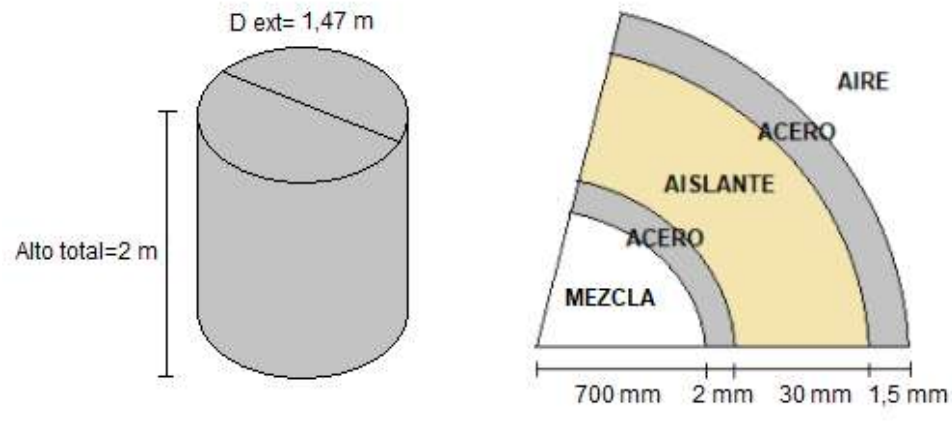


Figura 6.2.I. Dimensiones del tanque mezclador diseñado.

6.2.4 Paila dulcera

Una paila dulcera (Figura 6.2.m) es un equipo que está diseñado para la elaboración de dulces. Consiste en un tanque agitador cónico con una camisa por la cual fluye vapor que condensa al intercambiar energía con el fluido que se mezcla. El volumen de fluido a concentrar está contenido en el casquete esférico que se ubica en la parte inferior del tanque, con lo cual, la camisa por la cual fluye el vapor abarca únicamente esta sección de la paila.

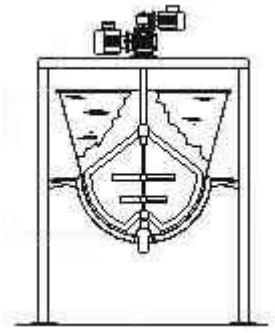


Figura 6.2.m. Esquema de una paila (Eti, 2021).

De los balances de masa se obtuvo que se concentran 2091 kg/lote de mezcla, sabiendo que su densidad a la temperatura media del proceso es 1130 kg/m^3 se estima que en esta etapa se procesan 1850 L/lote. Para reducir tiempo de proceso se plantea el uso de 2 pailas de 1000 L en paralelo. Se seleccionó la paila dulcera de la marca Medelinox, cuyas principales características se resumen en la Tabla 6.2.V.

Tabla 6.2.V. Características de la paila dulcera seleccionada (Medelinox, 2020).

Capacidad	1000 L
Consumo eléctrico	1,5 kW
Dimensiones	1640x1510x2580 mm

En cuanto al sistema de agitación, generalmente se utilizan dos agitadores que giran en sentidos contrarios, uno de ellos es de tipo ancla que evita que el dulce se pegue a las paredes calientes; el otro es de tipo paleta y actúa rompiendo la espuma que se forma y mejora la agitación.

De los balances de energía se obtuvo que deben intercambiarse 3.345.286 KJ por lote, por lo tanto, para cada paila corresponde la mitad (1.672.643 KJ).

Suponiendo que el proceso requiere 3,5 horas, el calor que debe intercambiarse por lote y por paila es 133 kW. Se calcula el consumo de vapor saturado a 4 kg/cm^2 que se utiliza asumiendo que la energía que absorbe la mezcla proviene únicamente de la condensación del gas:

$$Q = mv \,.\, \lambda\,(4\ kg/cm^2)$$

Donde Q es el calor intercambiado entre la mezcla y el vapor (133 kJ/s), mv es el caudal que se consume de vapor por paila y por lote y λ es la entalpía de vaporización del vapor saturado a 4 kg/cm^2 y es igual a 2136 KJ/kg (Çengel & Ghajar, 2011). Luego, reemplazando los datos en la expresión anterior, se obtiene mv igual a 0,063 kg/(s.lote.paila).

Por último, se verifica que el área de transferencia de calor de la paila seleccionada satisface la requerida. Primero se estima el área requerida a partir de la siguiente expresión:

$$Q = UA\Delta T$$

Donde Q es el calor intercambiado (133 kW), U es el coeficiente global de transferencia de calor y es asumido igual a 0,9 kW/m^2 °C (Kern & Donald, 1999), A es el área de transferencia y ΔT es la diferencia de temperatura entre el fluido calefactor (vapor) y la temperatura media del proceso (88,4 °C). Con estos datos se obtiene que el área de transferencia debe ser igual a 2,7 m^2.

Como se dijo anteriormente, la mezcla a concentrar se encuentra en la parte esférica del equipo. Cuando se habla de una paila de 1000 L se hace referencia a que el equipo procesa este volumen de mezcla, sin embargo, esto no significa que se parte de este volumen al comienzo de la concentración. La semiesfera de una paila de 1000 L tiene una capacidad para 400 L aproximadamente, el resto de la mezcla se traspasa paulatinamente a este equipo a medida que se va concentrando. Puesto que la camisa cubre esta semiesfera, se puede estimar la superficie real de transferencia de calor, la cual es 2 m^2 aproximadamente. Debido a que ambas superficies son estimaciones, se puede considerar que se cumple la superficie requerida ya que la diferencia relativa entre ellas es 0,35. Además, hay que tener en cuenta que el área requerida se puede ajustar a la superficie real de la paila modificando variables como el tiempo del proceso y la temperatura del vapor.

- *Tanque de goteo*

La paila incluye un tanque de goteo el cual consiste en un tanque de acero inoxidable con una válvula en la parte inferior. Se utiliza con el fin de agregar paulatinamente la mezcla a la paila y así evitar derrames por espumado. Está dispuesto de forma tal que el traspaso se realiza por gravedad.

6.2.5 Tanque enfriador

El enfriamiento del producto puede realizarse en la misma paila reemplazando el vapor por agua fría de forma tal de disminuir el equipamiento necesario, aunque se prolongan los tiempos de operación (Zunino, 2000). Por esta razón, se plantea el uso de un tanque de enfriamiento para optimizar la producción de la planta. Este equipo es similar a la paila con la diferencia que circula agua fría por la camisa.

El diseño del tanque se realizó de forma análoga al del tanque mezclador, se planteó que su capacidad equivale al volumen que ocupa el dulce que se produce por lote (750 kg). De esta forma, se obtuvo un diámetro interno de 0,9 m, un nivel normal de llenado (nnl) de 0,85 m y una altura interna total de 1,44 m.

Por otro lado, se propuso utilizar 0,09 kg/s de agua a temperatura ambiente (15°C) sin recirculación, los cuales circulan por una camisa de acero inoxidable 304. Para determinar la altura necesaria de la camisa, se plantea un balance de energía en estado transitorio. En la Figura 6.2.n se representa el problema en cuestión:

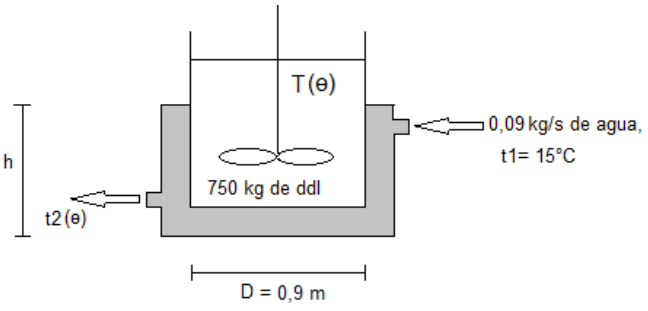


Figura 6.2.n. Esquema del tanque enfriador.

El balance de energía se expresa de la siguiente forma:

$$-\ m_{ddl}.Cp_{ddl}.\frac{dT(\Theta)}{d\Theta} = M_{agua}.Cp_{agua}.(t2_{(\Theta)} - t1) = UA\Delta T_{(\Theta)}$$

Donde:

- m_{ddl} es la masa de dulce de leche contenida en el tanque (750 kg).

- Cp $_{ddl}$ es el calor específico del dulce a la temperatura media del proceso (87,5°C) considerado como constante durante el proceso e igual a 2,14 KJ/kg °C.
- T es la temperatura del dulce (en °C)
- Θ es el tiempo (en segundos)
- M $_{agua}$ es el caudal de agua que ingresa al sistema, considerada como constante e igual a 0,09 kg/s
- Cp $_{agua}$ es el calor específico del agua y asumido igual a 4,18 KJ/kg °C durante el proceso.
- t1 es la temperatura de entrada de agua considerada como constante e igual a 15°C.
- t2 es la temperatura de salida de agua y varía con el tiempo.
- U es el coeficiente global de transferencia de calor asumido igual a 0,47 KW/m^2 °C (Torres-Tamayo et al., 2014).
- A es el área de transferencia de calor entre el dulce de leche y el agua de enfriamiento (incógnita de la ecuación).
- ΔT es la diferencia de temperatura media logarítmica ($= \frac{t2-t1}{ln\,[(t2-T)/(t1-T)]}$)

Resolviendo el sistema de ecuaciones, se obtiene la siguiente solución:

$$ln\left(\frac{T1-t1}{T2-t1}\right) = \frac{M_{agua}Cp_{agua}}{m_{ddl}Cp_{ddl}}.\left(\frac{K2-1}{K2}\right).\Theta \qquad \text{con} \quad K2 = e^{UA/M_{agua}Cp_{agua}}$$

Con T1 igual a 105°C, T2 igual a 70°C y asumiendo que el proceso tiene una duración de 40 minutos (2400 s), se despeja A de la expresión anterior y se obtiene 1,67 m^2. Por último, se calcula la altura de la camisa (h) sabiendo que esta área de transferencia de calor corresponde con la suma de la superficie de la base del cilindro y la del lateral:

$$A = área\ base\ cilindro + área\ lateral\ cilindro$$

$$A = \pi(D/2)^2 + \pi Dh \rightarrow 1,67\ m^2 = \pi.(0,9\ m/2)^2 + \pi(0,9\ m)h$$

De esta forma, se obtiene que la altura de la camisa debe ser igual a 0,37 m para respetar el área de transferencia de energía requerida (cuando nnl es 0,85 m).

6.2.6 Dosificadora

El envasado se realiza de forma semiautomática, un operario coloca manualmente los envases vacíos sobre una cinta transportadora y una máquina

lleva a cabo la dosificación por medio de unas boquillas. Para esta operación se seleccionó una dosificadora volumétrica lineal de dos boquillas, la cual, a su vez, posee todas las regulaciones para adaptarlo según el formato del envase (Figura 6.2.ñ).



Figura 6.2.ñ. Dosificadora de dulce de leche (Ingesir, 2020)

En cuanto a la capacidad del equipo, ésta se encuentra limitada por la velocidad de la mano de obra puesto que la colocación de las tapas y los envases en las cajas de cartón se realiza de forma manual. Suponiendo que la razón de trabajo de los operarios es 0,2 unidades/s, la capacidad mínima del equipo debe ser 720 unidades/h. Para evitar que el equipo trabaje al 100% de su capacidad (pues su vida útil se reduce más rápido), se lo sobredimensionó de forma tal que su nueva capacidad corresponda con 1200 unidades/h. En la Tabla 6.2.VI se muestran las principales características de la dosificadora seleccionada:

Tabla 6.2.VI. Características de la dosificadora.

Marca	Ingesir
Capacidad	1200 dosis/h
Consumo eléctrico	1,5 kW
Consumo de aire comprimido	30 L/min
Dimensiones	2700x800x1500 mm

6.2.7 Roscadora

Para el caso de los frascos de vidrio, el cerrado se realiza de forma semiautomática con la ayuda de una máquina roscadora. Un operario coloca las

tapas sobre los frascos que circulan sobre una cinta transportadora y la máquina realiza el cierre. Para reducir espacio, la dosificadora y la roscadora comparten la misma cinta transportadora. Se puede anular el módulo de la roscadora para el caso que se envase en los potes de cartón.

Nuevamente, para calcular la capacidad mínima del equipo se tuvo en cuenta la velocidad de la mano de obra, asumida igual a 0,2 unidades/s. Por lo tanto, se seleccionó una tapadora de 1200 unidades/h (Figura 6.2.o) cuyas características se muestran en la Tabla 6.2.VII.

Tabla 6.2.VII. Características de la roscadora.

Marca	Cadec
Modelo	RLS 1800
Capacidad	1200 unidades/h
Consumo de aire comprimido	20 L/min



Figura 6.2.o. Máquina roscadora (Cadec, 2020).

6.2.8 Etiquetadora

Para esta operación se seleccionó una máquina etiquetadora automática para envases cilíndricos (Figura 6.2.p). El equipo trabaja con etiquetas en bobina, las cuales son recogidas por succión con aire comprimido y luego colocadas sobre la superficie del envase con la ayuda de una correa. Este equipo cuenta con todas las regulaciones para adaptarlo a los distintos tipos de envase que se utilizan.

Por otro lado, la velocidad de etiquetado se encuentra limitada por las velocidades de las operaciones anteriores, con lo cual se plantea que la capacidad

mínima debe ser 720 unidades/h. En la Tabla 6.2.VIII se muestran las características de la etiquetadora seleccionada.

Tabla 6.2.VIII. Características de la etiquetadora.

Marca	Cadec
Capacidad	1500 unidades/h
Consumo eléctrico	1,5 kW
Consumo de aire comprimido	40 L/min



Figura 6.2.p. Máquina etiquetadora (Cadec, 2020).

6.2.9 Detector de metales

Este equipo se utiliza con el fin de asegurar la inocuidad del alimento al detectar metales que pudieron haberse desprendido de las máquinas. Si bien la planta cuenta con programas de mantenimiento que reducen la probabilidad de desprendimiento de piezas metálicas, es necesario asegurar que el producto no represente un riesgo para el consumidor.

El detector de metales detecta elementos metálicos (acero, acero inoxidable y no férricos) mayores a 0,5 mm y cuenta con una cinta transportadora que está programada para detenerse en caso de detección de metal. Además, posee todas las regulaciones para adaptarlo a los distintos tipos de envases (incluso para los frascos de vidrio con las tapas). En la Figura 6.2.q. se muestra dicho equipo:



Figura 6.2.q. Representación de un detector de metales (Bizerba, 2021).

6.2.10 Equipos auxiliares

- *Intercambiador de calor de tubos y coraza*

Este equipo se utiliza para obtener el agua caliente que se requiere en la etapa de pasteurización. Permite la transferencia de calor de forma indirecta entre dos fluidos, de los cuales uno circula por la coraza y el otro por el haz de tubos (Figura 6.2.r). En este caso, se planteó que el agua fría pasa por los tubos y es calentada por vapor que condensa en la coraza. La disposición de los fluidos se decidió de esta forma ya que se logra una mejor separación de fases en la coraza que en los tubos, además se evita trabajar con una presión de vapor más elevada.

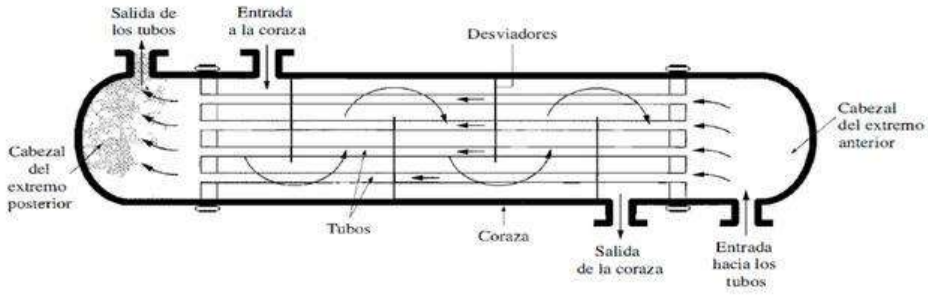


Figura 6.2.r. Esquema general de un intercambiador de tubos y coraza (Moya Rodríguez & Reyes Rodríguez, 2016).

El objetivo del diseño del intercambiador es determinar el área de transferencia de calor, las temperaturas de entrada y salida de las corrientes, el caudal de vapor requerido y el número de tubos necesarios. Para ello, se utilizó un método iterativo análogo al usado para el diseño del intercambiador de placas, el cual se encuentra detallado en el Anexo VI. Es importante aclarar que el diseño de

este equipo se realizó de acuerdo a los estándares publicados por la Asociación de Fabricantes de Intercambiadores Tubulares (TEMA por sus siglas en inglés). En la Tabla 6.2.IX se resumen los resultados obtenidos del diseño:

Tabla 6.2.IX. Especificaciones del intercambiador de tubos y coraza diseñado.

Tubos	
Diámetro externo nominal	¾ ‘’ (0,019 m)- 16 BWG
Longitud	1,8 m
Número de tubos	84
Área de intercambio	9,05 m^2
Paso	Triangular, 1’’ (0,025 m)
Número de pasos	2
Material	Acero inoxidable 316
Coraza	
Diámetro interno nominal	12 ‘’ (0,31 m)
Número de pasos	1
Material	Acero al carbono
Espacio entre baffles	-

Con el fin de lograr un ahorro energético, se propone utilizar la salida de agua caliente del intercambiador de placas como corriente de entrada al intercambiador de calor de tubos y coraza. De esta forma, se consigue disminuir la cantidad de calor a intercambiar entre el vapor y el agua y, por lo tanto, la cantidad de vapor requerida. Se utiliza la siguiente expresión para calcular el caudal de vapor que se necesita para calentar la corriente de agua:

$$Q = m_w . Cp_w(Ts - Te) = mv \, . \, \lambda \, (120°C)$$

Donde: Q es el calor intercambiado entre el agua y el vapor; mw es el caudal de agua que se utiliza en la pasteurización (1,66 kg/s); Cpw es el calor específico del agua (4,18 kJ/Kg °C); Ts es la temperatura de salida del agua del intercambiador de tubos y coraza (79,8°C); Te es la temperatura de entrada del agua; mv es el caudal que se consume de vapor (incógnita de la ecuación) y λ es la entalpía de vaporización del vapor saturado a 120°C y es igual a 2202 KJ/kg (Çengel & Ghajar, 2011). Si Te es igual a 15°C, se obtiene que mv es igual a 0,2 kg/s, si Te se corresponde con la temperatura de salida de agua del intercambiador de placas

(63°C), mv resulta igual a 0,053 kg/s. Por lo tanto, con el arreglo planteado se consigue reducir el consumo de vapor en un 73,5%.

- *Caldera*

Este equipo genera la cantidad de vapor necesaria para llevar a cabo la concentración y para calentar el agua que se utiliza en la pasteurización. Para seleccionar una caldera primero se procede a calcular el mínimo caudal de vapor (Mv) que debe generar:

$$Mv = vapor\ consumido\ en\ pasteurización + vapor\ consumido\ en\ concentración$$

Se realiza la suma de los consumos debido a que en determinado momento del proceso de elaboración las dos pailas y el intercambiador de placas operan en simultáneo. En el diseño de la paila dulcera se estimó que se consumen 0,063 kg/s de vapor por paila y por lote (por lo que por lote se consume 0,126 kg/s) y, en el diseño del intercambiador de tubos y coraza se halló que se necesitan 0,053 kg/s de vapor. Reemplazando los datos, se obtiene Mv= 0,179 kg/s. A este valor se lo afecta por un factor de seguridad de 1,2, por lo tanto, la caldera debe ser capaz de producir 0,215 kg/s (774 kg/h).

Luego, hace falta definir el tipo de caldera que se requiere en función del caudal de vapor que debe generar y de la presión de trabajo. Una forma de clasificar las calderas es de acuerdo al fluido que circula por los tubos. En base a esto, se pueden encontrar las calderas pirotubulares (los humos de combustión circulan por los tubos) y las acuotubulares (el agua a evaporar pasa por los tubos). En este caso, se optó por una caldera pirotubular ya que se requiere una capacidad de producción y presiones de trabajo bajas. Además, requiere menos espacio y tiempo de montaje que las acuotubulares y son más económicas en su adquisición y mantenimiento (Franz, 2020; Naturgy, 2016). En la Tabla 6.2.X se muestran las características del equipo seleccionado y en la Figura 6.2.s una foto del mismo:

Tabla 6.2.X. Características de la caldera seleccionada.

Marca	Markowicz
Modelo	LNR 50
Generación de vapor	800 kg/h
Dimensiones	2100x3500x2100 mm

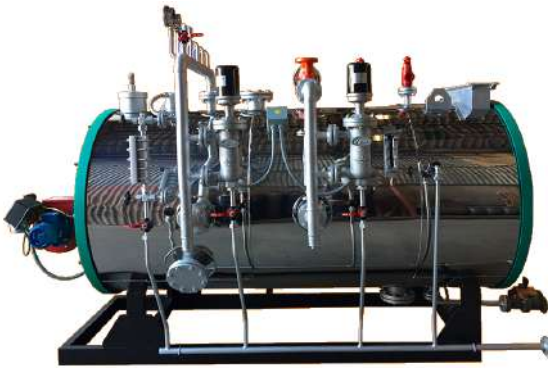


Figura 6.2.s. Representación de una caldera pirotubular de 800 kg/h (Markowicz, 2020).

- *Compresor*

Este equipo debe generar el caudal de aire comprimido (Q) que se requiere para la dosificadora, la roscadora y la etiquetadora. Puesto que para el envasado de los frascos de vidrio estos tres equipos funcionan en simultáneo, se calcula el mínimo caudal de aire que debe producir el compresor:

$$Q_{mín} = 30\ L/min + 20\ L/min + 40\ L/min = 90\ L/min$$

Los valores utilizados se obtuvieron por contacto directo de proveedores. Para evitar que funcione al 100 % de su capacidad, se seleccionó un equipo que genera 196 L/min y, además, se tuvo en cuenta que debe producir aire a una presión superior a la de trabajo (6 bar). En la Tabla 6.2.XI se muestran las características del compresor seleccionado y en la Figura 6.2.t una representación del mismo:

Tabla 6.2.XI. Características del compresor (Versa, 2020).

Marca	Versa
Consumo eléctrico	1,5 kW (2 HP)
Caudal	196 L/min
Presión máxima	8 bar
Dimensiones	590 x 230 x 530 mm



Figura 6.2.t. Representación del compresor (Versa, 2020).

6.2.11 Equipos y elementos secundarios

- *Bomba de tornillo*

Este equipo se utiliza para bombear líquidos viscosos a bajas velocidades. Posee un tornillo helicoidal que gira dentro de una camisa y el fluido circula entre estos dos (Figura 6.2.u). Está construida de acero inoxidable 316 y protegida con pintura epoxi (blanca) que impide cualquier contaminación entre el dulce, los rodamientos y los órganos de transmisión. La misma puede transportar entre 1000 y 20000 litros/hora, trabaja con una presión de hasta 10 bar y posee de 300 a 500 rpm.



Figura 6.2.u. Esquema de una bomba de tornillo (EMAG ,2020).

- *Filtro*

Se utiliza un filtro de acero inoxidable con el fin de eliminar las partículas mayores a 0,2 mm y de proteger al equipamiento de elementos potencialmente nocivos. La leche pasa a través de una malla tubular obteniendo alta calidad y eficiencia por su amplia superficie de filtrado y baja pérdida de carga (Figura 6.2.v).



Figura 6.2.v. Filtro de acero inoxidable (SIMES, 2020).

- *Plato rotativo de acumulación*

Se agregó un plato rotativo de acumulación (Figura 6.2.w) como complemento de la línea de envasado. Este accesorio se ubica al final de la línea y se utiliza con el fin de acumular los envases que salen de la cinta transportadora del detector de metales. En caso de demora al buscar material para reponer o al armar el pallet, la persona puede abandonar el lugar de trabajo sin preocupación.



Figura 6.2.w Plato rotativo de acumulación (Daumaq, 2020).

- *pHmetro y refractómetro*

El pHmetro (Figura 6.2.x) se utiliza en la recepción de la leche de cabra cruda para medir rápidamente el pH de la misma. Se toma una muestra (puede ser en un vaso de precipitados), se agita suavemente para homogeneizar y luego se realiza la medición.

Por otro lado, el refractómetro es un instrumento que se utiliza para medir indirectamente la concentración de sólidos disueltos en una disolución por medio del índice de refracción de una muestra. En este caso se utiliza para determinar el punto final de la etapa de concentración, por lo que este instrumento mide concentraciones de por lo menos 68°Bx.



Figura 6.2.x. pHmetro y refractómetro a la izquierda y a la derecha, respectivamente.

Para utilizar el pHmetro se necesita calibrar anteriormente siguiendo las indicaciones del manual (ATC PH-208 LUTRON, 2021) .

- *Mesa de trabajo*

Esta mesa está ubicada luego de la etiquetadora y es en donde un operario realiza el envasado secundario. Las cajas vacías desarmadas se pueden colocar a un costado, la persona arma el envase, lo coloca sobre la mesa y acomoda las 24 unidades correspondientes. En la Tabla 6.2.XII se muestran las características de la mesa de trabajo y en la Figura 6.2.y un representación de la misma:

Tabla 6.2.XII. Características de la mesa de trabajo.

Largo x ancho x alto	1100x600x900 mm
Material	Acero inoxidable



Figura 6.2.y. Mesa de trabajo utilizada para el envasado secundario.

- *Zorra hidráulica manual*

La zorra hidráulica se utiliza para trasladar productos paletizados a nivel del piso evitando el uso de equipos automotrices que requieren personal capacitado. En este caso se usa específicamente para transportar materias primas y productos terminados desde y hasta los depósitos correspondientes.

Sabiendo la cantidad y las medidas de las cajas que se utilizan en el envasado, se determinó que se completa un pallet por lote, por lo que la zorra hidráulica debe soportar cargas superiores a 750 kg. Se seleccionó una de la marca Unirrol cuya capacidad es 2000 kg (Figura 6.2.z).



Figura 6.2.z. Zorra hidráulica (Unirrol, 2021).

- *Elevador hidráulico manual*

Este equipo se utiliza en el depósito de producto terminado para elevar y bajar los pallets que se encuentran ubicados en los estantes de los racks. También se usa durante la descarga o despacho de productos debido a la elevación que presenta la cámara del transporte. Conociendo las dimensiones de los pallets que se forman al finalizar el proceso y del depósito de producto terminado, se determinó que la máxima altura a la cual están colocadas las bases de los pallets es 1,5 m. Por lo tanto, se seleccionó un elevador cuya capacidad es 2000 kg y que posee una altura máxima de elevación de 1,7 m (Figura 6.2.aa).



Figura 6.2.aa. Elevador hidráulico manual (Ecovi, 2021).

- *Carro jaula*

Puesto que la cantidad de unidades que se produce de cada envase no es múltiplo de 24 (cantidad que se coloca en las cajas), al cabo de cada lote quedan

algunos productos “sueltos”. Por esta razón, se plantea el uso de un carro jaula donde se puedan colocar estas unidades hasta que se pueda completar una nueva caja (Figura 6.2.ab).



Figura 6.2.ab. Carro jaula.

Para estimar la mínima superficie que debe tener el carro, se calcularon las unidades que sobran en un lote (Tabla 6.2.XIII). Luego, se decidió que el área mínima debe ser tal que permita la ubicación de 12 potes de cartón de 0,5 kg. En la Figura 6.2.ac se muestra la distribución de las unidades y las medidas necesarias. Por último se decide que la altura total del carro sea de 1000 mm para facilitar el acomodado de los productos.

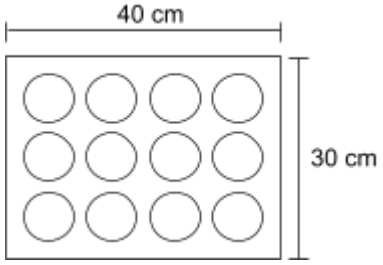


Figura 6.2.ac. Medidas de la base del carro jaula.

Tabla 6.2.XIII. Cantidad de unidades que quedan sin envasar en un lote.

Envase	Unidades producidas por lote	Cajas completas	Unidades sobrantes
Frasco de vidrio	1667	69	11
Cartón de 0,5 kg	1500	62	12
Cartón de 1 kg	750	31	6

Para cerrar el capítulo, se puede decir que se pudieron diseñar y seleccionar los equipos e instrumentos básicos requeridos para la elaboración de dulce de leche de cabra según las necesidades de la planta a diseñar.

7. DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama de Gantt es una herramienta que permite visualizar la duración de cada actividad así también como el tiempo total necesario para finalizar el proceso. A su vez, proporciona información respecto a la relación entre las tareas, es decir, si una de ellas puede comenzar a realizarse o no antes de que finalice otra. Este gráfico consta de dos ejes, uno vertical donde se indican las tareas a realizar, y otro horizontal que representa el tiempo. A cada actividad se le asigna una línea horizontal cuya longitud es proporcional a la duración de la misma.

Antes de realizar el diagrama es conveniente construir una tabla listando las etapas del proceso de elaboración con sus respectivos antecedentes y tiempos de proceso. Las duraciones de las etapas se estimaron a partir de la masa a procesar y de la capacidad del equipo en cuestión, por ejemplo, en la pasteurización se tratan 1655 L por lote y la capacidad del equipo es 1500 L/h, con lo cual:

$$Duración\ pasteurización = \frac{Volumen\ a\ pasteurizar\ por\ lote}{capacidad\ del\ equipo} = \frac{1655\ L/lote}{1500\ L/h} = 1,1\ h/lote$$

Para el caso de la recepción de la leche, se consideró una duración media de 30 minutos en el cual se contempla el tiempo que se requiere para realizar los análisis necesarios y para llenar el tanque de almacenamiento. Si bien este equipo está diseñado para enfriar y mantener la leche a 4°C, se asume que no es necesario esperar a que se alcance esta temperatura para empezar la pasteurización, pues de esta manera se logra un ahorro energético en el proceso. Por otro lado, se unificaron las etapas de dosificación, cerrado, etiquetado, detección de metales y envasado secundario en un único proceso denominado “envasado”.

En la tabla 7.I se enumeran las actividades y se muestran las duraciones de cada una de ellas con sus respectivas dependencias:

Tabla 7.I. Duración de cada actividad y sus dependencias.

Nro	Actividad	Antecedentes	Duración* (min)
1	Recepción de la leche de cabra cruda	-	30
2	Pasteurización	1	70
3	Mezclado	2	20
4	Concentración	3	210
5	Enfriamiento	4	40

6	Envasado en frasco de vidrio	5	150
7	Envasado en cartón de 500 g	5	140
8	Envasado en cartón de 1 kg	5	70
9	Ingreso a depósito de producto terminado	6/7/8	10

**Correspondiente a un lote de producción (750 kg de dulce de leche de cabra).*

En las Figuras 9.a, 9.b y 9.c se muestran los diagramas de Gantt correspondientes a los frascos de vidrio y a los potes de cartón de 500 y 1000 g, respectivamente. Los dos lotes que se realizan diariamente están identificados con distintos colores.

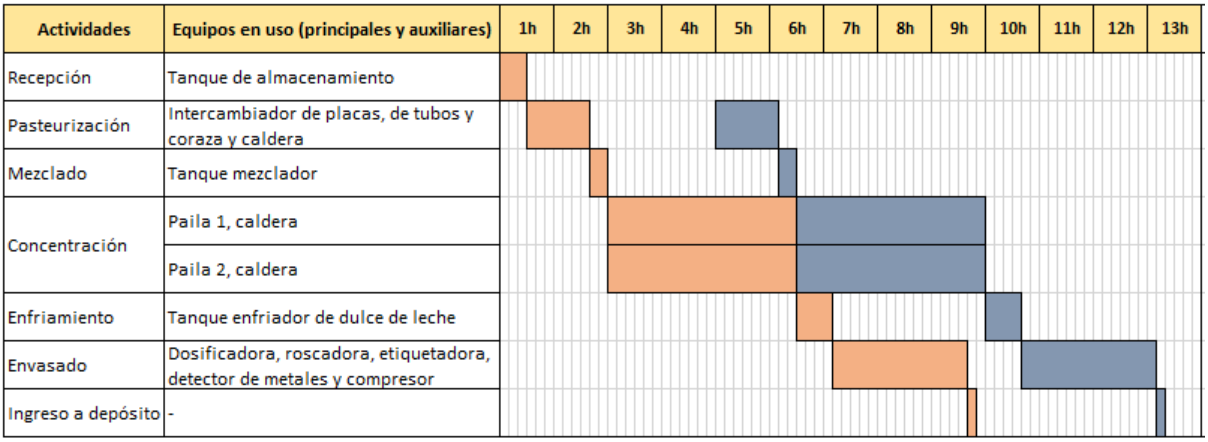


Figura 9.a. Diagrama de Gantt correspondiente a dos lotes de envases de vidrio.

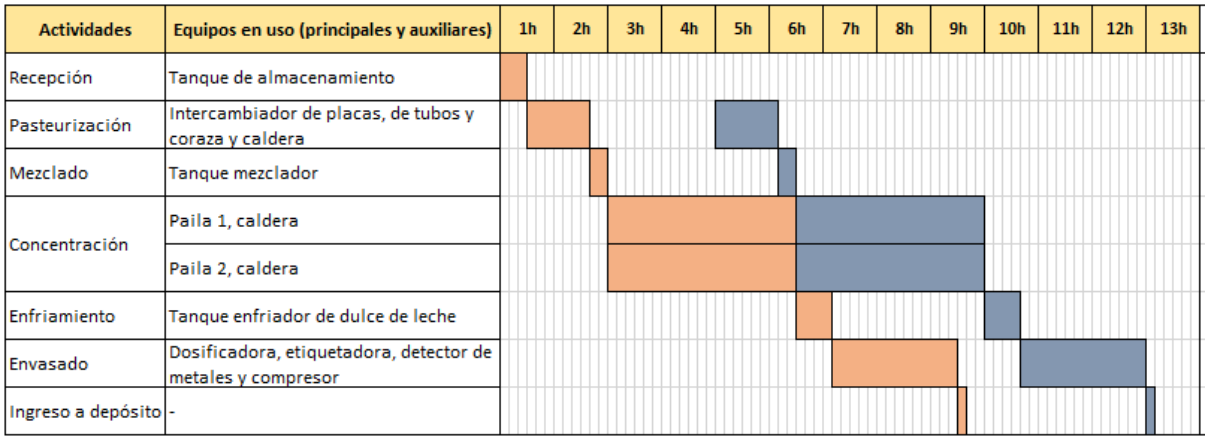


Figura 9.b. Diagrama de Gantt correspondiente a dos lotes de envases de cartón de 500 g.

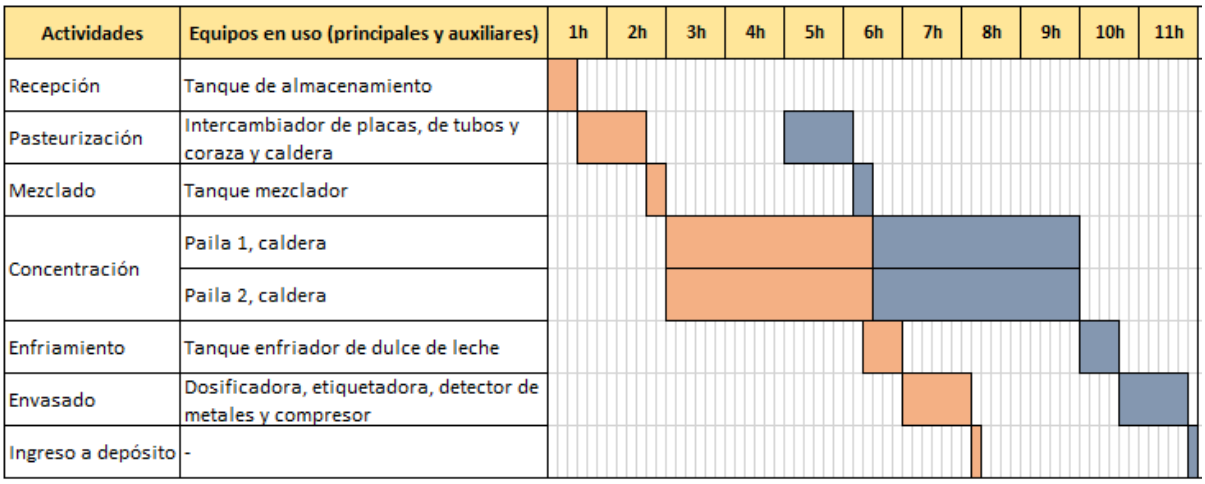


Figura 9.c. Diagrama de Gantt correspondiente a dos lotes de envases de cartón de 1 kg.

Se observa que la duración total para los frascos de vidrio es 12,3 horas, mientras que para los potes de cartón de 500 g y 1 kg es 12,2 y 11 horas, respectivamente. La diferencia se debe únicamente a la cantidad de unidades que deben envasarse debido a que la velocidad de envasado está limitada por la razón de trabajo de la mano de obra (la cual es constante). Hay que tener en cuenta que en un mismo día se pueden utilizar dos formatos diferentes de envase, por ejemplo, en un lote se puede emplear frascos de vidrio y en el otro cartón de 1 kg. Puesto que el lote de mayor duración pertenece al de los frascos de vidrio, el tiempo máximo diario de proceso es 12,3 h que corresponde al día en el cual se elaboran dos lotes con este envase.

Por otro lado, se resalta que el segundo lote empieza antes de finalizar la concentración del primero. Esto conlleva a que algunos equipos de diferentes etapas se utilizan en simultáneo, por ejemplo, las dos pailas con los dos intercambiadores de calor y la caldera durante la pasteurización del segundo lote. Es importante tener esto en cuenta en lo que respecta a la gestión general de la empresa. Se destaca que el tanque de almacenamiento de leche de cabra cruda se encuentra en funcionamiento hasta que empieza la pasteurización del segundo lote, esto es alrededor de 4 horas de haber empezado el día productivo.

Por último, se destaca que en todos los casos la etapa de mayor duración es la concentración. Una posible mejora en el proceso es agregar más pailas en paralelo para reducir el tiempo de concentración. La segunda etapa de mayor duración es el envasado, la cual puede mejorarse asignando más operarios a la tarea o automatizando la operación.

8. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta es básicamente “el ordenamiento del espacio”, el cual implica el ordenamiento físico de diferentes elementos (como la maquinaria, el personal, los depósitos) dentro de los límites establecidos (De la Fuente García & Quesada, 2005).

Esta herramienta persigue los siguientes objetivos (Muther, 1970):

- integrar conjuntamente todos los factores que afecten a la distribución;
- reducir las distancias recorridas por los materiales;
- utilizar efectivamente todo el espacio;
- aumentar la satisfacción y la seguridad de los trabajadores;
- optimizar la circulación o flujo de materiales a través de la planta y;
- facilitar cualquier cambio que se prevea.

Una adecuada distribución permite aumentar la productividad, evitar gastos innecesarios de mano de obra y de espacio, disminuir los riesgos de deterioro de los materiales, etc. (Muther, 1970).

Para la planta elaboradora de dulce de leche de cabra se utilizará una distribución en línea o por producto. Este tipo de layout es determinado por el diseño del producto, es decir, se basa en la secuencia de operaciones que deben realizarse con el fin de obtener un producto definido. Algunas de las ventajas que presenta son: reducción del movimiento de los materiales; reducción del tiempo de producción; y disminución de inventarios en proceso (Bennett, 2015). La distribución en línea requiere que el producto sea estandarizado, que los equipos cumplan funciones específicas y que haya cierta continuidad del sistema de producción (Bennett, 2015).

Para que la distribución en planta sea conveniente se tuvieron en cuenta los siguientes 8 factores de Muther (1970):

- *Factor N°1: material*

Este factor incluye los siguientes elementos o particularidades:

- *Materias primas:* leche de cabra, azúcar, jarabe de glucosa, bicarbonato de sodio, hidróxido de sodio, esencia de vainilla y sorbato de potasio.
- *Producto final:* dulce de leche de cabra.
- *Desperdicios:* restos de leche o dulce de leche que queden en los equipos.

- *Envases*: el envase primario puede ser un frasco de vidrio de 360cc de capacidad o cartón para envasar 500 y 1000 g de producto. Mientras que el envase secundario a utilizar son cajas de cartón.

  Las consideraciones que afectan al factor material son:

- El proceso y especificaciones del producto.
- Las características físicas o químicas del mismo.
- La cantidad y variedad de productos o materiales.
- Secuencia de operaciones.

- *Factor N°2: maquinaria*

Los elementos o particularidades que incluye este factor son:

- *Equipos de proceso o de tratamiento*: un tanque de almacenamiento de leche de cabra cruda filtrada, un intercambiador de calor de placas, un tanque mezclador, dos pailas, un tanque enfriador de dulce de leche, una dosificadora, una cerradora, una etiquetadora y un detector de metales.
- *Equipos auxiliares y utillaje principal*: caldera, intercambiador de tubos y coraza, compresor, mesa de acero inoxidable para el envasado secundario, tanque de goteo, filtro y plato rotativo de acumulación.

  Las consideraciones que afectan al factor maquinaria son:

- Proceso o método.
- Maquinaria, utillaje y equipos.
- Utilización de la maquinaria: los equipos pueden estar dispuestos de tal forma que una misma persona pueda operar máquinas que están próximas entre sí. Tal es el caso del tanque mezclador, las dos pailas y el tanque enfriador.
- Requerimientos de la maquinaria y del proceso.

- *Factor N°3: personal*

  Los elementos o particularidades que incluye este factor son:

- *Mano de obra directa:* en la zona de producción se encontrarán los operarios destinados a la elaboración del dulce de leche de cabra. Habrá 2 operarios en la zona de pailas y uno de ellos también puede encargarse de la recepción de la materia prima. En la zona de envasado se contará con 3 operarios uno de ellos se puede encargar de la expedición de producto.
- *Jefes de sección y encargados (como supervisor de producción y de calidad):* la principal función del supervisor de producción es coordinar al personal para garantizar el cumplimiento de los plazos establecidos de producción. Deberán supervisar el requerimiento de calidad y monitorear el proceso de elaboración. Además de controlar los materiales, que no ocurran faltantes, llevar reportes de producción y contar con conocimiento de HACCP y BPM. La otra persona que se encuentra en la zona de pailas puede cumplir este rol en la planta.

  El supervisor de calidad es la persona que se encargará del manejo de las normas de higiene en el desarrollo del producto, tendrá la capacidad de elaborar auditorías e inventarios y contar con conocimientos de HACCP y BPM. Se contará con una persona en calidad.
- *Personal de mantenimiento:* se contará con una persona encargada de verificar el buen funcionamiento de los equipos e instalaciones, debe estar disponible en el caso de rotura o mal funcionamiento de las mismas. Esta misma persona será quien esté a cargo del funcionamiento de la caldera.
- *Personal de limpieza:* los mismos operarios se encargarán de la limpieza de los equipos y de las zonas de trabajo.
- Área administrativa: En este sector se encontrará el gerente y una persona destinada a las ventas y marketing, llevando la contabilidad y datos financieros y los inventarios mensuales de insumos.

Las consideraciones que afectan al factor hombre son:

- Condiciones de trabajo y seguridad: los equipos que son ruidosos o cuya operación conlleva cierto riesgo para la salud de las personas deberán estar aisladas. Este es el caso de las calderas y el compresor.

- *Factor N°4: movimiento*

Los elementos o particularidades que incluye este factor son:

- *Entrada del material:* la leche de cabra ingresa a la planta a temperatura de refrigeración y se conserva en un tanque refrigerado (T=4°C). La materia prima restante se almacena en una cámara a temperatura ambiente (~20°C) y humedad relativa del ambiente. Toda la materia prima se recibe en la zona de recepción.
- *Salida del material*: el producto terminado se despacha desde la cámara de almacenamiento de producto terminado hacia el camión que lo distribuye. La cámara se encuentra cerca del área de expendio y libre de obstáculos.
- *Movimiento del hombre:* el personal de la planta ingresará por la puerta principal. Las personas que se desempeñen en oficinas irán directamente a sus puestos de trabajo. En cambio, los operarios que se dirijan al sector de producción, primero deberán acceder a vestuarios donde deberán cambiar su vestimenta y luego pasar obligatoriamente por un filtro sanitario.
- *Espacio reservado para pasillos:* Los pasillos deben estar libres de obstáculos para evitar accidentes. Éstos tendrán 1,5 m de ancho para posibilitar el paso del personal y transporte de material.
- *Conductos, tuberías:* las tuberías principales serán para la recepción de la leche cruda, agua potable para los equipos, gas natural para la caldera, vapor saturado para las pailas. También habrá conductos subterráneos de desperdicios líquidos que desembocará en un sedimentador donde se tratarán los efluentes.
- *Transportadores:* la materia prima principal es líquida por lo que se transportará mediante cañerías. Las demás materias primas se podrán transportar en cajas y/o pallets, así también como el traslado de envases. En el caso del dulce, como se encuentra a una temperatura de 65-70°C se encuentra fluido entonces también se transportan mediante cañerías de acero inoxidable y bomba de desplazamiento positivo.
- *Equipos de estiba*: Zorra hidráulica manual, elevador zorra hidráulica manual.
- *Recipientes sencillos*: Cajas, bandejas.
- *Pallets*: permiten el traslado de materia prima, envases y cajas. Sirven como base para el ensamblaje, el almacenamiento, el manejo y el transporte de mercancías; en un solo movimiento se pueden trasladar varios objetos poco manejables, pesados o voluminosos.

- *Factor N°5: espera*

- *Zona de recepción de materias primas:* las mismas se recepcionarán en horarios y días específicos, para asegurar que se realicen los controles de calidad y se completen las planillas de recepción, para luego poder realizar la trazabilidad de las mismas.

  Como se puede observar en el ANEXO VII, en la elaboración del Layout el área de recepción es amplia para evitar que en este sector de la planta se produzcan esperas innecesarias. Es importante destacar que la leche no puede perder la cadena de frío y por esta razón, la zona de almacén de materias primas cuenta con el tanque de almacenamiento, el cual también se encuentra cercano a la zona de recepción.
- *Demora entre operaciones:* una demora apreciable es el tiempo de llenado/vaciado de los tanques. También podrían considerarse los tiempos que se necesitan para el traslado de materiales dentro de la planta.
- *Zona de almacenamiento de producto final:* el sector de almacén del producto final fue diseñado sobredimensionando la producción en el caso de que la empresa decida aumentar su producción para vender el dulce de leche durante los meses que no hay leche de cabra disponible. Entonces, contará con un stock de envases listos para ser despachados. Esto también es ventajoso para que no haya esperas debido a que no hay lugar en el almacén.

- *Factor N°6: servicios*

- *Relativo al personal:* La planta contará con una entrada principal para todo el personal de la planta. Los vestuarios estarán ubicados cerca de la entrada de la planta, conectado al baño, a continuación el filtro sanitario. El comedor y zona de descanso estarán alejados del área de procesamiento. Los empleados tendrán sus comidas y descanso, tendrá la capacidad de acoger a 7 trabajadores. Contará con mesa, sillas, horno microondas y un área de lavado de utensilios. Las oficinas se encontrarán dentro de la planta pero separadas del área de producción, debidamente señalizadas. Dentro de ellas se encuentran: la oficina del gerente y la oficina de administración e información. La salida del personal de la planta se realiza por el pasillo a la derecha de la zona de recepción de material. La planta cuenta con cuatro salidas de emergencia estratégicamente ubicadas por si ocurre un accidente y el personal debe evacuar la planta.

- *Relativo al material:* la planta contará con una zona de recepción del material, laboratorio de control de calidad y la zona de producción.
  Los desechos sólidos serán transportados por un operario por la puerta de salida de personal y colocados en contenedores, evitando así el cruce con el producto terminado el cual saldrá por el área de expendio.
- *Relativo a la maquinaria:* el taller de mantenimiento estará ubicado cerca de todas las funciones operativas y en una zona de fácil acceso al personal, cerca del control de máquinas. Las líneas de servicio (vapor, gas, etc.) deben estar correctamente identificadas y su recorrido debe ser mínimo.
  La planta cuenta con extintores de fuego en la sala de máquinas y en la zona de producción en caso de incendio.

- *Factor N°7: edificio*

  Edificio completamente nuevo

La planta está ubicada en Batán, en zona de campo y granjas, alejada de la ciudad. La materia prima principal (leche de cabra) se encuentra disponible en la misma granja ya que existen cabras para su producción, su calidad de alimentación del ganado es variada y completa. El área es lo suficientemente grande para permitir futuras ampliaciones, posee áreas verdes para evitar problemas de polvo, cuenta con agua de pozo, accesibilidad, disponibilidad de mano de obra y transporte. Su forma será rectangular, de un solo piso teniendo en cuenta que es más económico y más sencillo para futuras ampliaciones. Todas las áreas de la fábrica estarán distribuidas de manera que los operarios realicen su trabajo de una manera eficiente. En la construcción se usan materiales que reduzcan las vibraciones y el ruido, así como también sean resistentes al fuego.

Siguiendo lo estipulado en la Ley de higiene y seguridad en el trabajo, la ley N°19587/72, es importante destacar que la planta tendrá disponible en sus instalaciones:

- todos los pasillos serán de 1,5m de ancho, como medida precautoria, para proteger a los empleados reduciendo el riesgo de accidentes laborales, al momento de transportar mediante la zorra hidráulica una carga que puede ser materia prima (bolsas de azúcar), envases (frascos, potes de cartón, entre otros) o el producto final a las respectivas zonas de almacenamiento.
- comedor, el cual será construido con pisos, paredes y techos lisos pintados con pintura epoxi blanca, de fácil limpieza, con iluminación natural y artificial, ventilación y ventana al exterior.
- para hombres y mujeres se construirá en planta baños con un inodoro, dos lavabos y dos duchas (uno para cada género) y también vestuarios que estarán ubicados aledaños a los servicios sanitarios.
- la planta cuenta con matafuegos clase B instalados uno aproximadamente a 20 metros del otro.
- las salidas de emergencia están señaladas en rojo en la figura 8.3.a. (Sección 8.3) y se encuentran siempre libre de obstáculos una a 40 metros de la otra.

- Factor N°8: cambio

- *Flexibilidad de la distribución*: la distribución en planta más efectiva será aquella que puede ser ajustada o reordenada con el mínimo de inconvenientes y al costo más bajo posible.
- *Cambio en los materiales*: si aumenta la demanda, aumenta la producción, entonces se deberá aumentar el volumen del tanque mezclador para acumular mayor cantidad de leche de cabra y así no cambiar la línea de producción.
- *Cambio en la maquinaria*: Se tendrá en cuenta que la ubicación de equipos debe ser flexible para permitir a futuro, cambios de diseño o métodos y que sean llevados a la práctica sin dificultad. El personal de mantenimiento contará con los repuestos necesarios para reparar los equipos en caso de fallas y/o rotura, también realizará un mantenimiento periodico evitando paradas de planta.
- *Cambio en el personal*: se deberá contar con operarios suplentes, su principal tarea es el mantenimiento del orden de la planta, reemplazar a otros operarios en sus tareas de descanso, comidas o colaciones y también en caso de ausencia.

8.1 Tabla relacional de actividades

La tabla relacional de actividades (Tabla 8.1.I) es un instrumento práctico y eficaz donde se plasman las relaciones de cada actividad en la planta. Mediante su implementación se evalúa la necesidad de proximidad entre las diferentes actividades bajo diferentes puntos de vista. El objetivo principal es la identificación de las relaciones causales complejas que pueden existir en la planta.

Tabla 8.1.I Escala de valoración de la Tabla Relacional de Actividades (Muther, 1970).

Código	Indica relación	Color asociado
A	Absolutamente necesaria	Rojo
E	Especialmente importante	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Ordinaria	Azul
U	Sin importancia	Negro

X	Rechazable	Marrón

El diagrama de relación de actividades (Figura 8.1.a) se trata de una matriz diagonal en la que se especifican todas las actividades del proceso incluyendo los servicios y elementos fijos. En ella se especifican las relaciones de proximidad entre una actividad o área y el resto. Permite indicar qué actividades o zonas pueden hallarse juntas y cuáles no, para luego realizar el layout de la planta contemplando las proximidades.

Donde “n” es la cantidad de actividades o zonas de trabajo que están en relación unas con otras, se considera “n” igual a 19.

$$\frac{n\cdot(n-1)}{2} = \frac{19\cdot 18}{2} = 171$$

Se obtiene un potencial de 171 pares de relaciones. Estos valores se contemplarán en el cuadro del diagrama asociados con su correspondiente motivo.

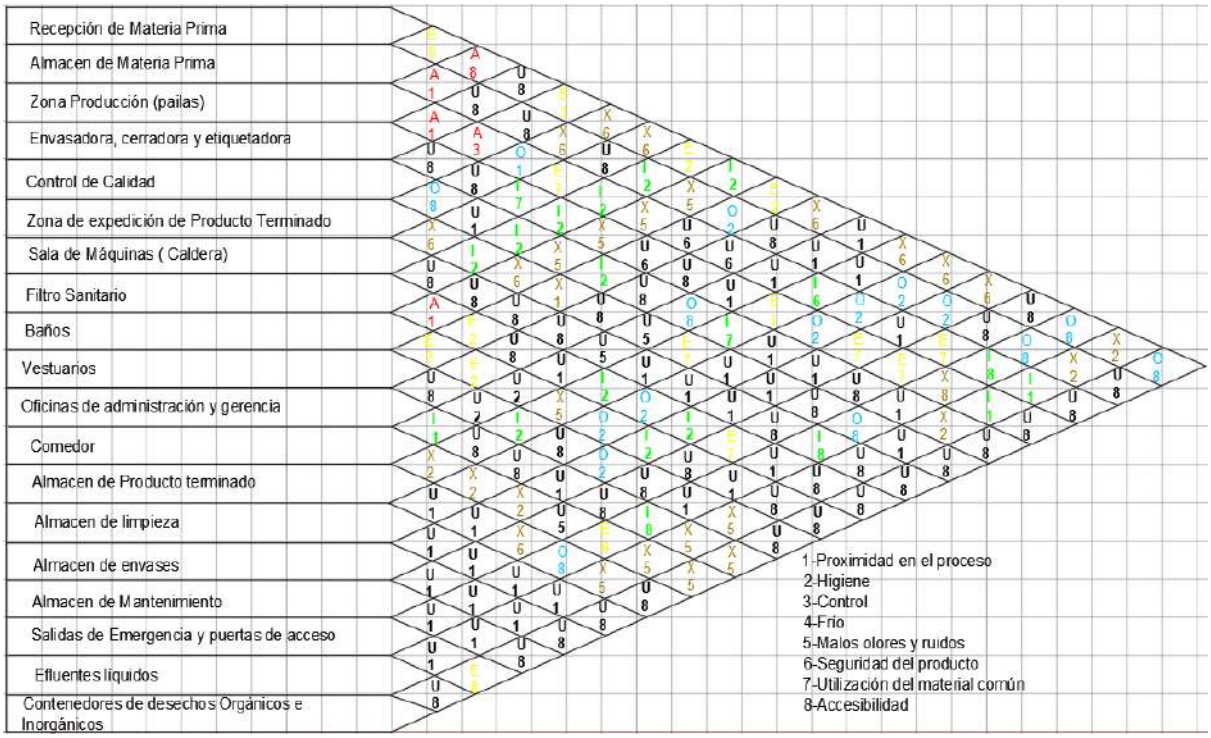


Figura 8.1.a. Diagrama relacional de actividades.

Observando la Figura 8.1.a se destaca que es absolutamente necesario que la zona de producción y el almacén de materias primas se encuentren juntas. Además, que la zona de envase se encuentre lindera a la zona de producción, de este modo no se necesitan metros de cañería extra y mayor potencia en la bomba que impulsa el dulce de leche.

Se destaca que el sector de caldera y maquinaria se encuentra lindera a una pared la cual tiene salida de emergencia, lejos de los distintos sectores donde se encuentran los operarios desempeñando sus actividades.

8.2 Diseño del almacén de producto terminado

El almacenamiento se ejecuta después de que el producto llega del área de producción. Se le asigna un espacio determinado, un operador lleva la zorra hidráulica y el elevador con el producto para acomodar el material entrante con el inventario existente. Una vez que se ha guardado todo el producto, se confirma al jefe que el proceso está completo y se controla que todo se encuentre bien documentado. Se plantea utilizar el pallet que se muestra en la Figura 8.1.b cuyas características se encuentran en la Tabla 8.1.II



Figura 8.1.b. Pallet.

Tabla 8.1.II. Características constructivas del pallet (Manual de especificación de FlyPallets SA, 2020).

Largo	1200 mm
Ancho	1000 mm
Altura	145 mm

Las cajas en el pallet ocupan normalmente posiciones predeterminadas, procurando asegurar la estabilidad y facilitar su manipulación. La finalidad es conformar una unidad de manejo que pueda ser fácilmente almacenada y transportada. En la Tabla 8.1.III se muestra la cantidad de pallets necesarios por tipo de envase:

Tabla 8.1.III. Análisis de cantidad de pallets por tipo de envase.

Tipo de envase	$\frac{Kg}{Semana}$	$\frac{Unidades}{Semana}$	*n°cajas completas*	*n°pallets*
Frascos de vidrio 0,45 Kg	5.775	12.833	535	5
Cartón 0,5 Kg	3.244	6.487	270	3
Cartón 1 Kg	356	356	30	1
Total	9.375			9

Observando la Tabla 8.1.III, se concluye que se necesitan 9 pallets para almacenar la producción de 1 semana. Se diseñará un área de almacenaje con una capacidad para resguardar la producción de 1 semana, es decir, 9.375 $\frac{Kg}{Semana}$. Para ello se utilizarán dos estanterías donde se colocan los pallets. El producto final se conservará en el almacén, fresco y seco, se puede realizar de este modo ya que posee barreras incorporadas como la utilización del conservante sorbato de potasio y alta concentración de azúcares, además de un tratamiento térmico importante que garantiza un producto estable a temperatura ambiente (Kurlat, 2010).

Se consideró un sobredimensionamiento del volumen ocupado con el fin de un correcto espaciado entre las estanterías que permita la entrada de operarios y el ingreso o retiro del producto. En la Figura 8.1.c se muestra la configuración dentro del depósito, en la Tabla 8.1.IV se especifican las medidas de la misma y en la Tabla 8.1.V las dimensiones de las estanterías.

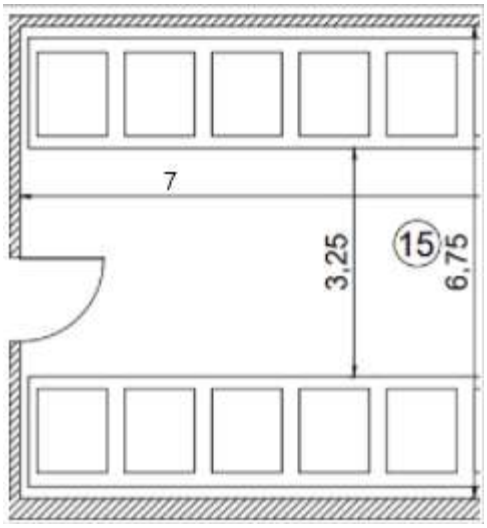


Figura 18.1.c. Configuración del almacén del producto terminado [m].

Tabla 8.1.IV. Dimensiones del almacén de producto terminado.

Largo	7 m
Ancho	6,75 m
Alto	6 m

Tabla 8.1.V. Dimensiones de la estantería.

Largo	7 m
Ancho	1,5 m
Alto	5 m

8.3 Layout

Teniendo en cuenta los factores analizados en distribución en planta y la tabla relacional de actividades en la Figura 8.3.a se presenta el layout de la planta a desarrollar (el cual se puede observar ampliado en el Anexo VII).

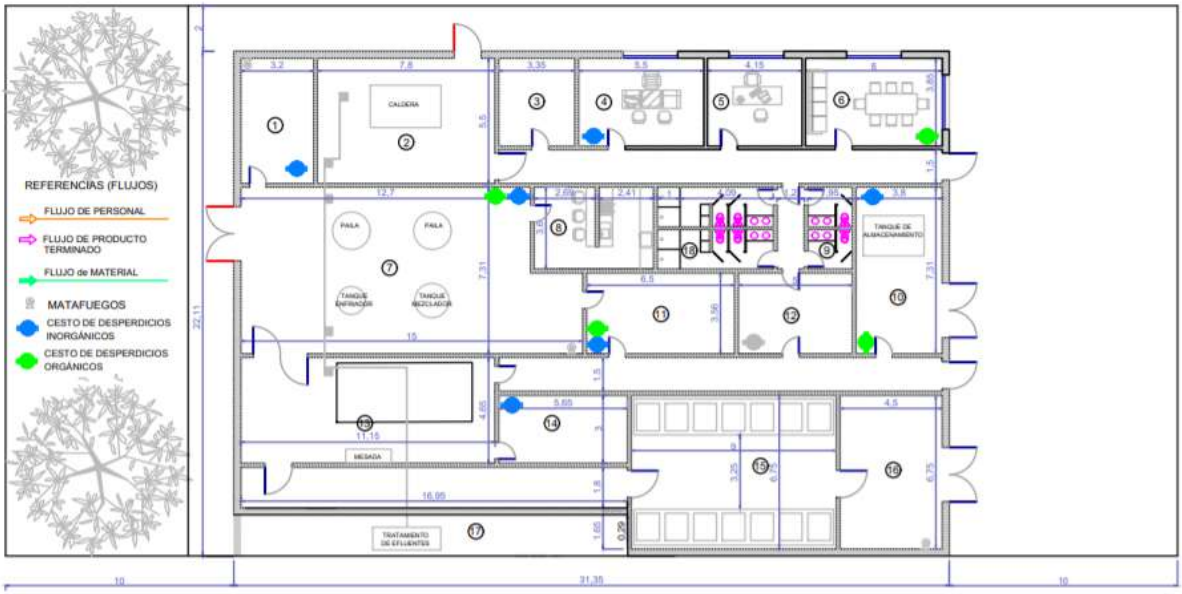


Figura 8.3.a. Plano de la planta elaboradora del producto final.

Referencias (Figura 8.3.a)**:**

1- Almacén de productos de limpieza
2- Zona de caldera y compresor
3- Sector de almacén de herramientas de mantenimiento
10- Recepción de materias primas
11- Almacén de materias primas
12- Filtro sanitario
13- Zona de envasado y etiquetado

4- Oficina de gerencia
5- Oficina de administración
6- Comedor
7- Zona de producción
8- Control de calidad
9- Sanitarios
14- Almacén de envases y etiquetas
15- Almacén de producto terminado
16- Área de expedición de producto terminado
17- Zona de tratamientos de efluentes
18- Vestuarios

En las Figuras 8.3.b, 8.3.c, 8.3.d y 8.3.e se observa con distintos colores el flujo del personal (naranja), el flujo del producto terminado (rosa), el flujo de material (verde), las puertas de emergencia (rojo), los matafuegos y los cestos de desperdicios orgánicos e inorgánicos. También observamos en la misma figura las rejillas de los drenajes y la circulación con líneas (gris) de los efluentes líquidos del proceso, los cuales se dirigen al tanque de tratamientos de efluentes (sedimentador).

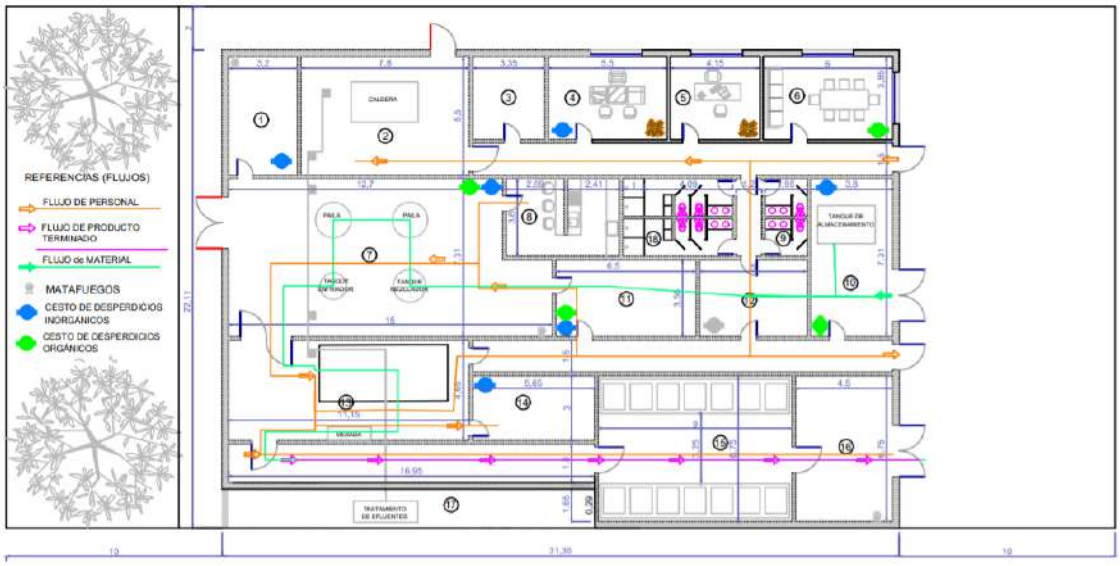


Figura 8.3.b. Representación de los distintos flujos.

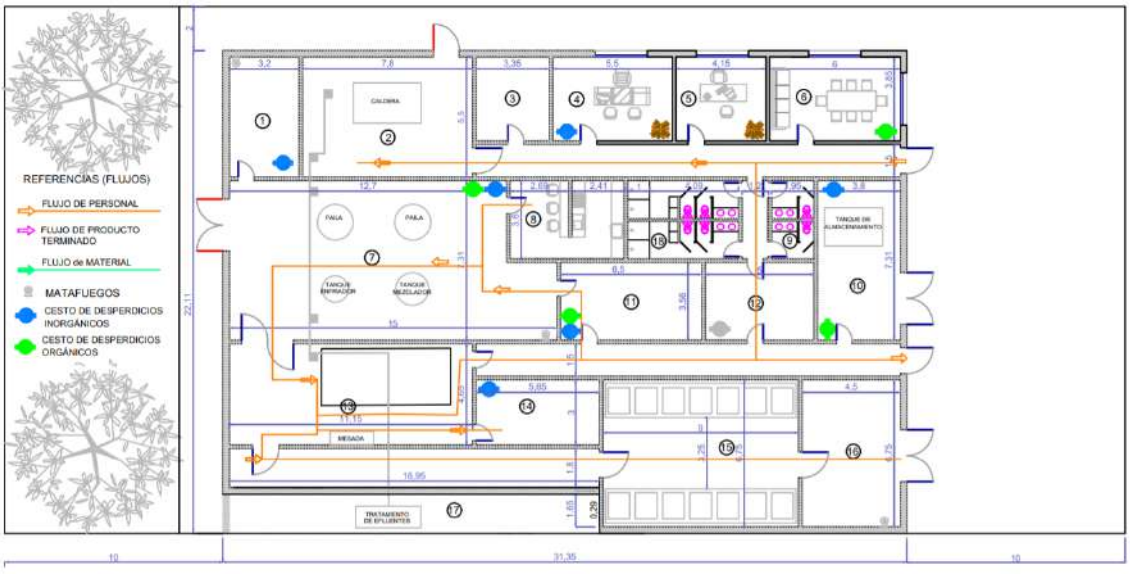


Figura 8.3.c. Flujo del personal.

Como se observa en la Figura 8.3.c, los operarios pueden circular en los pasillos de la planta, para ingresar a la zona de producción pero primero pasarán por los vestuarios y el filtro sanitario para evitar cualquier contaminación ajena al producto. Luego, podrá atravesar el pasillo hasta llegar a la zona de almacén de materias primas (11) e ir a la zona de producción (7), luego a envasado (13) y finalmente transportar el producto envasado y rotulado al almacén de producto terminado (15), en el caso que el producto se desee despachar se lleva a la zona de expedición (16).

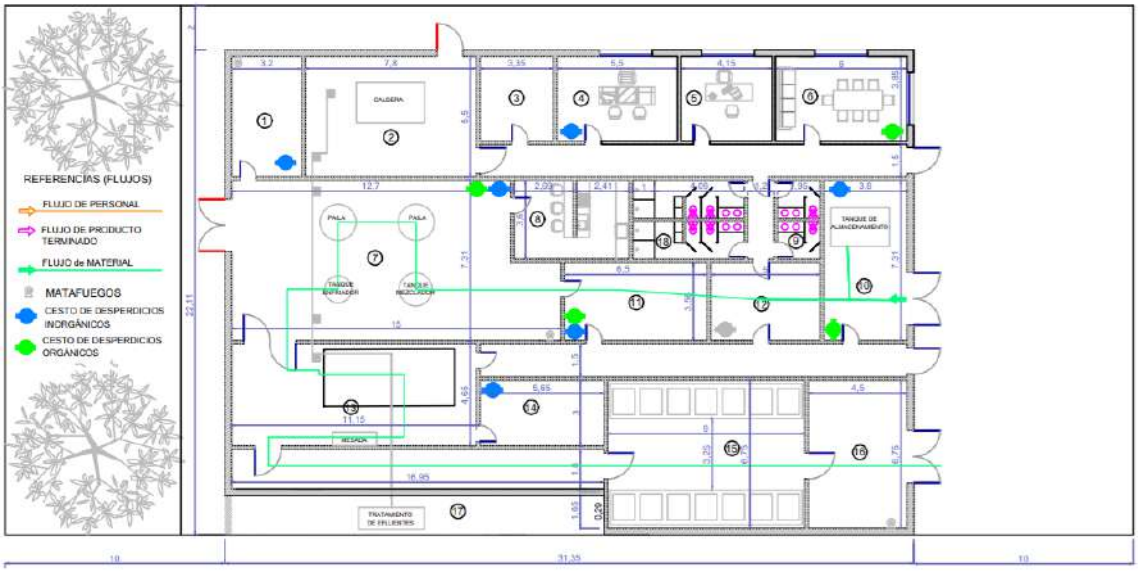


Figura 8.3.d. Flujo de materia prima en la elaboración de dulce de leche de cabra.

Como se observa en la Figura 8.3.d, la materia prima ingresa en la zona de recepción de materias primas (10), luego se transportan a la zona de producción (7) para ser utilizada en los diferentes procesos, finalmente el dulce de leche se transporta a la zona de envasado (13) y por último se almacena (15).

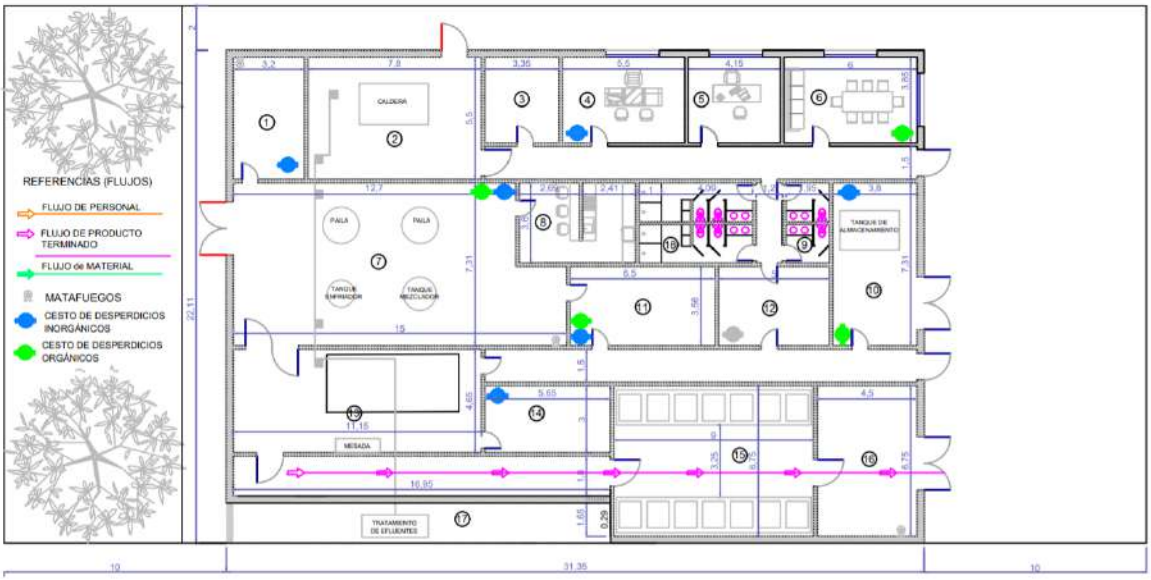


Figura 8.3.e. Flujo de producto terminado.

Como se observa en la Figura 8.3.e el flujo de producto terminado (rosa), luego del envasado y etiquetado es transportado por una zorra hidráulica que atraviesa el pasillo y se dirige al almacén de producto terminado, finalmente, en la zona de expedición se carga en los camiones habilitados para transportar productos alimenticios y se transporta a los puntos de ventas y distribución.

9. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA INOCUIDAD (BPM, POES Y HACCP)

9.1 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)

El objetivo de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) es establecer criterios generales de prácticas de higiene y procedimientos para la manufactura de un producto inocuo destinado al consumo humano. Estos criterios abarcan no sólo al producto en sí, sino también al personal y al medioambiente.

En el Capítulo II del Código Alimentario Argentino (CAA) se menciona que las fábricas que producen alimentos están obligadas a aplicar BPM y, además, en la Resolución N°80/96 del Reglamento Técnico del Mercosur se establecen los lineamientos para el cumplimiento de las mismas.

A continuación se muestra el manual en cuestión:

- *Objetivos generales:*

Establecer los requisitos generales de higiene y de buenas prácticas de elaboración para la producción de dulce de leche de cabra.

I. Materias primas.

La leche de cabra es transportada desde el tambo en vehículos habilitados a temperatura de refrigeración (≤8°C) y posee menos de 72 hs desde el ordeño. No se acepta leche que presente una temperatura de arribo mayor a 8°C, una acidez mayor a 22 °D, si la leche se encuentra entre 18 y 22°D (pH: 6.6- 6,75) se deberá neutralizar con más cantidad de neutralizante (hidróxido de sodio) originando mayor color. También se evaluará la estabilidad de la leche (más estrictamente de sus proteínas) se realiza la prueba del alcohol 70°, junto con la evaluación de acidez son dos herramientas que se complementan y permiten presumir acerca de la calidad de la leche cruda. Una vez en planta, se higieniza y almacena a 4°C en el tanque de almacenamiento de leche de cabra cruda filtrada hasta ser procesada.

El resto de las materias primas son recepcionadas y almacenadas a temperatura ambiente (20°C). Su almacenamiento se realiza en un ambiente cerrado, fresco y libre de polvo, a su vez, se utilizan estanterías sectorizadas y señaladas con carteles para identificar rápidamente el producto. Aquellas materias primas que no cumplen con los requisitos de calidad y/o alteración organoléptica son consideradas como inadecuadas para el consumo, rotuladas y almacenadas en un sector apartado dentro del depósito de materias primas hasta ser eliminadas.

Se impide la contaminación cruzada entre materia prima-producto terminado, materia prima-contaminantes, materia prima-productos intermedios. Esto se logra mediante depósitos separados, alejados y se evitan cruces (ANEXO VII).

II. Establecimiento, diseño e instalaciones.

La planta está situada en Batán, provincia de Buenos Aires, la cual cuenta con servicio de energía eléctrica. Aunque no dispone de agua potable y tampoco de gas natural. La misma, se abastece a través de una bomba para extraer de su propio pozo, agua del acuífero confinado. La planta se encuentra alejada de malos olores, humos y basurales.

En esta incumbencia es importante destacar dos ejes fundamentales: estructura e higiene, los cuales se detallan a continuación.

Estructura: la construcción es de concreto, el cual está habilitado para la industria alimenticia y se actualiza su mantenimiento. La estructura será resistente al tránsito del personal y de maquinarias necesarias para la producción. Se controlará que se cumplan los protocolos antiplagas como son el control de aberturas, colocación de mosquiteros en ventanas que comuniquen con el exterior de la planta evitando el ingreso de insectos y/o roedores (detallado en MIP).

Por otra parte, para evitar la contaminación cruzada la planta dispone de una organización en U, tiene pisos que garantizan la higiene de los alimentos, la superficie de los mismos es sin costuras, para que no exista ningún contaminante, para lograr así la adecuada eliminación de la suciedad por parte del personal de limpieza.

Con respecto a los desechos líquidos, se dispone de un drenaje que elimina estos contaminantes de las áreas de producción y procesamiento, el material del mismo es acero inoxidable. La colecta de los desagües se dirige al sedimentador (o cámara de separación). En el ANEXO VII se pueden observar los drenajes y el sedimentador mencionados.

Higiene: los utensilios y equipos son de acero inoxidable 304 y 316 para evitar contaminar el producto siendo aptos para el contacto con alimentos. Se mantiene el buen estado higiénico, de conservación y funcionamiento. Para la limpieza y desinfección se utilizan productos que no imparten aromas ajenos, para que no produzcan contaminaciones en el alimento. Se aplica POES.

Iluminación: se cuenta con iluminación artificial y natural con protecciones; se usan tubos fluorescentes dobles, éstas están colocadas de manera tal que ninguna porción pueda caer convirtiéndose en un peligro físico para el producto.

Techos de la planta: son planos, lisos y no sobrecargados para evitar la acumulación de polvo e impurezas. Las uniones del techo y paredes son curvadas y herméticamente cerradas. La altura del techo es de 6 metros para las zonas donde existen maquinarias y está pintado con resinas reforzadas para evitar condensación, agrietamiento y desarrollo de mohos.

Paredes: son lisas y sin grietas, están fabricadas con materiales durables, impermeables al agua; resistentes a agentes químicos y biológicos. Las uniones de paredes y suelos, serán redondeadas y selladas.

La planta se encuentra pintada de un color blanco, utilizando pinturas de resinas poliméricas y agentes antifúngicos, cuidando así la inocuidad de la planta y la producción. Las paredes del exterior son de bloques de concreto.

Puertas: poseen cierre automático y protecciones para evitar la entrada de plagas. Se colocan pediluvios en las entradas a las distintas áreas previniendo contaminación del exterior.

Servicios: la planta cuenta con abastecimiento de agua de pozo, desagüe y eliminación de desechos, limpieza, baños y vestuarios, control de temperatura, calidad del aire y ventilación, iluminación y almacenamiento.

La obtención de agua de pozo, obtenida de la napa freática, se utiliza para el lavado de pisos, baños, entre otras. En los procesos de lavado de equipos y superficies en contacto con el producto se utiliza agua potable.

Las vías de tránsito interno utilizadas para la circulación dentro del establecimiento presentarán superficies duras, impermeables y lisas para facilitar la limpieza. Se disponen de sistema de desagüe y están incluidas en los programas de limpieza (POES).

III. Control de las operaciones.

En la recepción de la leche se controla el tiempo desde el ordeñe, la temperatura, la acidez, la estabilidad con la prueba de alcohol 70° y se realiza un análisis organoléptico. A su vez, se completa la planilla “Recepción e inspección de materias primas e insumos” que se muestra en el ANEXO VIII . En la Tabla 9.1.I se muestran los límites aceptables correspondientes a cada uno de los controles que

se realizan. Una vez que ingresa a la planta, la leche se mantiene a una temperatura menor o igual a 5°C.

Tabla 9.1.I. Límites de los controles realizados en la recepción de leche de cabra cruda.

Control	Límites aceptables
Tiempo desde el ordeñe	< 72 horas (preferentemente menor a 48 h)
Temperatura de arribo	≤8 °C
%Acidez	0,14- 0,22
Análisis organoléptico	Color: blanco Olor: dulce característico, aroma debido a cetonas y aldehídos liberados de la leche.
Prueba del alcohol	Estable (ausencia de coágulos).

El agua utilizada en los diversos procesos productivos es potable, su calidad y procedencia es importante evitando así contaminantes microbiológicos y químicos. Se analiza semanalmente la misma para asegurar la inocuidad de toda la planta, la frecuencia de los análisis microbiológicos y fisicoquímicos. También se limpia el tanque de almacenamiento de agua cada seis meses.

Se realiza una inspección en la recepción de materia prima, para asegurar que cumple con los requisitos establecidos, verificar que las condiciones de almacenamiento se cumplan (por ejemplo control de temperatura del tanque de almacenamiento de leche de cabra cruda filtrada), verificar la integridad de las bolsas de azúcar, eliminar elementos sucios, materiales extraños o productos descompuestos, verificar fechas de vencimiento, controlar que no ingrese ninguna plaga, en general proteger de cualquier contaminación y reducir al mínimo el deterioro. También se inspeccionan los contenedores de insumos e ingredientes, los cuales no deben estar hinchados, rotos, rajados, roídos o dañados.

La elaboración del dulce es realizada por personal preparado que conoce detalladamente los procesos de elaboración. Todas las operaciones del proceso incluido el envasado se realizan rápidamente para evitar toda posibilidad de contaminación, deterioro o crecimiento de microorganismos patógenos y causantes de putrefacción.

Durante el envasado se controla que no contenga defectos como las fallas en la hermeticidad, provocando la contaminación posterior y la alteración del producto

terminado, además se asegura la integridad del envase de vidrio y/o cartón, para que el producto final tenga una adecuada conservación, justamente porque se garantizara la hermeticidad. La calidad del mismo está relacionada con la necesidad de lograr un determinado tiempo de vida útil para el producto y de alcanzar una perfecta conservación en su envase.

IV. Mantenimiento y saneamiento.

Evacuación de efluentes y aguas residuales: los efluentes líquidos son colectados y desagotados en un sedimentador que se encuentra emplazado en el exterior de la planta, en un sector especial.

Tachos de basura: la planta cuenta con cestos de basura para residuos sólidos orgánicos (color verde) e inorgánicos (color azul).

Almacén de productos de limpieza: el mismo se encuentra cercano a la zona de las pailas y los equipos, los productos de limpieza se encuentran rotulados y ordenados en estanterías, para que la persona encargada de mantener este sector limpio pueda encontrar el material de limpieza sin mucha dificultad y mantener el sector en óptimas condiciones de limpieza. También está ordenado de forma de ir despachando aquellos productos con fecha más próxima de caducidad.

V. Higiene.

El objetivo de cumplir con este aspecto referente a las BPM es evitar que las personas que tienen algún tipo de contacto con los productos no representen un medio de contaminación. Para ello, se verifica que toda persona involucrada en la manipulación dispone de la Libreta Sanitaria Nacional Única expedida por la Autoridad Sanitaria Nacional Competente (renovada cada año). A continuación se detallan:

- *Hábitos de higiene:* las personas que trabajan en la zona de producción tienen la responsabilidad de mantener su aseo personal y no se permite el uso de cosméticos ni accesorios que puedan desprenderse durante la elaboración. Al ingresar a la empresa, toda persona involucrada en la manipulación pasa a los vestuarios donde deja sus pertenencias y la ropa de calle. Para el trabajo utiliza el siguiente uniforme básico: guardapolvo blanco con abrojos, pantalon blanco elastizado, cofia para recoger el pelo y botas blancas antideslizantes. Es preciso el uso de barbijo para aquellos hombres

que tienen barba y se desempeñan en las zonas de pailas y envasado. A su vez, toda persona que realiza el pesaje de materias primas polvorientas (bicarbonato de sodio y sorbato de potasio) utiliza obligatoriamente un tapabocas. Por otro lado, es imprescindible lavarse las manos antes de ingresar a la zona de producción y después de manipular material contaminado. El lavado de manos involucra las siguientes cuestiones:

- El filtro permite la limpieza sin necesidad de utilizar las manos para el accionamiento del grifo.
- Se realiza con agua previamente tratada, caliente y jabón y se utilizan toallas descartables para el secado de las manos.
- Se controla que los lavados de manos sean cumplidos y se supervisa con el personal responsable.
- Se realiza el lavado de mano de manera frecuente y minuciosa, antes de iniciar las labores, antes de manipular los productos, antes y después del refrigerio, después del servicio sanitario, después de toser, estornudar o tocarse la nariz, después de manipular basura. Se utiliza la cartelería de la Figura 9.1.a recomendada por la OMS en el sector de los lavamanos:

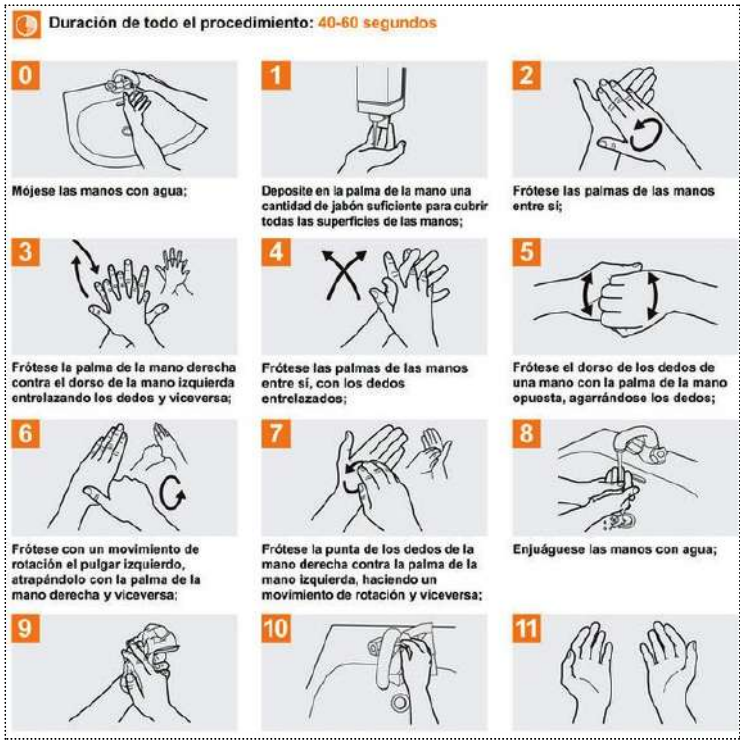


Figura 9.1.a. Cartelería sobre el correcto lavado de manos (OMS,2021).

- *Estado de salud del personal:* se controla el estado de salud y la aparición de posibles enfermedades contagiosas entre los manipuladores. No se le

permite manipular los alimentos a aquellas personas que muestran síntomas de enfermedad o que presentan heridas por medio de las cuales puede llegar a contaminar el producto.

- *Conducta del personal:* en las zonas de trabajo están prohibidas las acciones tales como: comer, fumar u otras prácticas antihigiénicas. Si el establecimiento elaborador recibe visitas, se toman las precauciones necesarias para que los visitantes no contaminen los alimentos. Por ejemplo, el recorrido de la planta se realiza desde las zonas limpias (producto terminado) hacia las zonas sucias (recepción de materias primas).
- *Higiene en la elaboración*: todas las materias primas son inspeccionadas antes de utilizarlas, se previene la contaminación cruzada, los recipientes que contienen el producto terminado se inspeccionan y se tratan adecuadamente para evitar su contaminación.

VI. Transporte.

El transporte es a temperatura ambiente, no es necesario transporte refrigerado porque el producto sin abrir se conserva a temperatura ambiente por sus características fisicoquímicas y microbiológicas. Se verifica la limpieza y desinfección del mismo. Además, el producto se transporta embalado en cajas de cartón con separaciones para que no se rompan los frascos durante la distribución.

Los vehículos que transporten los productos ya elaborados están autorizados por un Organismo Competente como SENASA y realizan las operaciones de carga y descarga en la zona designada, como expedición de producto terminado y recepción de materias primas.

VII. Información sobre los productos y sensibilización de los consumidores.

- *Identificación de lotes:* esta etapa es esencial para poder retirar los productos y facilita la tarea de mantener una rotación eficaz de las existencias. Cada frasco y/o envase de cartón debe estar marcado permanentemente, de manera que se identifique el productor y el lote.
- *Información sobre los productos:* cada uno de los productos transmite la información necesaria para que la persona siguiente de la cadena alimenticia pueda manipular, exponer, almacenar y utilizar el producto de manera inocua y correcta.

- *Etiquetado:* el producto posee etiqueta con instrucciones claras que permitan que los consumidores puedan manipular, almacenar y utilizar el producto de manera inocua (el rótulo se encuentra en la Sección 3.7)
- *Información a los consumidores:* se debe informar a los consumidores acerca de la relación entre el control tiempo/temperatura a la cual se debe consumir el producto como también cómo se debe almacenar y las enfermedades transmitidas por los alimentos.

VIII. Capacitación.

Toda persona que ingresa a la planta recibe la capacitación correspondiente de acuerdo al nivel en el cual va a desempeñarse. Se cuenta con los siguientes niveles:

- *Técnico:* dirigido al supervisor de producción, el cual recibe capacitación en manejo seguro de alimentos y manual de buenas prácticas de manufactura.
- *Básico:* dirigido a operarios de planta permanente, donde se capacita en manejo seguro de alimentos, manual de buenas prácticas de manufactura y entrenamiento individual si lo necesita.
- *General:* dirigido al personal eventual, se capacitará en manejo seguro de alimentos y entrenamiento individual.

Cada vez que se realiza una capacitación de entrenamiento se deja constancia en el registro general e individual de capacitación y de cada empleado al que se adjunta la evaluación correspondiente. Además, se elabora un listado de los operarios que trabajan en la empresa donde se indica apellido y nombre, número de legajo, fecha de ingreso, área de trabajo, su función, puesto que ocupa, capacitación recibida y fecha.

Se debe comprobar, revisando los registros, que todo el personal recibe la capacitación una vez por año.

IX. Documentación y registro:

En los registros se anota la fecha de elaboración de los productos y se determina el período de vigencia o tiempo de vencimiento. Los productos elaborados deben ser identificados debidamente para evitar confusiones. Los registros operativos son:

- Registro de las planillas de recepción de las materias primas e insumos (ANEXO VIII).

Se tendrá conocimiento de los productos recibidos en la empresa y quienes son los proveedores de los mismos. En esta planilla se incluye toda la información que tiene que ver con el proveedor como nombre y razón social.

- Registros de producción (ANEXO VIII).
- Registro de ventas: expedición de producto terminado (ANEXO VIII).
- Registro de limpieza de instalaciones (ANEXO X).
- Registro de mantenimiento de equipos.
- Registro de control de plagas, está detallado en el MIP (ANEXO IX).

9.2 MANEJO INTEGRAL DE PLAGAS (MIP)

El manejo integral de plagas contempla un plan estratégico para evitar que alguna plaga ingrese a la planta, estas ponen en riesgo la higiene de los procesos y la inocuidad del producto final, en especial aquellas zonas donde se procesan y almacenan.

Se conoce como plaga a todo organismo capaz de dañar la salud y el bienestar del consumidor. Las plagas de importancia son: insectos, roedores y aves (palomas).

La planta cuenta con documentación enfocada en prevenir la proliferación de estas plagas que atentan contra la calidad y la inocuidad porque estas producen enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs).

Implementación del manejo integral de plagas (MIP)

Objetivos

- Controlar y minimizar los peligros ocasionados por presencia de plagas.
- Constituye un prerrequisito para la implementación del Sistema HACCP.
- Verificar que se aplique a todos los sectores de la planta.

Responsabilidad

El cumplimiento es responsabilidad del operario que trabaja en el sector que se desempeña y luego verificado por el jefe de calidad de la planta.

MIP en la planta

En la planta existe control en sectores internos y externos. Son importantes de destacar los siguientes:

- *Recepción de materia prima:* se controla que la materia prima no venga con ningún tipo de plaga, en el caso de que tenga alguna se procede a eliminarla.
- *Almacenamiento de materia prima:* se controla que el cuarto donde se almacenan las materias primas no haya residuos acumulados o en el piso, que no haya comida en el piso, que no se vean aberturas en los envases o pérdidas en el suelo.
- *Elaboración (sector de pailas y tanques):* como medida preventiva se controla que cuando los cestos se encuentren llenos de basura, estos se vacíen por el personal de limpieza. Limpiar los restos de comida en superficies.
- *Empaque (sector de envasadora, cerradora e etiquetadora):* en el sector de envasado se tendrá en óptimas condiciones de limpieza, libre de polvillo, las puertas siempre cerradas
- *Almacenamiento de producto terminado (sector de frascos y potes de dulce de leche):* se controla que los envases no han sido corrompidos (abiertos), que el sector se encuentre limpio, que no exista ningún tipo de nido y que los pallets estén íntegros.
- *Vestuarios y sanitarios:* se controla la limpieza, que los cestos se vacíen cuando se encuentren llenos, que no haya restos de comida, entre otros.
- *Exterior y entorno: s*i la planta posee potenciales lugares de anidamiento, como pueden ser grietas, cañerías exteriores, cajas de luz, estructuras colgantes, desagües, pallets, entre otros., se colocarán trampas para roedores.

Plagas

En la Tabla 9.2.I se describen los distintos tipos de plagas con sus características:

Tabla 9.2.I. Tipo de plaga y su característica.

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Insectos	Rastreros (cucarachas, hormigas, gorgojos)
Roedores	Alta adaptabilidad al medio ambiente Prolíficos Voraces Comen durante la noche y cerca de los nidos (ratas)

Aves	Voraces y re invaden (palomas)

En el ANEXO IX se observan las planillas que se completan con el fin de llevar el registro de cada sector, el responsable tendrá que completarlo y verificar que no exista ninguna plaga.

9.3 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS DE SANEAMIENTO (POES)

La higiene es fundamental para asegurar la inocuidad de los alimentos e involucra prácticas como limpieza y desinfección de superficies, control de la higiene y salud del personal, control de la calidad del agua, entre otras (ANMAT, 2020). Una manera de llevar a cabo un programa de higiene es a través de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), los cuales describen las tareas de saneamiento que se realizan antes, durante y después del proceso de elaboración.

La Resolución N°233/98 de SENASA establece que todo establecimiento donde se faenen animales, elaboren, fraccionen y/o depositen alimentos deben desarrollar obligatoriamente los POES para prevenir contaminación o adulteración de los productos. Además, en la Resolución Mercosur 80/96 se instauran los requisitos generales de higiene para alimentos elaborados e industrializados para el consumo humano.

En el POES se especifica el objetivo, el alcance, las responsabilidades, las frecuencias, los procedimientos, las acciones correctivas y los registros que deben guardarse. La efectividad de estos procedimientos se determina por medio de la verificación, a través de diferentes métodos como análisis microbiológicos y bioluminiscencia. También se pueden realizar pruebas al producto terminado o en elaboración y relacionar la higiene de las superficies a partir de los resultados obtenidos (Ministerio de Agroindustria, 2020). El POES es firmado por un responsable de la empresa, es decir una autoridad o de alta jerarquía en la planta que lo apruebe, lo avale y controle que haya sido realizado.

A continuación se muestra como ejemplo los procedimientos de limpieza y desinfección post operacionales de las superficies que están en contacto con alimentos:

I. *Objetivo:* establecer los procedimientos de limpieza y desinfección post operacionales de superficies que están en contacto directo con alimentos (tanque de almacenamiento de leche de cabra cruda filtrada, intercambiador de placas, tanque mezclador, pailas, tanque enfriador, dosificadora, cinta transportadora, cañerías).

II. *Alcance:* planta elaboradora de dulce de leche de cabra.

III. *Responsable de la ejecución:* operario
Responsable de la supervisión: jefe de planta
Responsable de la verificación: responsable de calidad
Responsable de preparar las diluciones: jefe de planta

IV. *Procedimiento:*

Elementos necesarios:

- Agua potable
- Detergentes y desinfectantes (especificados en cada procedimiento y detallados en la Tabla 9.3.I.).

Tabla 9.3.I. Productos utilizados para la limpieza y desinfección (aprobados por ANMAT).

Marca	Función	Composición
Principal (Ecolab)	Desengrasante alcalino clorado	Hidróxido de sodio 15,6%, hipoclorito de sodio 3% y coadyuvantes
Liquid-K (Ecolab)	Desengrasante y formador de espuma	Alquilsulfonato secundario 3%, alquilsufato etoxilado 3%, cloruro sódico 3%, óxido de amida de coco 3%.
Topax 56 (Ecolab)	Detergente desincrustante ácido para limpieza por espuma	Ácido fosfórico 37,5% y coadyuvantes
Exelerate 101 (Ecolab)	Limpiador ácido para pasteurizadores	Ácido nítrico 30%, ácido cítrico 5% y coadyuvantes
Vortexx (Ecolab)	Desinfectante líquido a base de ácido paracético y ácido peroctaoico	Peróxido de hidrógeno 6,9%, ácido acético 24% y coadyuvantes

- Indumentaria del personal de limpieza: guardapolvo, protección para los ojos, guantes (de nitrilo, de PVC y de fibra), botas de PVC.
- Termómetro

- Escobilla de nylon
- Baldes
- Manguera
- Esponja de fibra
- Pulverizador
- Paños descartables
- Tiras reactivas para medir pH

a) *Tanque de almacenamiento y tanque mezclador*

Solución alcalina desengrasante: 1,8% de Principal (Ecolab) y 0,8% de Liquid-K (Ecolab) con agua a temperatura ambiente (20 °C).

Solución ácida desengrasante: 2% de Topax 56 (Ecolab) con agua a temperatura ambiente (20°C).

Desinfectante: 0,2% Vortexx (Ecolab) con agua a temperatura ambiente (20°C)

Frecuencia diaria:

1) Apagar el equipo y esperar a que se atempere.
2) Desconectar el enchufe del tomacorriente y evitar en todo momento que éstos entren en contacto con agua y/o productos de limpieza.
3) Acomodar el sistema de forma tal que la salida del equipo se dirija al desagüe.
4) Abrir la boca de hombre e ingresar al equipo.
5) Con una manguera pre-enjuagar el interior del tanque con agua tibia (35-43°C) hasta observar que el efluente sea transparente.
6) Luego, aplicar la solución alcalina desengrasante con la ayuda de una escobilla de nylon y una esponja de fibra. Realizar la limpieza de arriba hacia abajo y con pasadas largas, no con movimientos circulares. Dejar actuar durante 5 minutos como mínimo.
7) Enjuagar de arriba hacia abajo con agua tibia utilizando la manguera y dejar escurrir.
8) Por último, sobre las superficies internas, aplicar solución desinfectante con un pulverizador, dejar escurrir y no enjuagar.

Frecuencia mensual:

1) Realizar los primeros 7 pasos del procedimiento anterior, tanto para la parte interna del tanque como para la externa.

2) Aplicar la solución ácida desengrasante sobre las superficies internas del equipo con la ayuda de una escobilla de nylon. Realizar la limpieza de arriba hacia abajo con pasadas largas. Dejar actuar 10-15 minutos y luego enjuagar de forma descendente con agua tibia.
3) Proceder con la desinfección de las superficies internas y externas del equipo (paso 8 del procedimiento anterior).

b) Pailas y tanque enfriador

Desengrasante alcalino: Principal (Ecolab)

Solución ácida desengrasante: 2% de Topax 56 (Ecolab) con agua a temperatura ambiente (20°C).

Desinfectante: 0,2% Vortexx (Ecolab) con agua a temperatura ambiente (20°C)

Frecuencia diaria:

1) Llenar el equipo con 100 L de agua y agregar 3L de desengrasante alcalino.
2) Encender el sistema de agitación y calentar hasta ebullición.
3) Apagar el equipo y vaciarlo dirigiendo el efluente hacia el desagüe.
4) Desconectar el enchufe del tomacorriente y evitar que entren en contacto con agua y/o productos de limpieza.
5) A través de la boca de hombre, enjuagar de arriba hacia abajo con agua a temperatura ambiente (20°C) utilizando una manguera.
6) Esperar hasta que disminuya la temperatura de las paredes internas del equipo.
7) Ingresar al equipo y pasar solución desengrasante alcalina con una escobilla de nylon o esponja de fibra con posterior enjuague.
8) Por último, pulverizar con la solución desinfectante, dejar escurrir y no enjuagar.

Frecuencia semanal:

1) Realizar los primeros 7 pasos del procedimiento anterior correspondientes a la limpieza alcalina de la pared interna del tanque.
2) Llenar el equipo con 100 L de agua y 20 L de solución ácida desengrasante, volver a conectar el enchufe con el tomacorriente y poner en funcionamiento el sistema de agitación durante 10 minutos.

3) Apagar el equipo, desenchufarlo, vaciarlo y proceder a realizar el enjuague con agua tibia.
4) Proceder con la desinfección de las superficies internas y externas del equipo (paso 8 del procedimiento anterior).

c) *Intercambiador de calor de placas y cañerías (incluyendo interior de la dosificadora)*

Solución alcalina desengrasante 1: 1,8% de Principal (Ecolab) con agua a 75°C.

Solución alcalina desengrasante 2: 1,8% de Principal (Ecolab) y 0,8% de Liquid-K (Ecolab) con agua a 75°C.

Solución ácida desengrasante: 2% Exelerate 101 (Ecolab) con agua a temperatura ambiente (20°C).

Desinfectante: 0,2% Vortexx (Ecolab) con agua a temperatura ambiente (20°C)

Frecuencia diaria:

1) Realizar las modificaciones necesarias del sistema para dirigir la salida al desagüe, luego, pre-enjuagar con agua a 35-43°C hasta que el efluente salga transparente.
2) Establecer un circuito cerrado de forma tal de poder recircular la solución alcalina desengrasante 1 por el mismo, es decir, no descartar el efluente generado. Recircular con un caudal previamente determinado y finalizar al cabo de 10 minutos verificando que la temperatura de la solución no descienda de 49°C durante el proceso.
3) Volver a modificar el sistema para dirigir el efluente al desagüe y enjuagar con agua a 65°C hasta neutralizar el fluido (pH~7)
4) Recircular el desinfectante durante 10 minutos y luego no enjuagar.

Frecuencia semanal:

1) Realizar la limpieza alcalina (pasos 1 a 3 del procedimiento anterior) incluyendo las superficies externas.
2) Recircular la solución ácida desengrasante durante 30 minutos y aplicarla con una escobilla de nylon sobre las superficies externas.

3) Enjuagar con agua a 65°C durante 10 minutos descartando el efluente. Para las superficies externas, enjuagar con abundante agua también a 65°C.
4) Proceder con la desinfección de las superficies internas (paso 4 del procedimiento anterior) y externas (utilizando un paño embebido con la solución sanitizante). No enjuagar.

Frecuencia anual para el intercambiador de placas:

1) Asegurar que el equipo se haya despresurizado y esperar hasta que haya disminuido su temperatura.
5) Desconectar las conexiones de las planchas móvil y fija.
6) Aflojar los pernos en forma cruzada y retirar los tirantes de sujeción.
7) Mover la plancha móvil hacia la columna de soporte y separar las placas utilizando guantes de fibra para evitar cortes. De ser necesario, enumere las placas antes de desmontar el equipo.
8) Retirar la primera placa del equipo y apoyarla sobre una superficie de trabajo y tener el recaudo de no dañar la junta durante la limpieza.
9) Pre-enjuagar ambas caras de la placa con agua a 35-43°C y a presión.
10) Aplicar la solución desengrasante 2 con una escobilla de nylon de arriba hacia abajo realizando pasadas largas y en dirección de los canales de flujo. Dejar actuar durante 5 minutos como mínimo.
11) Enjuagar de forma descendente con abundante agua a presión y a 65°C.
12) Aplicar la solución ácida con una escobilla de nylon de la misma manera con la que se aplicó la solución desengrasante. Dejar actuar 10-15 minutos y luego enjuagar de forma descendente con agua a presión a 65°C.
13) Pasar un paño de microfibra embebido en solución desinfectante de forma descendente y con pasadas largas en dirección de los canales de flujo, dejar escurrir posicionando la placa verticalmente para evitar acumulación de agua. No enjuagar.
14) Repetir los pasos 5 a 10 de forma sucesiva para cada una de las placas restantes.
15) Una vez que se secaron las superficies, proceder a montar el equipo.

d) Cinta transportadora, plato acumulador de envases

Solución desengrasante neutro.

Desinfectante: 0,2% Vortexx (Ecolab) con agua a temperatura ambiente (20°C)

Frecuencia diaria:

1) Apagar y desconectar el enchufe del tomacorriente. Evitar en todo momento el contacto entre el enchufe y los productos de limpieza.
2) Con un paño descartable retirar restos groseros de producto y depositarlos en el cesto de basura.
3) Enjuagar con agua a 35-43°C utilizando una manguera.
4) Pasar la solución desengrasante con una esponja de fibra realizando pasadas largas y dejar actuar durante al menos 5 minutos. Luego enjuagar con agua a temperatura ambiente utilizando una manguera.
5) Retirar exceso de agua utilizando un paño absorbente y posteriormente pasar el desinfectante con otro paño embebido en dicha solución. Dejar secar.

V. Monitoreo: se realiza una inspección visual una vez por día.

VI. Verificación: se realiza al menos una vez por año por medio de 3 métodos diferentes dependiendo del procedimiento que se desea evaluar. En el caso del intercambiador de calor, cañerías, pailas y tanque enfriador se lleva a cabo una inspección visual, un análisis microbiológico de aguas de enjuague y se utilizan tiras reactivas para comprobar que no queden residuos de productos de limpieza. Para el tanque de almacenamiento de leche, tanque mezclador, cinta transportadora y plato acumulador de envases es similar pero se efectúa un hisopado de superficies en lugar del análisis microbiológico de aguas residuales.

VII. Acciones correctivas: cuando ocurre una no conformidad notificar a los responsables, volver a limpiar en el momento y llenar el formulario correspondiente. Si la disconformidad persiste entonces avisar nuevamente al responsable de calidad quien, junto con el jefe de producción, identificarán las causas y tomarán las medidas necesarias.

VIII. Registros: planilla de monitoreo del saneamiento post operacional de superficies en contacto con alimentos, planilla de acciones correctivas, hisopado

de superficies, pruebas de residuos de productos químicos, resultados microbiológicos, inspecciones visuales.

En el ANEXO X se muestran, a modo de ejemplo, las planillas de monitoreo y de acciones correctivas de las limpiezas diarias post operacionales.

9.4 ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP)

El HACCP (del inglés Hazard Analysis and Critical Control Points) es un componente del sistema de gestión de la higiene y la inocuidad de los alimentos cuyo objetivo es lograr y asegurar la inocuidad alimentaria. Se basa en identificar peligros significativos que puedan estar presentes en los alimentos y realizar medidas de control en determinadas etapas del proceso (denominadas puntos críticos de control). Se define como peligro a un agente o propiedad biológica, química y/o física presente en un producto que puede ocasionar un efecto nocivo para la salud. Además, en el HACCP se establecen acciones correctivas para evitar que un alimento que no ha sido controlado correctamente llegue al consumidor.

Antes de aplicar el sistema HACCP debe contarse con programas de prerrequisitos, que son procedimientos que abordan condiciones operativas que proporcionan la base para el sistema HACCP (como BPM y POES). Estos programas previos deben estar firmemente establecidos y en pleno funcionamiento. Además, deben haberse verificado adecuadamente para facilitar la correcta aplicación del sistema HACCP (Jacinto, 2020).

A continuación se detallan y aplican los pasos preliminares y principios al proceso de elaboración de dulce de leche de cabra propuesto, desde la recepción de las materias primas, insumos y envases hasta la expedición del producto terminado:

1) Pasos preliminares

a) Formación del equipo HACCP, objetivo y alcance

El equipo HACCP está constituido por representantes de distintas áreas de forma tal de ser un grupo multidisciplinario. La principal responsabilidad que asume este grupo es elaborar e implementar el plan HACCP así también como mantener el sistema HACCP, con el objetivo de asegurar la inocuidad de los alimentos. En la

Tabla 9.4.I. se detalla el equipo propuesto para la planta diseñada y las responsabilidades que asume cada uno de los integrantes:

Tabla 9.4.I. Conformación del equipo HACCP.

Cargo	Función
Gerente general	- Revisar y evaluar las propuestas de mejora del Manual HACCP junto con el equipo HACCP. - Distribuir los recursos de la empresa y sostener el sistema de gestión de calidad e inocuidad. - Convocar y dirigir las reuniones con la finalidad de identificar las estrategias de mejora del sistema.
Jefe de planta	- Coordinar el equipo HACCP - Implementar el plan HACCP. - Planificar y realizar las auditorías internas o coordinar para que se realicen auditorías externas y conjuntamente con la dirección levantar las observaciones. - Inspeccionar la inocuidad y el cumplimiento de los requisitos de las materias primas y suministros. - Realizar el monitoreo del punto crítico de control 1 (concentración) e implementar las acciones correctivas cuando fuese necesario.
Jefe de control de calidad	- Aprobar el plan HACCP. - Verificar el Sistema HACCP y los registros de monitoreo y acciones correctivas. - Disponer la implementación, supervisar la aplicación y revisar el plan con el comité para su reajuste y validación. - Citar y presidir reuniones de revisión del comité del sistema HACCP. - Realizar el seguimiento de las acciones tomadas para controlar los cambios realizados en los procedimientos y manuales. - Planificar la producción diaria conjuntamente con el jefe de planta.
Operarios	- Revisar y evaluar las propuestas de mejora del Manual HACCP junto con el equipo HACCP. - Realizar el monitoreo del punto crítico de control 2 (detección de metales) e implementar las acciones correctivas cuando fuese necesario.

b) *Descripción del producto*

Tabla 9.4.II. Descripción del producto.

1- Nombre del producto	Dulce de leche de cabra
2- Composición	Leche de cabra entera, azúcar, jarabe de glucosa, bicarbonato de sodio, sorbato de potasio (INS 202) y esencia de vainilla.
3- Estructura, características físico-químicas y microbiológicas	Producto semisólido, sin grumos ni arenoso de color castaño acaramelado. Humedad < 30%, proteínas: 7,1%, cenizas 1,6%, grasas totales 9,3%, carbohidratos: 52,7%, fibra: 0%. Cp= 2,5 KJ/kg °C, ρ=1331 kg/ m^3. *Estaphylococcus aureus* coagulasa positiva: ausencia en 0,1 g Hongos y levaduras< 5 UFC/g *Salmonella* spp.: ausencia en 25 g
4- Tratamiento tecnológico	Se neutraliza la leche con hidróxido de sodio, luego se agrega bicarbonato de sodio, azúcar y jarabe de glucosa, se concentra y enfría rápidamente. Se agrega esencia de vainilla y sorbato de potasio y luego se envasa.
5- Envasado	Envase primario: frasco de vidrio de 360cc o cartón de 500 y 1000 g. Envase secundario: cajas de cartón corrugado.
6- Condiciones de almacenamiento	El producto terminado se almacena en un depósito cerrado a temperatura ambiente (20°C) y a una humedad relativa no mayor al 80%.
7- Vida útil	1 año y medio en frasco de vidrio y 3 meses en cartón
8-Requisitos específicos para el etiquetado	“Contiene leche”

c) *Identificación de la forma de consumo y público consumidor*

Tabla 9.4.III. Forma de consumo y público consumidor.

Forma de consumo	Producto listo para consumir, puede ser utilizado como producto untable o como ingrediente en la elaboración de otros productos (por ejemplo, postres, alfajores, etc.).
Público consumidor	Destinado a toda persona que no presente ninguna alergia a derivados lácteos.

d) Elaboración del diagrama de flujo

En la Figura 9.4.a se muestra el diagrama de flujo correspondiente al proceso de elaboración de dulce de leche de cabra:

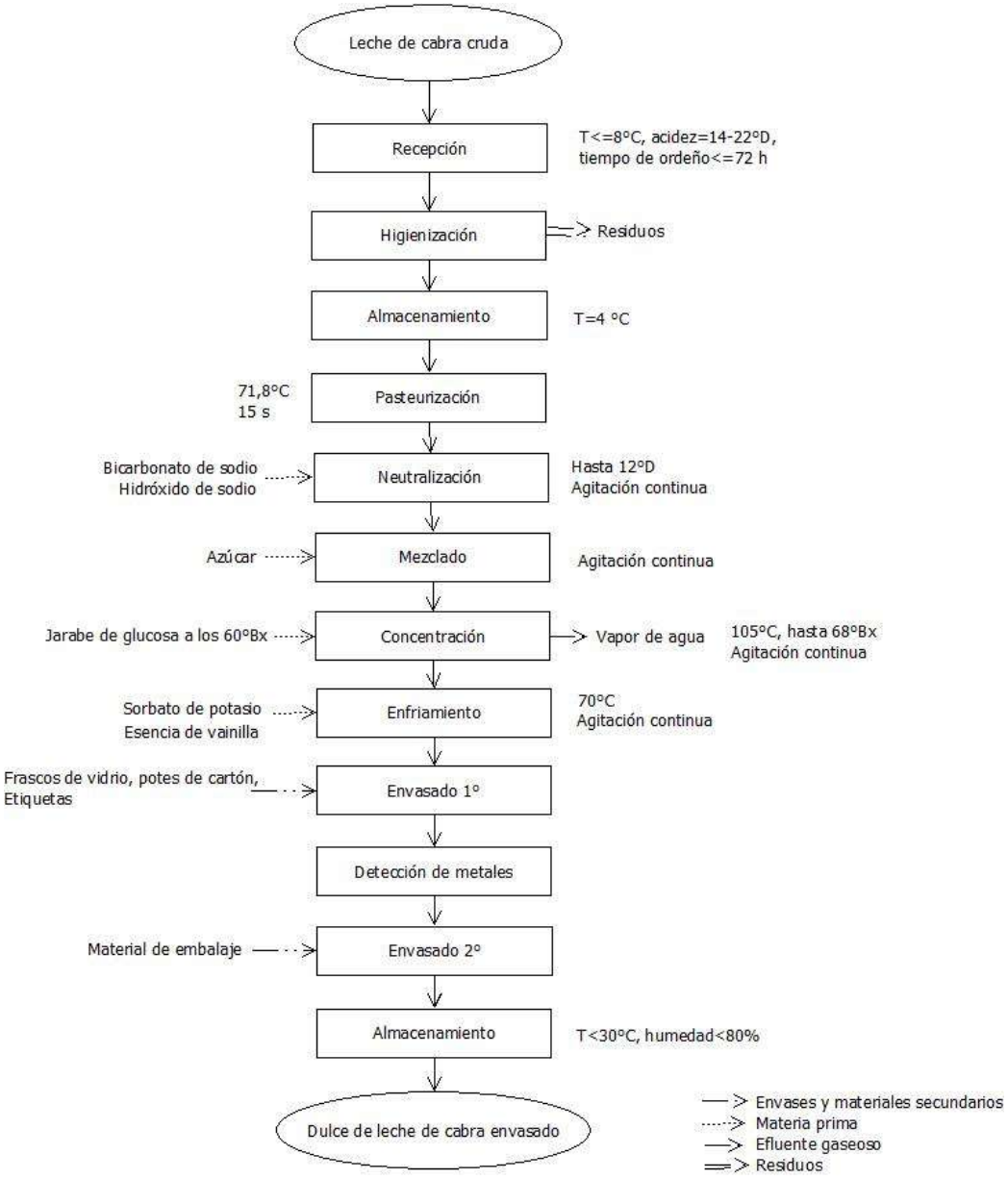


Figura 9.4.a. Diagrama de flujo de dulce de leche de cabra.

e) Confirmación in situ del diagrama de flujo

El equipo debe confirmar que el diagrama de flujo (incluyendo los parámetros de proceso) se corresponde con lo que sucede realmente y, en caso contrario, debe realizar las modificaciones necesarias.

2) Principios 1 y 2

a) Principio 1: análisis de peligros e identificación de las medidas de control

El equipo HACCP debe identificar los peligros potenciales asociados a cada una de las etapas del proceso de elaboración y de las materias primas e insumos, posteriormente evaluar si se considera un peligro potencial significativo e identificar las medidas de control.

Como se dijo anteriormente, se define como peligro a un agente o propiedad biológica, química y/o física presente en un producto que puede ocasionar un efecto nocivo para la salud. Una vez que se identificaron los peligros potenciales, se procede a evaluar el riesgo y la severidad de cada uno de ellos. Posteriormente, se decide si se trata de un peligro potencial significativo o no. Se utilizó la Figura 9.4.b como guía para determinar la significancia del peligro. Con el riesgo (probabilidad) y la severidad (gravedad) previamente definidos, se ingresa a la tabla que se muestra en la figura y la celda resultante se encuentra por encima de la línea roja, entonces se puede pensar que el peligro es significativo.

Gravedad (consecuencias) *Probabilidad (frecuencia)*

1. *Muerte*
2. *Enfermedad Grave*
3. *Retiro del Producto*
4. *Queja del Cliente*
5. *No Significativo*

A. *Se repite comúnmente*
B. *Se sabe que se produce*
C. *Podría producirse (publicada)*
D. *No se espera que se produzca*
E. *Imposible que ocurra*

FRECUENCIA →	A	B	C	D	E
CONSECUENCIA ↓					
1	1	2	4	7	11
2	3	5	8	12	16
3	6	9	13	17	20
4	10	14	18	21	23
5	15	19	22	24	25

Figura 9.4.b. Guía para definir la significancia de un peligro potencial (Mortimer/Wallace, 1994).

b) Principio 2: determinación de los puntos críticos de control (PCC)

Se define como Punto Crítico de Control (PCC) a una etapa del proceso en la cual deben aplicarse medidas de control para prevenir, eliminar o reducir el peligro a un nivel aceptable (*Mortimer/Wallace, 1994*). Se utilizaron distintos árboles de decisiones como guía para determinar si una etapa correspondía a un PCC o no. El

árbol de decisión de la Figura 9.4.c corresponde a las materias primas e insumos y el de la Figura 9.4.d. a las etapas del proceso de elaboración.

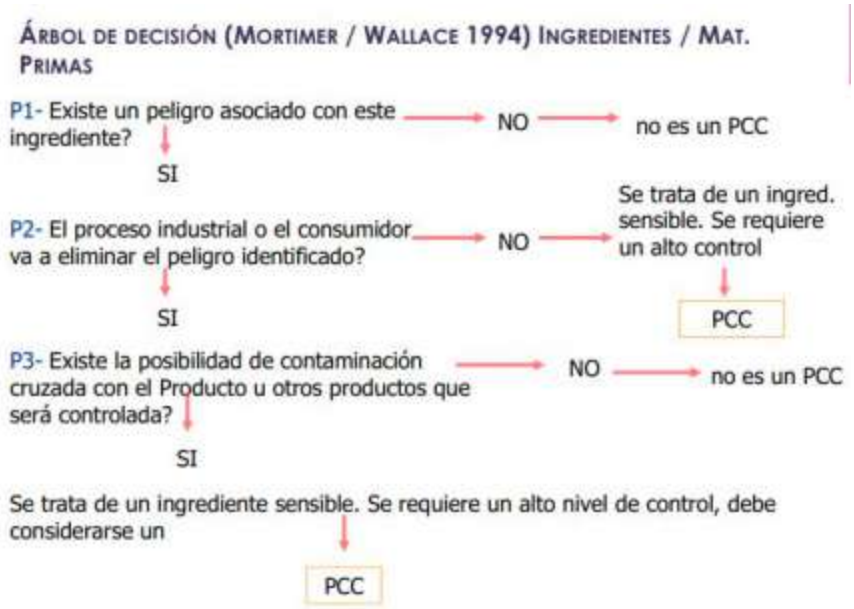


Figura 9.4.c. Árbol de decisión para las materias primas (Mortimer/Wallace, 1994).

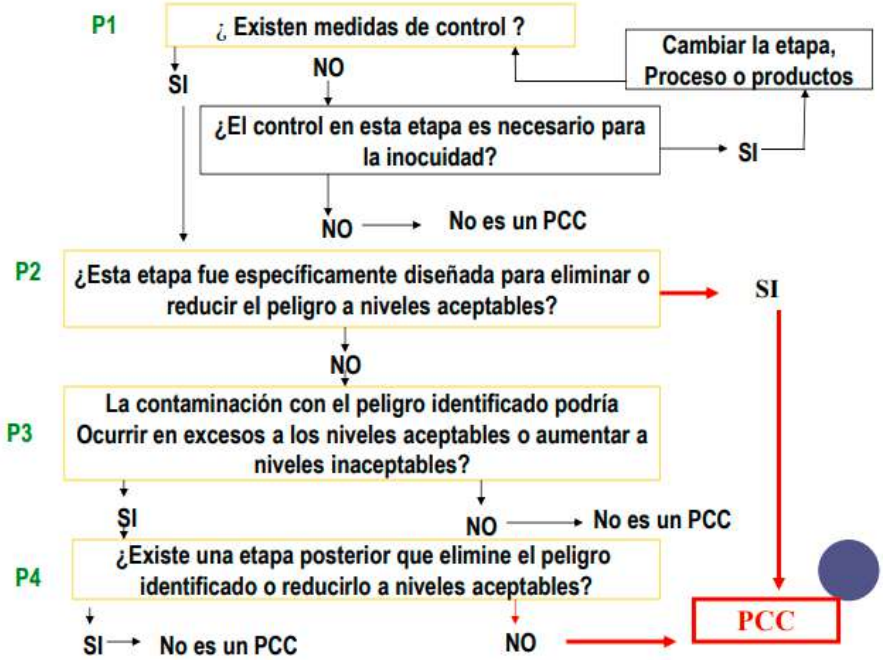


Figura 9.4.d. Árbol de decisión para etapas del proceso (Mortimer/Wallace, 1994).

En la Tabla 9.4.IV. se encuentran aplicados los principios 1 y 2 al proceso de elaboración de dulce de leche de cabra:

Tabla 9.4.IV. Análisis de peligros y puntos críticos de control- Dulce de leche de cabra.

MATERIA PRIMA-INSUMO/ ETAPA DEL PROCESO	PELIGRO POTENCIAL	RIESGO/ SEVERIDAD	EL PELIGRO POTENCIAL, ¿ES SIGNIFICATIVO?	JUSTIFICACIÓN COMO INCLUSIÓN O EXCLUSIÓN DEL PELIGRO SIGNIFICATIVO (Causa)	MEDIDAS PREVENTIVAS Medidas de control	P 1	P2	P 3	P4	¿Es un PCC?	JUSTIFICACIÓN
MATERIAS PRIMAS, ADITIVOS E INSUMOS											
Leche de cabra cruda	Biológico: carga microbiana excesiva: *Mycobacterium tuberculosum, Brucella abortus, Listeria monocitogenes, Salmonella* spp., coliformes totales, *Streptococcus* spp., etc.	Medio/ alta (B/2)	SI	Son agentes causales de ETA's de mediana a alta severidad que pueden causar efectos graves en la salud del consumidor. La leche al ser un alimento rico en nutrientes y con alto aw es propensa a sufrir alteraciones microbianas. Cumplimiento de BPM y POES.	Control de temperatura. Análisis sensorial. Control de acidez. Almacenamiento a temperatura de refrigeración (4°C).	si	no	no	-	NO (PC1)	Existen etapas posteriores que eliminan o reducen el peligro (pasteurización y concentración)
	Físico: Presencia de materiales extraños (pelos, insectos, etc).	Bajo/ baja (D/4)	NO	Cumplimiento de BPM y POES	Higienización	-	-	-	-	-	-
	Químico: presencia de productos químicos (pesticidas).	Bajo/alta (D/2)	NO	Cumplimiento de BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
Azúcar, jarabe de glucosa, bicarbonato de sodio, hidróxido de sodio, sorbato de potasio, esencia de vainilla	Físico, químico, biológico: NINGUNO	-	-	Cumplimiento de prerrequisitos y control de proveedores	-	-	-	-	-	-	-
Frascos de vidrio	Físico: presencia de fragmentos de vidrio y frascos rotos	Bajo/alta (D/2)	NO	La presencia de vidrio en el producto final puede ocasionar lesiones graves en la boca o en el aparato digestivo del consumidor. Un frasco roto puede herir a la persona que lo manipula y, además, puede reducir la vida útil del alimento al dejar de ser hermético. Sin embargo, se excluye como peligro potencial significativo ya que están implementadas BPM y POES que reducen la probabilidad de ocurrencia.	Inspección visual de los frascos de vidrio	-	-	-	-	-	-
	Biológico y químico : NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Potes y cajas de cartón, etiquetas y tapas metálicas.	Biológico, físico y químico: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ETAPAS DEL PROCESO											
Recepción de leche de cabra cruda	Biológico: contaminación con microorganismos patógenos (*Mycobacterium tuberculosum, Brucella abortus, Listeria monocitogenes, Salmonella* spp.)	Bajo/alta (D/2)	NO	Estos microorganismos son agentes causales de ETA's de mediana a alta severidad que pueden causar efectos graves en la salud del consumidor. La contaminación puede deberse a una limpieza y desinfección ineficiente de las mangueras utilizadas durante la descarga de la leche. Sin embargo, no se lo considera como peligro potencial significativo puesto que se asume que se cumplen correctamente BPM y POES.	-	-	-	-	-	-	-
	Físico: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Químicos: residuos de productos de limpieza y desinfección.	Bajo/baja (D/4)	NO	Estos residuos pueden provenir de las mangueras utilizadas para descargar el fluido. Sin embargo, como se cumple BPM y POES, no se considera un peligro significativo.	-	-	-	-	-	-	-
Recepción del resto de las materias primas e insumos	Biológico: contaminación con hongos micotoxigénicos (*Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Eurotium* spp.) y bacterias patógenas (*Staphylococcus aureus*)	Bajo/baja (D/4)	NO	Las toxinas que producen estos microorganismos son agentes causales de ETA's de baja a alta severidad cuando la cantidad producida es considerable. Una incorrecta manipulación de los productos puede provocar roturas de los envases, exponiendo el contenido con el ambiente y aumentando la probabilidad de contaminación. Sin embargo, se asume que se cumple correctamente BPM y POES, por lo cual el peligro potencial no es considerado como significativo.	-	-	-	-	-	-	-
Higienización	Biológico: contaminación con	Bajo/alta (D/2)	NO	Estos microorganismos son agentes	-	-	-	-	-	-	-

	microorganismos patógenos (*Mycobacterium tuberculosum, Brucella abortus, Listeria monocitogenes, Salmonella* spp.)			causales de ETA's de mediana a alta severidad que pueden causar efectos graves en la salud del consumidor. La contaminación puede deberse a una limpieza y desinfección ineficiente del filtro. Sin embargo, no se lo considera como peligro potencial significativo puesto que se asume que se cumplen correctamente BPM y POES.							
	Físico: persistencia de partículas extrañas.	Bajo/ bajo (D/4)	NO	Cumplimiento de las BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
	Químico: residuos de productos de limpieza y desinfección.	Bajo/baja (D/4)	NO	Cumplimiento de las BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
Almacenamiento de leche de cabra cruda filtrada	Biológicos: Proliferación de microorganismos presentes en la leche (*Mycobacterium tuberculosum, Brucella abortus, Listeria monocitogenes, Salmonella* spp., coliformes totales, *Streptococcus* spp., etc.)	Media/alta (C/2)	SI	La refrigeración retrasa el crecimiento microbiano pero no lo elimina	Control de temperatura y tiempo de almacenamiento.	si	no	si	si	NO	Existe etapa posterior que elimina o reduce el peligro (pasteurización y concentración)
	Físicos: desprendimiento de piezas metálicas	Bajo/alto (D/2)	SI	Puede causar lesiones físicas en el consumidor y también resulta en el rechazo del producto. Si bien la planta cuenta con programa de mantenimiento preventivo de equipos que minimiza la probabilidad de desprendimiento de piezas metálicas, se considera como peligro potencial por la severidad implicada.	Detector de metales. Mantenimiento preventivo de equipos y prevención de la contaminación física.	si	no	si	si	NO	Existe una etapa posterior que elimina el peligro (detección de metales).
	Químicos: residuos de productos de limpieza y desinfección.	Bajo/baja (D/4)	NO	Cumplimiento de las BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
Almacenamiento de bicarbonato de sodio, azúcar, jarabe de glucosa, esencia de vainilla y sorbato de potasio, potes y cajas de cartón,	Biológico: presencia de plagas	Bajo/baja (D/4)	NO	Cumplimiento de MIP	-	-	-	-	-	-	-
	Físico: NINGUNO	-	-	Cumplimiento de las BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
	Químico:	Bajo/baja	NO	Cumplimiento de	-	-	-	-	-	-	-

etiquetas.	contaminación con productos de limpieza y desinfección	(D/4)		las BPM y POES							
Almacenamiento de frascos de vidrio y tapas metálicas	Biológico: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Físico: presencia de fragmentos de vidrios	Bajo/baja (D/4)	NO	Cumplimiento de las BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
	Químico: contaminación con productos de limpieza y desinfección	Bajo/baja (D/4)	NO	Cumplimiento de las BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
Control de peso de materias primas e insumos	Biológico: contaminación con *Staphylococcus aureus* y enterobacterias	Bajo/alta (D/2)	NO	Son agentes causales de ETA's de baja a alta severidad.Se consideró como peligro potencial porque la etapa se realiza de forma manual y estos microorganismos están asociados con la calidad microbiológica del manipulador. Sin embargo, como se cumplen BPM y POES no es significativo.	-	-	-	-	-	-	-
	Químico: residuos de productos de limpieza y desinfección	Bajo/baja (D/4)	NO	El pesaje se realiza con utensilios que, si están mal lavados pueden contaminar la materia prima que se esté pesando con residuos de productos químicos. Sin embargo,este peligro no se considera como significativo ya que se cumplen BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
	Físico: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pasteurización	Biológico: supervivencia de microorganismos patógenos *(Coxiella burnetii, Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella abortus, Listeria monocitogenes, Salmonella* spp., etc.)	Medio/alta (C/2)	SI	Son agentes causales de ETA's de mediana a alta severidad que pueden causar efectos graves en la salud del consumidor.	Tratamiento térmico a 71,8 °C durante 15 s	SI	NO	SI	SI	NO (PC2)	Existe una etapa posterior que elimina el peligro (concentración).
	Químicos: residuos de productos de limpieza y desinfección.	Bajo/baja (D/4)	NO	Cumplimiento de BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
	Físico: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Neutralización	Biológico: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Químico: Agregado de Hidróxido de Sodio en exceso	Bajo/baja (D/4)	NO	Cumplimiento de BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
	Físico: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mezclado	Biológico: contaminación con bacterias patógenas transmitidas por el hombre(*Staphylococcus aureus,* enterobacterias*)* . Contaminación con microorganismos micotoxigénicos (*Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Eurotium* spp.)	Bajo/alta (D/2)	NO	Estas bacterias son agentes causales de ETA's de baja a alta severidad. Puesto que su presencia se encuentra casi generalizada en el ser humano, se consideró como peligro potencial porque las materias primas se agregan de forma manual. Sin embargo, como se cumplen BPM, POES y luego se lleva a cabo la etapa de concentración no es significativo.	-	-	-	-	-	-	-
	Físicos: desprendimiento de piezas metálicas	Bajo/alto (D/2)	SI	Puede causar lesiones físicas en el consumidor y también resulta en el rechazo del producto. Si bien la planta cuenta con programa de mantenimiento preventivo de equipos que minimiza la probabilidad de desprendimiento de piezas metálicas, se considera como peligro potencial por la severidad implicada.	Detector de metales. Mantenimiento preventivo de equipos y prevención de la contaminación física.	si	no	si	si	NO	Existe una etapa posterior que elimina el peligro (detección de metales).
	Químicos: residuos de productos de limpieza y desinfección.	Bajo/bajo (D/4)	NO	Cumplimiento de BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
Concentración	Biológicos: Supervivencia de microorganismos patógenos *(Coxiella burnetii, Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella abortus, Listeria monocytogenes, Salmonella* spp., etc.). Contaminación con bacteria patógena (*Staphylococcus aureus)*proliferación de hongos micotoxigénicos (*Penicillium* spp., *Eurotium* spp., *Aspergillus*	Medio/alta (B/2)	SI	Los microorganismos presentes en el producto final provienen de etapas posteriores (pues la concentración es suficiente para eliminar contaminación previa). Las toxinas que producen estos microorganismos son agentes causales de ETA's de baja a alta severidad cuando la cantidad producida es considerable. Si no se evapora la cantidad de agua	Control del punto de corte de la concentración (68 °Bx).	SI	SI	-	-	SI (PCC1)	La etapa fue diseñada para controlar el peligro.

	spp.)			necesaria, la humedad final será mayor facilitando el desarrollo de estos microorganismos.							
	Físicos: desprendimiento de piezas metálicas.	Bajo/alto (D/2)	SI	Puede causar lesiones físicas en el consumidor y resulta en el rechazo del producto. Si bien la planta cuenta con programa de mantenimiento preventivo de equipos que minimiza la probabilidad de desprendimiento de piezas metálicas, se considera como peligro potencial por la severidad implicada.	Detector de metales. Mantenimiento preventivo de equipos y prevención de la contaminación física.	si	no	si	si	NO	Existe una etapa posterior que elimina o reduce el peligro (detección de metales)
	Químicos: residuos de productos de limpieza y desinfección	Bajo/bajo (D/4)	NO	Cumplimiento de BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
Enfriamiento	Biológicos: proliferación de hongos micotoxigénicos (*Penicillium* spp., *Eurotium* spp., *Aspergillus* spp.)	Medio/alta (B/2)	Si	Este aditivo se agrega para controlar la proliferación de hongos en el producto final.	Agregado de sorbato de potasio en concentración ≥0,5 ppm. (Dosis máxima =0,10 g/ 100 g ddl)	SI	SI	-	-	SI (PCC2)	La etapa fue diseñada para controlar el peligro.
	Físicos: desprendimiento de piezas metálicas	Bajo/alto (D/2)	SI	Puede causar lesiones físicas en el consumidor y resulta en el rechazo del producto. Si bien la planta cuenta con programa de mantenimiento preventivo de equipos que minimiza la probabilidad de desprendimiento de piezas metálicas, se considera como peligro potencial por la severidad implicada.	Detector de metales. Mantenimiento preventivo de equipos y prevención de la contaminación física.	si	no	si	si	NO	Existe una etapa posterior que elimina el peligro (detección de metales).
	Químicos: residuos de productos de limpieza y desinfección	Bajo/bajo (D/4)	NO	Cumplimiento de BPM y POES	-.	-	-	-	-	-	-
Envasado	Biológicos: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Físicos: desprendimiento de piezas metálicas	Bajo/alto (D/2)	SI	Puede causar lesiones físicas en el consumidor y resulta en el rechazo del producto. Si bien la planta cuenta con programa de mantenimiento preventivo de equipos que minimiza la	Detector de metales. Mantenimiento preventivo de equipos y prevención de la contaminación física.	si	no	si	si	NO	Existe una etapa posterior que elimina el peligro (detección de metales).

				probabilidad de desprendimiento de piezas metálicas, se considera como peligro potencial por la severidad implicada.							
	Químicos: residuos de productos de limpieza y desinfección.	Bajo/bajo (D/4)	NO	Cumplimiento de BPM y POES	-	-	-	-	-	-	-
Etiquetado	Biológico, físico y químico: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Detección de metales	Físicos: presencia de elementos metálicos >0,5 mm.	Bajo/alta (C/2)	SI	Puede causar lesiones físicas en el consumidor y resulta en el rechazo del producto. Si bien la planta cuenta con programa de mantenimiento preventivo de equipos que minimiza la probabilidad de desprendimiento de piezas metálicas, se considera como peligro potencial por la severidad implicada.	Pasaje de cada una de las unidades de producto terminado por el detector de metales. Calibración y mantenimiento del detector. Prueba del testigo. Mantenimiento preventivo de equipos y prevención de la contaminación física.	SI	SI	-	-	SI (PCC 3)	Esta etapa reduce o elimina el peligro.
	Biológicos y químicos: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Almacenamiento de producto terminado	Biológico: presencia de plagas	Bajo/baja (D/4)	NO	Cumplimiento de BPM y POES.	-	-	-	-	-	-	-
	Biológico, físico y químico: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Expedición	Biológicos, físicos y químicos: NINGUNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3) Principios 3, 4 y 5

a) Principio 3: establecimiento de los Límites Críticos (LC) para las medidas de control en cada PCC

El límite crítico para el PCC1 es una concentración de sólidos disueltos mayor o igual a 68°Brix y el límite del PCC2 el agregado sorbato de potasio en una concentración mayor o igual a 0,5 ppm para eliminar el peligro posterior de proliferación de hongos causantes de ETA´s en el dulce de leche final (Dosis

máxima =0,10 g/ 100 g ddl). El límite crítico de control del PCC3 es la presencia de elementos metálicos de longitud mayor a 0,5 mm.

Es importante que el proceso de concentración para evaporar el agua de la leche se realiza a T=105°C y t=3,5 hs se utilizan con el fin de superar las condiciones de tiempo-temperatura necesarias para eliminar los microorganismos: *Coxiella burnetii*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella abortus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. y *Staphylococcus aureus*. Aunque ésta última también se controla con la actividad de agua menor o igual a 0,85, para ello se recurre a la estimación de la actividad de agua para el dulce de leche final se encuentra en el ANEXO XIII.

b) *Principio 4: procedimientos de control (monitoreo) de los PCCs*

Se establece un sistema de monitoreo para cada PCC, realizando observaciones o mediciones de los parámetros de control para evaluar si el PCC se encuentra bajo control. Este sistema es importante ya que con él se logra tomar acciones correctivas a tiempo y mantener el control del proceso. Debe indicarse la manera, la frecuencia, el lugar y el responsable de lo que se monitorea. Además, deben ser registrados para luego llevar a cabo la verificación.

c) *Principio 5: establecimiento de las acciones correctivas para las posibles desviaciones*

Se definen las acciones correctivas a realizar cuando el monitoreo indica que un PCC no se encuentra bajo control. Se debe identificar el producto afectado e indicar su destino, así también como corregir las causas que llevaron a perder el control del PCC. Estas acciones correctivas también deben ser documentadas en los registros HACCP para luego realizar la verificación.

En la tabla 9.4.V se encuentran aplicados los principios 3, 4 y 5 y en el ANEXO XI se encuentran, como ejemplo, algunas de las planillas correspondientes a los PCC que deben registrarse:

Tabla 9.4.V. Evaluación de puntos críticos de control- Dulce de leche de cabra

PCC	Peligro	Límite crítico	Monitoreo					Acción correctiva	Verificación	Registros
			Qué	Cómo	Cuándo	Dónde	Quién			
1- Concentración	Biológico	Concentración de sólidos solubles ≥ 68°Bx	Concentración de sólidos solubles	Usando un refractómetro	Al finalizar la concentración, para cada lote	Pailas dulceras	Jefe de planta	Cuando se mide una concentración de sólidos solubles menor al límite crítico, prolongar la etapa de concentración para evaporar mayor cantidad de agua. Avisar al personal de mantenimiento y al responsable de calidad.	Revisión diaria de los registros por parte del responsable de calidad	Registro de monitoreo RE-PCC1-m Registro de acciones crrectivas RE-PCC1-ac
2- Enfriamiento	Biológico	0,5 ppm de sorbato de potasio	Concentración	Registro la cantidad agregada	Al finalizar la etapa de enfriamiento, para cada lote	Tanque de enfriamiento	Jefe de planta	Si se detecta que no se cumple con la concentración mínima de sorbato de potasio, se le avisa al responsable de calidad para que agregue la cantidad necesaria faltate. En caso contrario, que se supere el límite máximo impuesto por el CAA se informara al jefe de planta.	Revisión diaria de los registros por parte del responsable de calidad	Registro de monitoreo RE-PCC2-m Registro de acciones correctivas RE-PCC2-ac Registro de calibración del instrumento
3- Detección de metales	Físico	Ausencia de partículas metálicas mayores a 0,5 mm de diámetro (límite de detección del equipo)	Ausencia de elementos metálicos > 0,5 mm	Pasando las unidades de producto terminado por el detector de metal	Durante la etapa de envasado de cada lote	Detector de metales	Operario a cargo	Cuando se detecta presencia de metal en alguna unidad, suena una alarma y se detiene la cinta, avisar al responsable de calidad y al personal de mantenimiento y jefe de producción. Retener las unidades afectadas y rotularlas como "Defectuoso" para luego ser analizadas por el responsable de calidad. Estas unidades no desechan. Calibrar el equipo si fuese necesario y realizar la prueba de testigo para verificar su correcto funcionamiento (pasando una muestra metálica por el equipo)	Revisión diaria de los registros por parte del responsable de calidad	Registro de monitoreo RE-PCC3-m Registro de acciones crrectivas RE-PCC3-ac Registro de prueba del testigo

10. IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental es una alteración o modificación causada por la acción del hombre sobre el medio ambiente. Dependiendo de su magnitud, puede afectar la calidad de vida del hombre ya que, en definitiva, estas modificaciones impactan sobre su entorno. El nivel del impacto ambiental se analiza teniendo en cuenta tanto los aspectos naturales (flora, fauna) como la contaminación (aire, agua, visual), la alteración de costumbres humanas y los impactos sobre la salud de las personas (Espinoza, 2001).

En la industria láctea, específicamente, el problema ambiental más importante está ligado a la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada (Bedoya y Sousa, 2009). Estas aguas provienen principalmente del proceso y de la limpieza y desinfección de los equipos. Se caracterizan por poseer una elevada carga orgánica debido a la composición de la leche, la cual no sólo contiene agua, sino también grasas, proteínas, azúcares y sales minerales. En caso de elaborar un producto lácteo, además de los componentes de la leche se añaden azúcares, colorantes, conservantes, etc.

La demanda biológica y química de oxígeno (DBO y DQO respectivamente) son unos de los parámetros más importantes en la caracterización de efluentes líquidos. Ambos miden el grado de contaminación del agua residual ya que valores elevados indican una elevada contaminación de la misma. La DBO representa la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos al degradar las sustancias orgánicas contenidas en una muestra. Por su parte, la DQO representa la cantidad de oxígeno que se necesita para degradar la materia orgánica por medios químicos y transformarla en H_2O y CO_2. Como se dijo anteriormente, las aguas residuales de las industrias lácteas se caracterizan por un elevado carácter orgánico debido a la composición de la leche, con lo cual presentan niveles importantes de DBO_5 y DQO. Bedoya y Sousa (2009) plantean que el 90% de la DQO de los efluentes líquidos de la industria láctea está atribuida a la leche, la cual tiene una DBO_5 igual a 110.000 mg/L y una DQO igual a 210.000 mg/L.

En la Tabla 10.I. se muestran algunos de los efectos que puede conllevar el desecho de efluentes líquidos de la industria láctea sin tratar. En conclusión, estos fluidos deben ser tratados con el fin de disminuir el impacto ambiental que pueden ocasionar.

Tabla 10.I. Efectos de algunos de los parámetros que caracterizan las aguas residuales de las industrias lácteas (Espinoza, 2001; Sgarlatta y Tarditti, 2015; Schmidt, 2020)

Parámetro	Procedencia	Efecto
Grasas y aceites	Productos lácteos	Formación de capas que impiden la penetración de la luz y la correcta aireación generando un ambiente anaeróbico.
Concentración de nitratos y fosfatos	Productos de limpieza	Eutrofización (crecimiento excesivo de plantas y microorganismos que consumen el O_2 disuelto).
Temperatura	Por ejemplo, de purgas de la caldera	Favorece actividad microbiana y disminuye el O_2 disuelto.
Sólidos sedimentables	Operaciones de limpieza y desinfección	Aumento de la turbidez y formación de sedimentos
pH	Productos de limpieza y desinfección	Toxicidad de la vida acuática

10.1 NORMATIVA VIGENTE

En la actualidad rigen distintas normas referentes al impacto ambiental. En primer lugar, todo establecimiento en el cual conservan, reparan o transforman materias primas con el fin de obtener un producto final está sujeto a la Ley provincial 11.459. Esta ley involucra la radicación y la gestión ambiental integral del lugar, contempla elementos como la categorización, la aptitud de zona, el estudio de impacto ambiental, entre otros. Por otro lado, la ley 12.257 regula aquellos aspectos que están relacionados con los efluentes líquidos. Por ejemplo, en la Resolución N°336/2003 de esta ley se describen los límites máximos admisibles de los parámetros de calidad de los efluentes líquidos (Tabla 10.1.I).

Tabla 10.1.I. Algunos parámetros de calidad de las descargas límite admisibles (Resolución 336/03).

	Límites para descargar a:		
Parámetro	**Cloaca colectora**	**Absorción por el suelo**	**Mar abierto**
Temperatura (°C)	≤ 45	≤ 45	≤ 45
pH	7,0-10	6,5-10	6,5-10
Sólidos sedimentables 10 minutos (mL/L)	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Sólidos sedimentables 2 horas (mL/L)	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 5,0
DBO (mg/L)	≤ 200	≤ 200	≤ 200

DQO (mg/L)	≤ 700	≤ 500	≤ 500

Finalmente, la Ley 5965 regula los aspectos relacionados con las emisiones gaseosas, por ejemplo, se establece que deben registrarse constancias de monitoreos de la calidad del aire.

10.2 PRINCIPALES ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES ASOCIADOS AL PROCESO PRODUCTIVO

Se evaluaron los principales aspectos medioambientales asociados al proceso de elaboración de dulce de leche de cabra. Se consideró que el vertido de agua originado en la limpieza y desinfección, así también como la generación de residuos correspondiente a los envases vacíos de los productos de limpieza son comunes a todas las etapas. Los aspectos más relevantes en lo que respecta al impacto ambiental son:

- *Recepción, higienización y almacenamiento de la leche de cabra cruda:* en estas etapas pueden producirse pérdidas de leche debido a las operaciones de llenado y vaciado del tanque receptor. Estas pérdidas pueden alcanzar alguna rejilla a través de la cual fluyen efluentes aumentando la carga orgánica de los mismos. Además, para mantener la leche a temperatura de refrigeración se consume energía eléctrica.
- *Pasteurización:* para la realización de esta etapa se consume agua (además de la utilizada para la limpieza y desinfección del equipo), vapor y energía eléctrica.
- *Neutralización, mezclado y concentración:* en estas etapas se consume vapor y energía eléctrica para poner en movimiento los agitadores del tanque. Los residuos sólidos que se generan están representados por los envases vacíos de las materias primas utilizadas (bolsas y baldes de polietileno de alta densidad). Por lote, se vacían completamente 5 baldes de 6 kg de jarabe de glucosa y 14 bolsas de 25 kg de azúcar.
- *Enfriamiento:* durante el enfriamiento en el tanque agitador se consume energía eléctrica y agua (además de la utilizada para la limpieza y desinfección del equipo). Por su parte, los bidones vacíos de esencia de vainilla (de polietileno de alta densidad) y las bolsas de sorbato de potasio constituyen los residuos sólidos de esta etapa. Sin embargo, puesto que se

utilizan pocas cantidades por lote, el desecho se origina luego de un par de días.

- *Envasado:* en este caso, aquellos envases y etiquetas defectuosos (sea de fabricación o por problemas en el envasado) representan los residuos sólidos de esta etapa. Se recuerda que el envase primario puede ser de vidrio o de cartón, mientras que el envase secundario es de cartón.

En la Figura 10.2.a. se muestra el diagrama de flujo con los principales aspectos ambientales tenidos en cuenta. En resumen, se puede decir que los efluentes sólidos generados en el proceso de elaboración corresponden a los envases vacíos de las materias primas y de los productos de limpieza. Estos residuos son separados y retirados del establecimiento por una empresa recolectora de residuos industriales. En cuanto a los efluentes líquidos, la mayor parte está atribuida a los procesos de limpieza y desinfección (las aguas sanitarias no son consideradas puesto que no requieren ningún tratamiento previo), por lo que deben ser tratados antes de ser desechados.

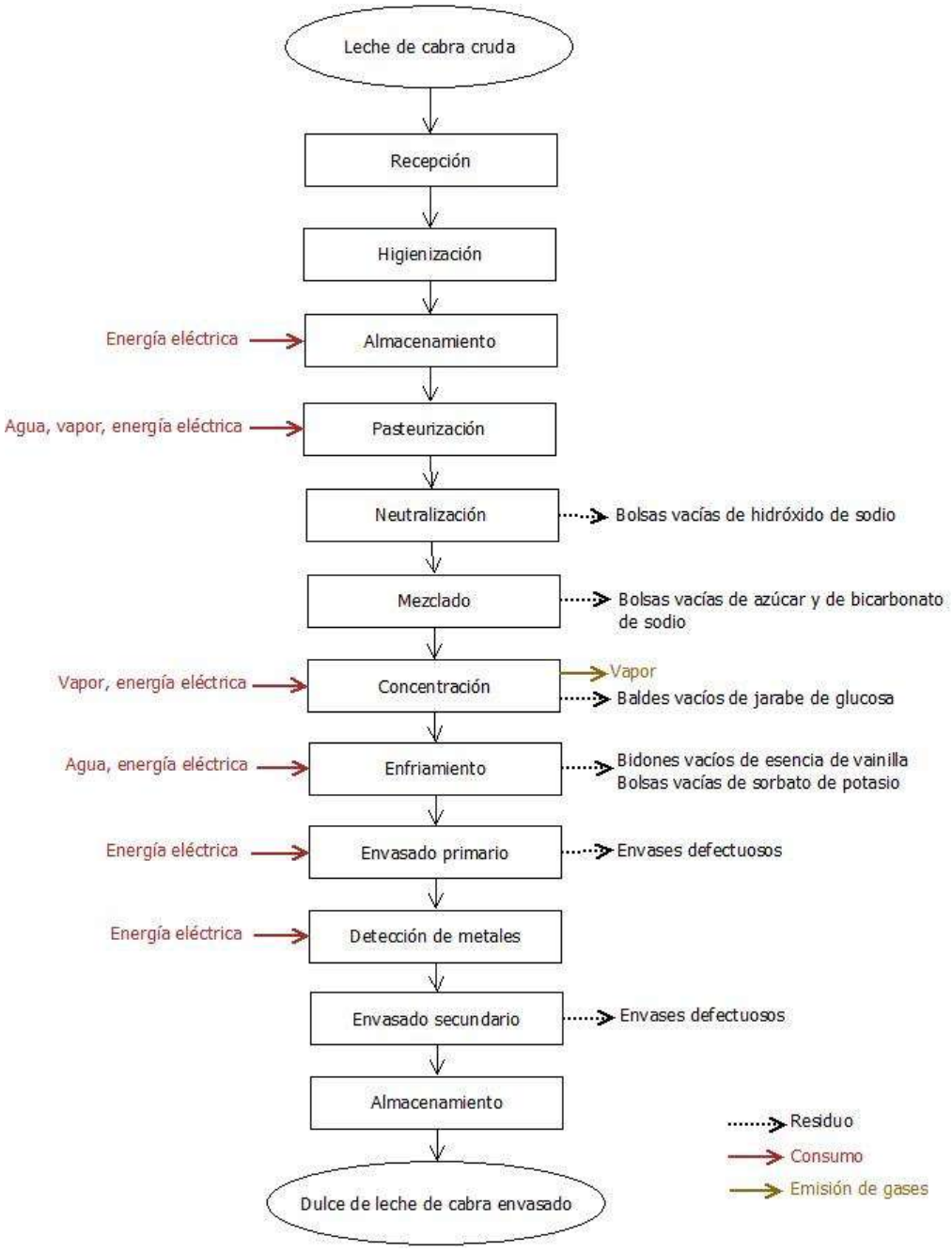


Figura 10.2.a. Principales aspectos que generan algún impacto ambiental en el proceso de elaboración de dulce de leche de cabra.

10.3 TRATAMIENTO PRIMARIO DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS

Las aguas residuales de la industria alimentaria deben ser tratadas de forma tal de respetar los límites establecidos en la Resolución N°336/2003. Para ello, se realizan una serie de operaciones con el objetivo de poder reducir el impacto ambiental del fluido y poder desecharlo en la red cloacal. Estos procesos se clasifican en:

- *Pre-tratamiento:* consiste en utilizar rejas o filtros de tambor rotatorio con el fin de eliminar los sólidos más gruesos.
- *Tratamiento primario:* se lleva a cabo una sedimentación, una floculación o una flotación, los cuales tienen el objetivo de reducir los sólidos sedimentables y las grasas.
- *Tratamiento secundario:* constituido por los tratamientos aeróbicos y anaeróbicos para disminuir los compuestos biodegradables.
- *Tratamiento avanzado:* procesos que tienen el objetivo de reducir los compuestos no biodegradables y llevar a cabo una desinfección del fluido.

Para este proyecto, se diseñó un decantador rectangular alimentado mediante una corriente horizontal con el fin de reducir los sólidos sedimentables de los efluentes líquidos provenientes de los procesos de limpieza y desinfección. El objetivo del diseño es hallar las dimensiones adecuadas del equipo (ancho, largo y alto) que permitan una separación eficaz de aquellas partículas indeseadas en los efluentes.

Uno de los principios que se tuvo en cuenta es que la velocidad de una partícula en el decantador (v) está compuesta por la velocidad de sedimentación (vs) y la velocidad de paso (vp), tal como puede apreciarse en la Figura 10.3.a.:

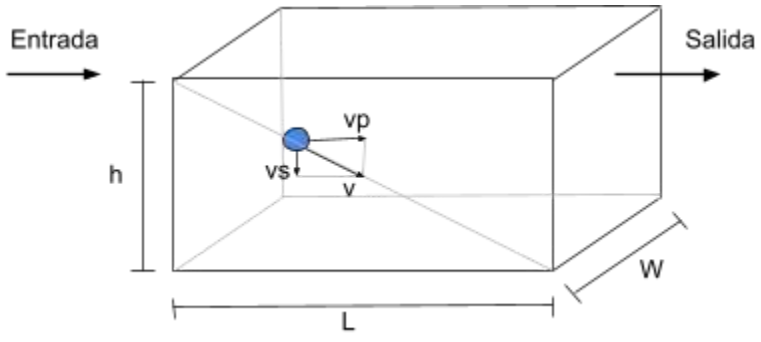


Figura 10.3.a. Representación de un decantador horizontal.

Por otro lado, se asumió que el agua a tratar es una solución ideal, lo cual implica que la suspensión es diluida, homogénea y que su temperatura no varía. Esto conlleva a que tanto la velocidad de sedimentación como la de paso puedan considerarse como constantes. También se planteó que el decantador es ideal, por lo que no hay turbulencias y las velocidades están repartidas uniformemente en toda la superficie.

Para que los sólidos sedimentables queden retenidos, se debe cumplir que el tiempo en el cual la partícula tarda en alcanzar el fondo del equipo (ts) sea menor que el que necesita para atravesarlo de forma horizontal (tp), con lo cual:

$$ts<tp \quad (10.1)$$

Estos tiempos pueden calcularse como la relación entre la distancia recorrida por la partícula y la velocidad lineal de la misma:

$$ts = \frac{h}{vs} \; y \; tp = \frac{L}{vp} \quad (10.2)$$

Puesto que la velocidad de paso puede estimarse como la relación entre el caudal volumétrico (Qv) y el área de flujo (W.h), tp resulta igual a $\frac{L.W.h}{Qv}$ (10.3). Reemplazando (10.2) y (10.3) en (10.1) se obtiene:

$$\frac{h}{vs} < \frac{L.W.h}{Qv}$$

$$\frac{Qv}{vs} < L.W$$

Igualando los términos se asume que el caso crítico corresponde cuando el tiempo de sedimentación es el mismo que el tiempo de residencia (o de paso).

También resulta que el caudal de operación se corresponde con el caudal diario máximo de efluentes:

$$\frac{Qv\ máx}{vs} = L.W \quad (10.4)$$

Entonces, a partir del caudal diario máximo de los efluentes y la velocidad de sedimentación de las partículas, puede estimarse el área de la base del decantador. Se asumió que el caudal volumétrico máximo corresponde con el caudal que se origina en el momento del lavado durante la descarga de las dos pailas, asumido igual a 12 m^3/h.

Por otro lado, para determinar la velocidad de sedimentación, se consideró flujo laminar para poder aplicar la Ley de Stokes:

$$vs = \frac{(\rho s - \rho).g.Dp^2}{18\ \mu}$$

Donde:

- Dp es el diámetro de la partícula sólida (asumiendo que los sólidos sedimentables son partículas discretas y esféricas).
- ρs es la densidad del sólido.
- ρ es la densidad del fluido.
- μ es la viscosidad de la solución.
- g es la aceleración de la gravedad.

Se destaca que la velocidad de sedimentación aumenta con el diámetro de la partícula y con la temperatura del fluido (pues su densidad y viscosidad disminuyen). Por lo tanto, desde un punto de vista conservador, el decantador debe diseñarse teniendo en cuenta el menor diámetro de partícula y la mínima temperatura esperada. Sabiendo que los efluentes se originan en las operaciones de limpieza y desinfección, se asumió que la temperatura es igual a 20°C y que las partículas más pequeñas corresponden con las partículas más finas de tierra. De esta manera, se cuenta con los siguientes datos:

- $Dp = Dp_{\text{arena fina}} = 5x10^{-5}$ m.
- $\rho s = \rho_{\text{arena fina}} = 2650$ kg/m^3 (FAO, 2020).
- $\rho = \rho_{\text{agua}}$ (20°C)$=1000$ kg/m^3.
- $\mu = \mu_{\text{agua}}$ (20°C) $=1x10^{-3}$ kg/m.s.
- g =9,81 m/s^2

Reemplazando los datos en la expresión anterior, se obtiene una velocidad de sedimentación igual a 2,25 x10 $^{-3}$ m/s (8,1 m/h). Como en un principio se consideró flujo laminar, se debe verificar esta suposición al comprobar que el número de Reynolds (Re) es menor a 1:

$$Re = \frac{vs.\rho.Dp}{\mu} = 0,22$$

Como Re<1 se confirma que se trata de flujo laminar y, por ende, que la Ley de Stokes es válida en este caso.

Luego de obtener los valores de Qv máx y vs, se obtuvo el área de la base del sedimentador a partir de la Ecuación (12.3.4):

$$L.W = \frac{Qv\ máx}{vs} = \frac{12\ m^3/h}{8{,}1\ m/h} = 1{,}5\ m^2$$

Esta área representa el área mínima de la base del decantador, por lo que se sobredimensionó con el fin de que una persona pueda ingresar y realizar las operaciones de limpieza del equipo (se agregaron 0,5 m^2). Como criterio de diseño, se consideró que la relación alto-ancho es igual a 3 (Suárez López *et al.*, 2014), con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados: L= 2,4 m y W=0,8 m. Esta nueva área corresponde con un caudal de diseño de 15,6 m^3/h, por lo que el caudal diario máximo de efluentes puede ser tratado sin problemas.

Por último, para calcular la altura, se tuvieron en cuenta los parámetros de calidad de las descargas límites admisibles (Tabla 10.1.I), los cuales aclaran que el efluente no puede contener sólidos que sedimentan en menos de 10 minutos. Por lo tanto, la altura mínima del decantador debe ser tal que el tiempo que requiere una partícula para llegar al fondo (ts) corresponda con estos 10 minutos. Con esta consideración, se planteó: $h_{mínima} = vs.ts_{mínimo}$ = 1,35 m. Puesto que corresponde a la altura mínima, se consideró 1,5 m para asegurar que se cumplan con los parámetros de calidad de descarga. Con esta nueva altura, y con el área de la base ya definida, se obtiene un tiempo de sedimentación igual a 2,5 h.

En la Tabla 10.3.I. se resumen los resultados obtenidos del diseño del decantador horizontal:

Tabla 10.3.I. Características del decantador horizontal diseñado.

Caudal de diseño	15,6 m^3/h
L	2,4 m
W	0,8 m
h	1,5 m

Para concluir con esta sección, se puede decir que, luego de analizar la manera en la que el proceso de elaboración definido impacta sobre el medioambiente, se pudo diseñar un sedimentador teniendo en consideración las normas vigentes. Es importante tener en claro que se planteó el tratamiento primario de los efluentes, no obstante, para poder desecharlos hace falta aplicar otros

tratamientos con el objetivo de cumplir con los parámetros requeridos (como la DQO y la DBO_5). Por ejemplo, como tratamiento secundario se podría utilizar una laguna de estabilización con el propósito de degradar aeróbicamente la materia orgánica mediante la actividad bacteriana.

11. ANÁLISIS ECONÓMICO

Estudiando la posibilidad de llevar a cabo el proyecto, la decisión que se evalúa es la de invertir si el proyecto es factible. Se analizan las principales variables que influyen al beneficio y a la sustentabilidad, las cuales son: ingeniería de producción, el mercado, la inversión y los costos de producción.

11.1 INVERSIÓN

La inversión total (IT) es la cantidad de capital necesaria para poner un proyecto en operación, y está compuesta por la inversión fija total (IFT) y la inversión en capital de trabajo (IW). IFT corresponde con el capital necesario para construir totalmente una planta y dejarla lista para comenzar a producir, mientras que IW es el capital adicional que se necesita para financiar la producción antes de percibir ingresos por ventas (Carrizo, 2020). La suma de estas dos inversiones da como resultado IT, tal como lo expresa la Ecuación (11.1):

$$IT = IFT + IW \quad (11.1)$$

11.1.1. *Inversión fija total (IFT)*

La inversión fija total está compuesta por componentes directos e indirectos (Tabla 11.1.I):

Tabla 11.1.I. Componentes directos e indirectos de la inversión fija total (Carrizo, 2020).

Componentes directos:	Componentes indirectos:
a) Gastos de estudio e investigaciones previas del proyecto	a) Ingeniería y supervisión
b) Equipos principales	b) Gastos de construcción
c) Instalación de equipos	c) Honorarios del contratista
d) Cañerías	d) Contingencias
e) Instrumentación y control	
f) Instalación eléctrica	
g) Construcción edilicia	
h) Servicios auxiliares	
i) Terreno y mejoras de terreno	

j) Puesta en marcha

k) Intereses durante la construcción

La inversión fija total se calculó utilizando el Método de Estimación por Factores (Tabla 11.1.II), el cual extrapola la inversión fija IF (sin los costos del terreno) a partir del precio de los equipos principales con instalación (IF), con un error del 10-15% (Chilton, 1949).

Tabla 11.1.II. Método para estimar la inversión fija por factores (Chilton, 1949).

Valor del Equipo Instalado de Proceso	**I_E**
Factores experimentales como fracción de I_E	
Tuberías de Proceso	f_1
Proceso de sólidos	0.07 - 0.10
Proceso mixto	0.10 - 0.30
Proceso de fluidos	0.30 - 0.60
Instrumentación	f_2
Control poco automatizado	0.02 - 0.05
Control parcialmente automatizado	0.05 - 0.10
Control complejo, centralizado	0.10 - 0.15
Edificios de fabricación	f_3
Construcción abierta	0.05 - 0.20
Construcción semiabierta	0.20 - 0.60
Construcción cerrada	0.60 - 1.00
Plantas de servicios	f_4
Escasa adición a las existentes	0.00 - 0.05
Adición considerable a las existentes	0.05 - 0.25
Plantas de servicios totalmente nuevas	0.25 - 1.00
Conexiones entre unidades	f_5
Entre las unidades de servicios	0.00 - 0.05
Entre unidades de proceso separadas	0.05 - 0.15
Entre unidades de proceso dispersas	0.15 - 0.25
Inversión directa	**$I_E (1+ \sum f_i)$**

Factores experimentales como fracción de la inversión directa	
Ingeniería y construcción	f_{I1}
Ingeniería Inmediata	0.20 - 0.35
Ingeniería compleja	0.35 - 0.50
Factores de tamaño	f_{I2}
Unidad comercial grande	0.00 - 0.05
Unidad comercial pequeña	0.05 - 0.15
Unidad experimental	0.15 - 0.35
Contingencias	f_{I3}
De la compañía	0.10 - 0.20
Variaciones imprevistas	0.20 - 0.30
Procesos exploratorios	0.30 - 0.50
Factor de inversión indirecta	**$f_I = \sum f_{Ii} + 1$**
Inversión fija	**$I_F = I_E (1+ \sum f_i) f_I$**

Puesto que la inversión de los equipos principales del proceso puestos en fábrica es la base de cálculo, es requisito estimarla mediante la cotización directa de la empresa proveedora o de datos bibliográficos. En caso de recurrir a fuentes bibliográficas, se debe tener en cuenta dos aspectos, el índice de costos y el factor costo-capacidad. El índice de costos se utiliza para actualizar precios conociendo el valor del equipo en un periodo anterior, y el factor costo-capacidad para aproximar el

precio a partir de un equipo similar pero de capacidad diferente. En este caso, se utilizaron tanto cotizaciones directas por parte de proveedores como estimaciones utilizando factores costo-capacidad. Los valores de las pailas y los equipos necesarios para llevar a cabo el envasado (dosificadora, roscadora, etiquetadora y detector de metales) se obtuvieron de cotizaciones directas de empresas nacionales. Estas cotizaciones no incluían el IVA, con lo cual se debió adicionar el 21% correspondiente. Para el resto de los equipos principales (tanque de almacenamiento de leche de cabra cruda filtrada, intercambiador de placas, tanques mezclador y enfriador de dulce de leche) se utilizaron factores costo-capacidad. Primero se buscaron equipos que sean similares a los propuestos y se consiguieron sus valores puestos en fábrica. Posteriormente, se usó la siguiente expresión para realizar la aproximación:

$$I_A = I_B \cdot \left(\frac{Q_A}{Q_B}\right)^{0,67}$$

Donde I_A es la inversión que se desea estimar del equipo cuya capacidad es Q_A e I_B es la inversión conocida de un equipo similar pero de capacidad Q_B. Como ejemplo, se realiza el cálculo para el tanque mezclador. Se obtuvo que el costo de un tanque agitador de 1000 L (Q_B) puesto en fábrica es 9300 $USD, al cual se le adiciona el IVA obteniendo I_B= 11.253 $USD. Para evaluar Q_A se utilizó Choi y Okos para valorar la densidad de la mezcla y, conociendo la masa de la mezcla a procesar por lote, se obtuvo Q_A= 1850 L. Luego, reemplazando los datos en la expresión anterior, se obtuvo I_A= 16.993 $USD.

Por otra parte, se utilizó el precio dólar del Banco Nación con impuestos adicionados: 1 $USD=83,5 $ARG (valor en el día de la fecha, 17 de octubre de 2020). Considerando los impuestos: 30% impuesto país más 35% retención a cuenta impuestos a las ganancias y bienes personales, resulta 1 $USD=137 $ARG. En la Tabla 11.1.III se muestran los costos de los equipos principales sin instalación:

Tabla 11.1.III. Costos de los equipos principales en fábrica sin instalación.

Equipo (marca/estimación)	Precio unitario (USD)	Cantidad	Precio total (USD)
Tanque de almacenamiento de leche de cabra cruda filtrada (estimación)	24.300	1	24.300
Intercambiador de calor de placas (estimación)	1500	1	1.500
Tanque mezclador (estimación)	16.993	1	16.993
Paila dulcera (Medelinox)	22.627	2	45.254

Tanque enfriador de dulce de leche (estimación)	8.188	1	8.188
Módulo de la dosificadora con cinta transportadora (Ingesir)	28.362	1	28.362
Detector de metales (Technik)	9.100	1	9.100
Módulos de la roscadora y etiquetadora (Cadec)	20.000	1	20.000
Total (USD)			153.700

Esta cantidad corresponde a la suma de los equipos principales sin instalación, por lo tanto se consideró un valor promedio del 5% por tratarse de una ingeniería inmediata, por lo que IE se iguala a **161.390 USD.**

Una vez estimada la inversión de los equipos principales del proceso, se establecieron los factores experimentales para la inversión directa e indirecta utilizando la Tabla 11.1.II.

Inversión directa:

- *Tuberías de proceso:* se tuvo en cuenta que se trabaja con fluidos no viscosos (leche, agua), fluido gaseoso (vapor) y fluido viscoso (dulce de leche), sin embargo, debido a que la complejidad de instalación de tuberías es de moderada a baja, se decidió considerar **f1 = 0,1**.
- *Instrumentación:* este rubro incluye la compra, instalación y calibración de los instrumentos para controlar distintas variables del proceso. Se consideró un control poco automatizado y que los instrumentos utilizados son simples y económicos, por lo tanto, se utilizó **f2 = 0,02**.
- *Edificios de fabricación:* no se utilizó el método de los factores para la estimación de los costos de fabricación del edificio ya que generalmente representa un porcentaje importante de IF. Por esta razón, el costo se evaluó en función de la superficie requerida y del precio de construcción por metro cuadrado. Para obtener el precio de construcción, se utilizó el programa “El calculador” (Leza, Escriña y asociados, 2020), en el cual se ingresó la siguiente información:
    a) *Estructura:* tipo 1 (de hormigón armado in situ, cerramientos de mampostería sobre suelo de hormigón alisado, losa de hormigón armado).

b) *Altura:* 6 m.
c) *Superficie:* 693 m^2 (se aproximó a 700 m^2).
d) *Grado de división:* más de dos divisiones.
e) *Zona:* centro

Colocando estos valores en el simulador se obtuvo un valor de construcción de $796\ \frac{\$USD}{m^2}$. Luego, se realizó el producto entre este valor y la superficie de la planta:

Costo edificio de fabricación = $796\ \frac{\$USD}{m^2} * 700\ m^2$ = **557.200 $USD**

- *Planta de servicios:* los equipos auxiliares que se utilizan son la caldera, el intercambiador de tubos y coraza y el compresor. También se puede tener en cuenta al sedimentador que se utiliza para tratar los efluentes líquidos. Se consideró **f4= 0,05**, de forma tal que se encuentra en el límite entre escasa y considerable admisión a las existentes.
- *Conexión entre unidades:* se consideró que no hay unidades separadas, con lo cual **f5 = 0**.

Realizando la suma de los factores (sin incluir el correspondiente a edificios de fabricación), se obtuvo: $\Sigma fi = 0,17$

Inversión indirecta

- *Ingeniería y construcción:* estos gastos incluyen el pago de servicios técnicos y administrativos necesarios para dirigir y administrar el proyecto durante la construcción, la ingeniería general, confección de planos, ingeniería de campo, etc. Se consideró ingeniería inmediata, por lo que se utilizó el valor medio del rango, con lo cual, **fI1=0,275.**
- *Factor de tamaño:* se tuvo en cuenta el rango correspondiente a una unidad comercial pequeña. Realizando el promedio entre 0,05 y 0,15 se obtuvo **fI2 = 0,1**.
- *Contingencias:* se consideró un valor de 0,1, por lo tanto, **fI3= 0,1**

Sumando todos los factores correspondientes a la inversión indirecta, se obtuvo $\Sigma fli = 0,475$. Como se cuenta con el valor real del factor respectivo a "edificios de fabricación", el cálculo se modifica de la siguiente manera:

$$IF = \left[IE \ * \ (1 + \sum fi) + Componente\ directo \right] * \ (1 + \sum fli)$$

Donde el componente directo es, en este caso, el costo edificio de fabricación. Por lo tanto, la inversión fija resultante es:

$$IF = [\ 161.390\ \$USD\ *\ (1 + 0,17) + 557.200\ \$\ USD] * (1 + 0,475)$$

$$IF = 1.100.389\ USD$$

Por último, para obtener el valor de la inversión fija total, se debe añadir el precio del terreno a la inversión fija:

IFT = IF + terreno

A partir del layout y teniendo en cuenta el espacio extra requerido en los laterales, parte delantera y trasera del edificio, se obtuvo una superficie de 2400 m^2. Considerando que el costo del terreno es 30 dólares por metro cuadrado (Inmobiliaria Alberola, 2020), se obtuvo:

$$Costo\ terreno\ = 2400\ m^2 * 30\ \frac{\$USD}{m^2}\ = 72.000\ \$USD$$

Luego, $IFT = 1.172.389\ USD$

11.1.2. *Inversión en capital de trabajo (IW)*

La inversión en capital de trabajo se consideró igual al 10% de la inversión fija total, con lo cual: $IW = 117.239\ USD$

Finalmente, con la Ecuación (11.1) se calculó la inversión total, la cual representa la cantidad de dinero necesaria para poner el proyecto en operación:

$$IT = IFT + IW = 1.289.628\ \$USD$$

11.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción o costos de operación son los gastos involucrados para mantener en operación un proyecto o una pieza de un equipo en producción. Estos costos están definidos para un determinado periodo de tiempo y se clasifican según si son variables o fijos. Los costos variables de producción son proporcionales a la producción, mientras que los fijos son independientes de ella (FAO, 1998). En la Tabla 11.2.I se listan los costos siguiendo esta categorización:

Tabla 11.2.I. Clasificación de los costos de producción.

Costos variables (CV)	Costos fijos (CF)
A) Materia prima	A) De inversión: - Depreciación - Impuestos - Seguros - Financiación
B) Envases	
C) Mano de obra directa	
D) Supervisión	
E) Servicios	
F) Mantenimiento	
G) Suministros	B) Ventas y distribución
H) Laboratorio	C) Dirección y administración
I) Regalías y patente	D) Investigación y desarrollo

Como se dijo anteriormente, los costos de producción están definidos para un determinado período de tiempo, por lo tanto, para realizar los cálculos se definió un período de 1 año.

11.2.1 Costos variables (CV)

Puesto que los costos variables dependen del nivel de actividad, se realizaron los cálculos correspondientes al 100% de la utilización de la planta.

A) Materia prima

Para estimar este componente se realizó la suma de los costos anuales correspondiente a cada materia prima. Para ello, se tuvo en cuenta tanto el precio de las mismas como los balances de masa del proceso de elaboración (para estimar la cantidad utilizada en un año).

Para el cálculo, se partió del volumen de producción (1500 kg/día) y se consideró que el mes tiene 25 días laborales y el año 10 meses (pues la leche de cabra es estacional).

En la Tabla 11.2.II se muestran las cantidades utilizadas y los costos anuales de cada materia prima:

Tabla 11.2.II. Cantidades y costos anuales de las materias primas.

Materia prima	Cantidad utilizada	Precio*	Costo anual ($USD/año)
Leche de Cabra	827.586 (L/año)	0,26 (USD/L)	215.172
Azúcar	181.500 (kg/año)	0,33 (USD/kg)	59.895
Jarabe de glucosa	17.500 (kg/año)	0,94 (USD/kg)	16.450
Bicarbonato de sodio	600 (kg/año)	1,10 (USD/kg)	660
Sorbato de potasio	350 (kg/año)	6,90 (USD/kg)	2415
Hidróxido de sodio	225 (kg/año)	5,10 (USD/kg)	1148
Esencia de vainilla	81 (L/año)	1,60 (USD/L)	130
		Total	295.870

**Precio puesto en fábrica.*

B) Costo de envases

El costo de los envases considera todos los gastos que se tienen en cuenta para la contención del producto y su comercialización. Para el cálculo, se consideró la distribución de tamaños de envases obtenida a partir de la encuesta online realizada y la preferencia de los materiales. Esto se planteó con el fin de tener una primera aproximación de las cantidades que se utilizan anualmente. En la encuesta se obtuvo que el 61,6% de los encuestados prefiere el envase de vidrio y el 38,4% el de cartón. A su vez se obtuvo que el 90,1% prefiere el envase de tamaño mediano y el 9,9% el de 1 kg. Teniendo en cuenta estos datos, se calcularon las cantidades de la producción anual que se destinan a los diferentes envases (Tabla 11.2.III):

Tabla 11.2.III. Cantidades anuales de producto final destinadas a cada tipo de envase.

Material	Vidrio	Cartón	
Capacidad (kg/unidad)	0,45	0,5	1
Masa de dulce de leche (kg/año)	231.000	129.744	14.256

Teniendo en consideración las capacidades de los envases, se pudo calcular la cantidad que se utiliza anualmente de cada uno de ellos (considerando 10 meses

de producción). Para el caso de las cajas de cartón, se tuvo en cuenta que éstas son capaces de contener 24 unidades de producto final (Tabla 11.2.IV).

Tabla 11.2.IV. Cantidades y costos anuales de los envases.

Envase	Cantidades utilizadas por año	Precio unitario (USD/unidad)	Costo anual (USD/año)
Frasco vidrio 360cc	513.334	0,17	87.267
Pote cartón 0,5 kg	259.488	0,23	59.683
Pote cartón 1 kg	14.256	0,28	3992
Caja de cartón	32.794	0,40	13.118
		Total	164.060

C) Costo de mano de obra directa

El costo de mano de obra directa incluye los sueldos de los operarios cuyo trabajo está directamente asociado a la fabricación del producto final. Para su estimación se necesita conocer las horas-hombre requeridas anualmente para el proceso y el precio de las mismas. Para la obtención de las horas-hombre, se realizó el producto entre la cantidad de operarios que se necesitan para llevar a cabo una tarea y el tiempo requerido para completarla. Debido a que se realizan dos lotes por día, el tiempo de cada etapa se consideró como el doble del tiempo correspondiente a un lote (Tabla 11.2.V).

Puesto que se utilizan distintos tipos de envases, el tiempo de la etapa de envasado varía en función del material y del tamaño que se selecciona para envasar el lote. Por lo tanto, se decidió ser conservadores y considerar el mayor tiempo de envasado (correspondiente al frasco de vidrio).

Tabla 11.2.V. Horas-hombre diarias.

Etapa	**Tiempo (h/día)**	**Cantidad de operarios**	**Horas-hombre diarias**
Pasteurización	2,2	1	2,2
Mezclado	0,67	2	1,34
Concentración y enfriamiento	8,34	2	16,68
Envasado en frasco de vidrio	5,34	3	16,02

	Total	36,24

Puesto que la base de cálculo del análisis económico es 1 año, las horas-hombre correspondientes a este tiempo son 10.872 horas-hombre (considerando que el personal cobra los 12 meses). Por otro lado, se obtuvo que el precio de la hora-hombre es 1,2 USD (STIA, 2020), el cual corresponde con el de operarios calificados. Se aumentó un 43% a este precio debido a las cargas sociales (IDESA, 2016), obteniendo un precio final de 1,72 USD/hora-hombre.

Finalmente, con la cantidad de horas-hombre anuales y el precio de las mismas se estimó el costo de mano de obra anual:

$$Costo\ de\ mano\ de\ obra\ directa = 18.700\ \frac{USD}{año}$$

D) Costo de supervisión

Para estimar el costo del personal encargado de la supervisión de la producción, se tuvo en cuenta la complejidad del proceso de elaboración, así también como la cantidad de mano de obra y la calidad final del producto. Este costo puede estimarse como el 10-25% de los costos de mano de obra, se decidió tomar el valor más bajo del rango (10%) ya que la complejidad es relativamente baja y la persona responsable de la supervisión es la que también se encarga del mantenimiento. Por lo tanto:

$$Costo\ de\ supervisión = 0,1\ .\ costo\ de\ mano\ de\ obra$$

$$Costo\ de\ supervisión = 1.870\ \frac{\$\ USD}{año}$$

E) Costo de servicios

Para la estimación de este costo se consideraron aquellos servicios que se requieren para la producción de dulce de leche de cabra. En este caso, se incluyó la energía eléctrica, el gas natural y el agua.

Para el cálculo, se estimó el consumo de cada servicio y el costo de los mismos. Los consumos diarios se obtuvieron a partir de las especificaciones

técnicas de los equipos y de los tiempos de funcionamiento. Luego, se proyectaron estos consumos para el período de un año y se estimó el costo anual de cada servicio conociendo el precio de las prestaciones. Por último, se realizó la sumatoria de estos costos anuales para obtener el costo anual total de servicios.

- *Energía eléctrica*

Para el caso de la energía eléctrica se tuvo en cuenta que la utilizada para iluminar sectores no relacionados con la producción (por ejemplo, los administrativos) está contemplada dentro de los costos de administración y dirección. Por lo tanto, en esta sección se consideró únicamente la energía utilizada para el proceso e iluminación de los sectores de producción. Sin embargo, se despreciaron los costos de iluminación puesto que son significativamente menores a los relacionados con el consumo de los equipos.

Por otro lado, se utilizaron los consumos promedio correspondientes al 100% de actividad de la planta y no los consumos pico ligados a imprevistos. Es decir, no se tuvo en cuenta el aumento de la demanda energética que provoca, por ejemplo, el almacenamiento de la leche que por alguna razón no puede procesarse en el día.

En la Tabla 11.2.VI se resume el consumo diario de energía eléctrica:

Tabla 11.2.VI. Consumo diario de energía eléctrica estimado a partir del consumo de los equipos y de los tiempos de funcionamiento de los mismos.

Equipo	Consumo eléctrico [kW]	Tiempo funcionando [h/día]	Consumo diario [kWh/día]
Tanque de almacenamiento de leche de cabra cruda filtrada	1,7	4,00	6,80
Tanque mezclador	1,0	0,67	0,67
Paila dulcera 1	1,5	7,00	10,50
Paila dulcera 2	1,5	7,00	10,50
Tanque enfriador de dulce de leche	1,5	1,33	2,00
Dosificadora con cinta transportadora	3,0	5,34	16,02
Detector de metales	1,0	5,34	5,34
Roscadora	1,0	5,34	5,34
Etiquetadora	1,5	5,34	8,00
Compresor	1,5	5,34	8,00
Caldera	2,7	8,20	22,14
		Total (kWh/día)	100,7

Este valor constituye el consumo diario de energía eléctrica, lo cual equivale a 2518 kWh por mes. Según la categoría de usuarios de EDEA (2019), la planta procesadora de dulce de leche de cabra se encuentra dentro del grupo T3 (demandas que superan los 50 kWh/mes).

El costo de energía eléctrica está compuesto por una carga fija y otra variable. La carga fija corresponde a 1220 $AR/mes, mientras que la variable a 3,35 $AR/KWh (EDEA, 2019). Puesto que hay dos meses en los cuales no hay producción, los costos variables se tuvieron en cuenta para los 10 meses restantes. Luego,

$$Costo\ anual\ de\ energía\ eléctrica\ =\ 10\ meses\ (costo\ fijo\ +\ costo\ variable)\ +\ 2\ meses(cos$$

$$Costo\ anual\ de\ energía\ eléctrica\ =\ 10\ meses\ x\ 9655\frac{\$AR}{mes}\ +\ 2\ meses\ x\ \ 1220\ \frac{\$AR}{mes}$$

$$Costo\ anual\ de\ energía\ eléctrica\ =\ \frac{98.990\ \$AR}{año}\ =\ 723\ \frac{\$USD}{año}$$

- *Gas natural*

La caldera es el único equipo que requiere gas natural para su funcionamiento. Para el cálculo se utilizó la siguiente expresión:

$$Consumo\ gas\ natural\ para\ la\ caldera\ (m^3)\ =\ \frac{poder\ calorífico\ de\ la\ caldera\ x\ t}{poder\ calorífico\ del\ gas\ natural}$$

Donde:

- El poder calorífico del quemador de la caldera se obtuvo a partir de las especificaciones técnicas del equipo y es 607.200 Kcal/h
- El poder calorífico del gas natural se consideró igual a 9525 Kcal/m^3 (ENARGAS, 2019)
- t es el tiempo de funcionamiento del equipo (8,2 horas)

Reemplazando estos datos en la expresión anterior, se obtuvo:

$$Consumo\ diario\ de\ gas\ natural\ para\ la\ caldera\ \ =\ 523\ m^3$$

Este valor corresponde al consumo diario, con lo cual, mensualmente se utilizan 13.075 m^3 de gas. Según la categoría de usuarios de ENARGAS (2020), la planta procesadora de dulce de leche de cabra se encuentra dentro del grupo “G”.

En la Tabla 11.2.VII se muestran las tarifas vigentes de la empresa Camuzzi según las escalas de consumo por periodo de facturación (1 mes):

Tabla 11.2.VII. Tarifas de gas correspondientes a grandes clientes (Camuzzi, 2020).

Categoría	Escala de consumo por mes	Reserva de capacidad ($AR/m^3)	Cargo variable DIS ($AR/m^3)	Cargo variable TTE ($AR/m^3)	Cargo fijo ($AR/mes)
G	0 a 5000 m^3	9,14	0,13	0,62	11.402
	más de 5000 m^3	9,14	0,08	0,62	11.402

Se destaca que nuevamente la tarifa está compuesta por una carga fija y una carga variable. Para calcular el costo relacionado con el consumo variable de gas, se construyó la Tabla 11.2.VIII a partir del consumo mensual, de las tarifas y suponiendo una reserva de capacidad de 400 m^3. Cabe aclarar que a partir de los 5000 m^3 de gas, se consideraron las tarifas correspondientes a dicha escala de consumo.

Tabla 11.2.VIII. Costo correspondiente al consumo variable de gas.

Reserva de capacidad (m^3)	Reserva de capacidad ($AR/$m^3$)	Reserva ($AR/mes)
400	9,14	400 m^3 x 9,14 $/$m^3$= 3656
Escala de consumo por facturación	Cargo variable DIS ($AR/$m^3$)	Cargo variable ($AR/mes)
0 a 5000 m^3	0,13	5000 m^3 x 0,13 $/$m^3$= 650
> 5000 m^3	0,08	8075 m^3 x 0,08 $/$m^3$= 646
	Cargo variable TTE ($AR/$m^3$)	Cargo variable ($AR/mes)
Transporte	0,62	13.075 m^3 x 0,62 $/$m^3$ =8107
	TOTAL Consumo variable ($AR/mes)	13.059

En dólares, el costo del cargo fijo es 83,23 $USD/mes y el del cargo variable 95,3 $USD/mes. Tal como en el caso anterior, se asumió que los costos variables se tienen en cuenta durante los 10 meses de producción. Por lo tanto, el costo anual debido al consumo de gas es:

$$Costo\ anual\ de\ gas\ =\ 10\ meses\ x\ 95,3 \frac{\$\ USD}{mes} +\ 2\ meses\ x\ 83,23\ \frac{\$USD}{mes} =\ 1119\ \frac{\$USD}{año}$$

- *Agua corriente*

La planta elaboradora de dulce de leche de cabra cuenta con un pozo propio de donde extrae el agua que se utiliza para el proceso. Para obtener una estimación más exacta se puede tener en cuenta el costo de la electricidad consumida para la extracción y transporte por cañerías hasta la planta en función de los metros cúbicos de agua. Sin embargo, para los fines del trabajo se calculó considerando que se iguala al costo de compra del servicio.

Luego, se planteó que la planta se encuentra en la "Categoría D", correspondiente al caso en el que el agua es utilizada como elemento necesario o accesorio de la industria e interviene en el proceso de transformación de la materia prima (OSSE, Ordenanza N°23023, art. 30). Al igual que en los casos anteriores, el costo de este servicio se divide en costo fijo y costo variable. Para el costo fijo se consideró un consumo igual a 22 m^3/mes con un costo de 0,13 USD/m^3 (OSSE, Ordenanza N°23023, art. 46). Para calcular el cargo variable, primero se estimó el consumo de agua mensual que se requiere para la limpieza y desinfección de equipos y para diferentes etapas del proceso. Conociendo el consumo de vapor de la caldera se puede estimar la cantidad de agua que consume este equipo asumiendo que la densidad del líquido es 1000 kg/m^3, considerando que 1 kg de vapor se obtiene a partir de 1 kg de agua y un factor de seguridad de 10%:

$$Consumo\ de\ agua\ de\ caldera = 1,1\ .\ 774\ \frac{Kg\ vapor}{h}\ .\ \frac{1\ kg\ de\ agua}{1\ Kg\ vapor}.\ \frac{1\ m^3}{1000\ kg\ de\ agua} = 0,85\ \frac{m^3}{h}$$

En la Tabla 11.2.IX se muestran los consumos diarios de agua:

Tabla 11.2.IX. Consumo diario de agua estimado a partir del consumo de los equipos y de los tiempos de funcionamiento de los mismos.

Uso	Consumo agua (m^3/h)	Tiempo de utilización (h/día)	Consumo diario (m^3/día)
Pasteurización	5,98	2,20	13,16
Enfriamiento	0,33	1,33	2,52
Caldera	0,85	8,20	6,97
Agua de lavado	1,40	2,30	3,22
		Total (m^3/día)	25,90

Este valor corresponde al consumo diario, con lo cual, mensualmente se utilizan 648 m^3 de agua. Este valor también se lo multiplica por 0,13 USD/m^3 para obtener el cargo variable del servicio. Luego, se estima el cargo total anual:

$$Cargo\ anual\ de\ agua = (22\ \frac{m^3}{mes}.12\ \frac{meses}{año} + 648\ \frac{m^3}{mes}.10\ \frac{meses}{año}).0,13\ \frac{USD}{m^3} = 877\ USD/año$$

Finalmente, el costo de servicios es la suma de los costos anuales de cada prestación:

$$Costo\ de\ servicios = Costo\ de\ gas\ +\ Costo\ de\ agua + Costo\ de\ energía\ eléctrica$$

$$Costo\ de\ servicios = 2.719\ \frac{USD}{año}$$

F) Costo de mantenimiento

Este componente incluye los costos de materiales y mano de obra destinados al mantenimiento preventivo y a las reparaciones debidas a roturas y desperfectos en el funcionamiento (FAO, 1998). Se estimó como el 1% de la inversión fija ya que se parte de equipos nuevos y, como se dijo anteriormente, la persona encargada del mantenimiento es la misma que supervisa. Por lo tanto:

Costo de mantenimiento= 0,01 . IF

$$Costo\ de\ mantenimiento\ = \$11.004\ \frac{USD}{año}$$

G) Costo de suministros

Estos costos abarcan los materiales que son utilizados sin tener en cuenta aquellos que fueron previamente considerados (materias primas, envases y materiales de reparación). Por ejemplo, en esta categoría ingresan los aceites lubricantes, material para limpieza y elementos de protección personal. Como en el caso anterior, puede estimarse como un porcentaje de la inversión fija, precisamente como el 0,5-1% de IF. Considerando el valor 0,6% se obtuvo:

Costo de suministros= 0,006 . IF

$$Costo\ de\ suministros = 6603\ \frac{\$\ USD}{año}$$

H) Costo de laboratorio

Este rubro incluye los costos de ensayos, operaciones y controles de calidad de las materias primas y producto final. La planta diseñada cuenta con laboratorio y personal de control de calidad propios. En este caso, el costo puede estimarse como un porcentaje del costo de mano de obra, entre el 2 y el 20% específicamente. Puesto que se cuenta con laboratorio propio y con una persona dedicada a calidad, se consideró el 17%:

Finalmente:

$$Costo\ de\ laboratorio = 0,17 \cdot Costo\ de\ mano\ de\ obra$$

$$Costo\ de\ laboratorio = 3179\ \frac{\$\ USD}{año}$$

I) Costo de regalías y patentes

Este costo contempla las licencias que deben pagarse en caso de utilizar tecnología que no sea propia. Como no es el caso en este proyecto, se despreció este componente de los gastos variables.

$$Costo\ de\ regalías\ y\ patentes = 0\ \frac{\$\ USD}{año}$$

11.2.2 Costos fijos (CF)

A) Costos de inversión:

- *Costo de depreciación*

La depreciación de los bienes de producción representa la disminución de su valor a lo largo del tiempo debido a que los bienes en general pierden valor a medida que crece su antigüedad.

$$Costo\ de\ depreciación\ anual = e\ *\ (IF - L)$$

Donde:

- e es el factor de depreciación anual
- IF es la inversión fija
- L es el valor residual al final de la vida útil del bien

En el presente proyecto, se utilizó el método de la línea recta que considera que el valor de un bien decrece linealmente a través del tiempo. En este caso el factor de depreciación anual se calculó con la siguiente expresión:

$$e = \frac{1}{n} = \frac{1}{10\ años}$$

Donde n es la vida útil del proyecto en años (10 años). Reemplazando el factor de depreciación anual, se obtiene:

$$Costo\ de\ depreciación\ anual = \frac{1}{n} * (IF - L)$$

El valor de reventa al final de la vida útil del bien se consideró como el 15% de la inversión fija:

$$L = 0,15\ x\ 1.100.389\ USD = 165.059$$

El factor de depreciación anual se calculó sobre 10 años de vida útil y se estimó el costo de depreciación anual a continuación:

$$Costo\ de\ depreciación\ anual = \frac{1}{10\ años} * (IF - L)$$

$$Costo\ anual\ de\ depreciación = 93.533 \frac{USD}{año}$$

- *Costo de impuestos a la propiedad*

En el presente proyecto se estima este costo como el valor promedio del rango 1- 2 % de la inversión fija realizada, con lo cual:

$$Costo\ impuestos\ a\ la\ propiedad = 0,015\ x\ 1.100.389\ \frac{\$USD}{año}$$

$$Costo\ impuesto\ a\ la\ propiedad = 16.506\ \frac{U}{a}$$

- *Costo de seguros*

Este componente de los costos variables abarca los seguros para incendio, robo, para el personal, para la mercadería, etc. También se estima como un porcentaje de la inversión fija, precisamente como el 0,1- 1 %, en este caso se tuvo en cuenta el valor 0,2% ya que se asume que no hay grandes riesgos. Con lo cual,

$$Costo\ de\ seguros = 2201\ \frac{USD}{año}$$

- *Costo de financiación*

La planta afronta toda la inversión con capitales propios por lo que no posee financiación de ningún tipo.

$$Costo\ de\ financiación = 0 \frac{USD}{año}$$

B) Costo de venta y distribución (CVyD)

El costo por venta y distribución incluye los salarios y gastos generales del sector de ventas (por ejemplo, gastos de transporte). Este costo se estima como un porcentaje (del 1 al 5%) de los ingresos por ventas anuales. Como el consumo de dulce de leche de cabra aún no se encuentra extendido, se consideró el 2,5% debido a que se requieren mayores esfuerzos para que este producto se inyecte en el mercado.

En este rubro en particular se tuvo en cuenta que se venden todos los productos producidos. Teniendo en cuenta las cantidades que se producen de cada producto y los precios unitarios de cada uno de ellos, se calculó el ingreso anual por ventas (Tabla 11.2.X):

Tabla 11.2.X. Precios unitarios para los diferentes envases.

Producto Final	Cantidades producidas por año al 100% de capacidad	Precio de venta en fábrica unitario (Pu) (USD/unidad)	Ingreso anual por ventas (USD/año)
Frasco vidrio 360cc	513.334	1,40	718.668
Pote cartón 0,5 kg	259.488	1,60	415.181

Pote cartón 1 kg	14.256	3,01	42.911
TOTAL	787.078	-	1.176.760

Luego, $CVyD = 0,025\ x\ \ Ingreso\ anual\ por\ ventas$

$$CVyD = 29.419\ \frac{USD}{año}$$

C) Costo de dirección y administración (CDyA)

Los costos administrativos incluyen los salarios del personal administrativo y los gastos generales, tanto de insumos como de servicios de telefonía, internet, energía eléctrica, seguridad, etc.

Este costo se estima como un porcentaje (del 20 al 40%) del costo de mano de obra directa. En este caso se consideró el 20% puesto que se cuenta con una persona encargada de la parte administrativa de la empresa y, como la planta es pequeña y no hay gran cantidad de personal, se asumió que el consumo de los servicios no es elevado. Entonces:

$$CDyA = 0,2\ x\ Costos\ de\ Mano\ de\ Obra$$

$$CDyA = 3740\ \frac{USD}{año}$$

D) Costo de investigación y desarrollo

Este componente abarca aquellos costos necesarios para solventar los salarios del personal dedicado a las tareas de investigación y desarrollo, a los equipos utilizados, entre otros. En este caso, se consideró que, si bien se llevan a cabo trabajos de esta índole, se asumió que no se realizan frecuentemente y que los responsables son el jefe de planta, el encargado del control de calidad y el gerente. Por estas razones, se despreció el costo anual que conlleva la realización de estas actividades.

$$CAIyD = 0\frac{USD}{año}$$

Finalmente, habiendo calculado los costos variables y fijos se realizó el siguiente resumen de costos (Tabla 11.2.XI):

Tabla 11.2.XI. Resumen de costos anuales variables y fijos.

COSTOS VARIABLES	**$USD/año**
Materia prima	295.870
Envases	164.060
Mano de obra directa	18.700
Supervisión	1870
Servicios	2719
Mantenimiento	11.004
Suministros	6603
Laboratorio	3179
Regalías y patentes	0
TOTAL COSTOS VARIABLES (CVT)	504.005
COSTOS FIJOS	
Depreciación	93.533
Impuestos a propiedad	16.506
Seguros	2201
Financiación	0
Ventas y distribución	29.419
Dirección y administración	3740
Investigación y desarrollo	0
TOTAL COSTOS FIJOS (CFT)	145.399
COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN (CPT)	**649.404**

Este valor correspondiente a los costos totales de producción está medido en unidad monetaria por unidad de tiempo. Si se lo divide por la cantidad de unidades producidas en el mismo periodo de tiempo definido, se obtiene el costo unitario de producción (CPu) medido en unidad monetaria por unidad de producto. Puesto que se trabaja con tres envases diferentes, en teoría se obtendría un CPu para cada uno

de ellos (varían tanto los costos totales de producción como las cantidades producidas). Para simplificar el cálculo, se considera un CPu promedio y se asume que los CPu individuales de cada envase no varían significativamente entre sí. Por lo tanto,

$$CPu\ promedio = \frac{649.404\ USD/año}{787.078\ unidades/año} = 0,83\ USD/unidad$$

En las Figuras 11.2.a y 11.2.b se muestra la estructura de los costos variables y fijos respectivamente:

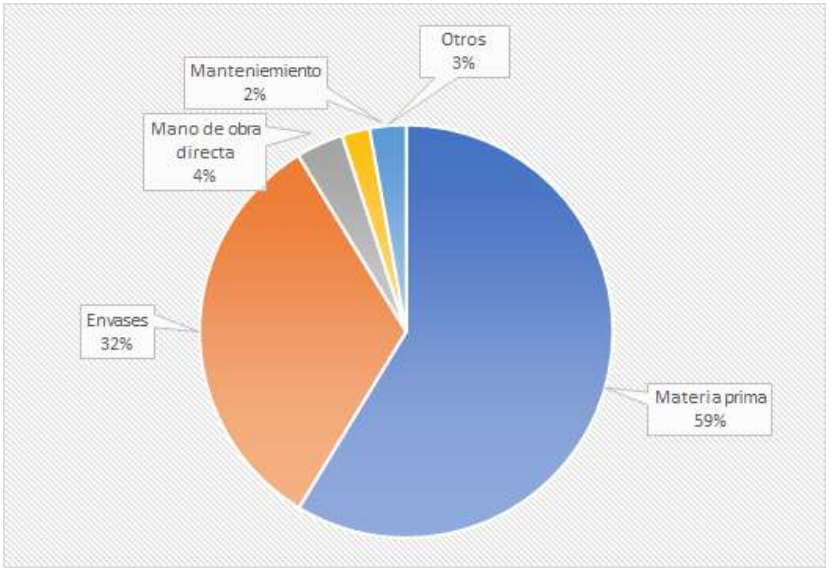


Figura 11.2.a. Estructura de los costos variables totales.

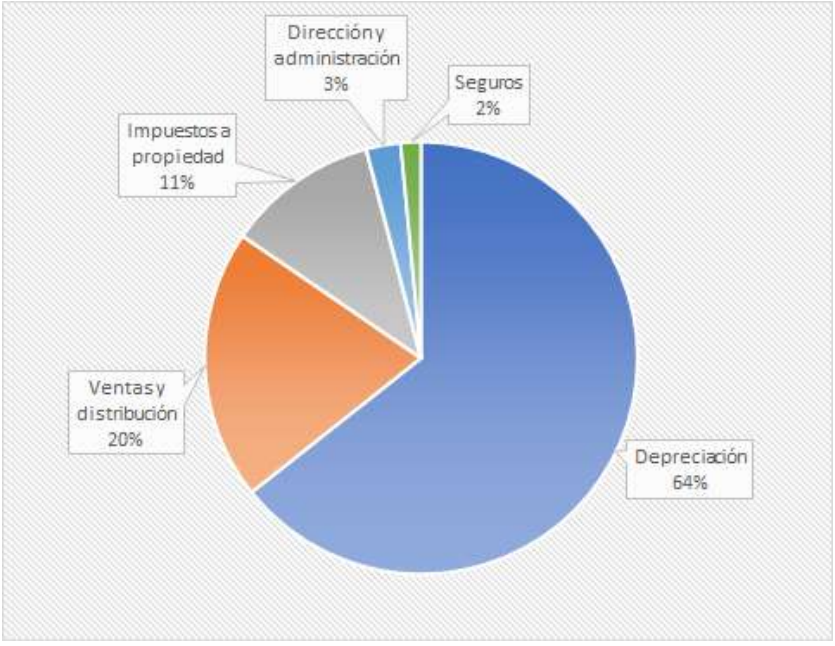


Figura 11.2.b. Estructura de los costos fijos totales.

En la Figura 11.2.a se observa que los costos correspondientes a materia prima y envases son los que tienen mayor peso sobre los costos variables totales con el 59% y el 32% respectivamente. Una forma de disminuir estos costos es buscando otros proveedores para hallar precios más baratos de los insumos sin modificar la calidad de los mismos. En el caso de las materias primas, debe hacerse hincapié sobre el costo de la leche de cabra ya que es el más significativo dentro de este componente. Puesto que su precio estimado corresponde a la venta a granel incluyendo el costo de transporte hasta la planta elaboradora, se podría considerar la incorporación de la producción de leche caprina. Finalmente, se observa que la mano de obra sólo representa un 4% del total, lo cual era esperado debido a que no se requiere una gran cantidad de personal para llevar a cabo la producción.

Respecto al CFT, nuevamente se obtuvo que la mayor parte de los costos están representados por unos pocos componentes, en este caso, por la depreciación (64%), ventas y distribución (20%) e impuestos a la propiedad (11%). Una alternativa viable para aumentar la exactitud del cálculo es ajustar la estimación de la inversión fija. Esto puede realizarse encontrando cotizaciones de equipos directamente de los proveedores, o bien, seleccionando otros. Respecto a la depreciación interna de la empresa, se utilizó el método de línea recta, sin embargo, existen otros métodos que establecen cargas variables a lo largo de la vida útil del proyecto.

En la Figura 11.2.c se muestra el peso de CVT y CFT sobre los costos totales de producción:

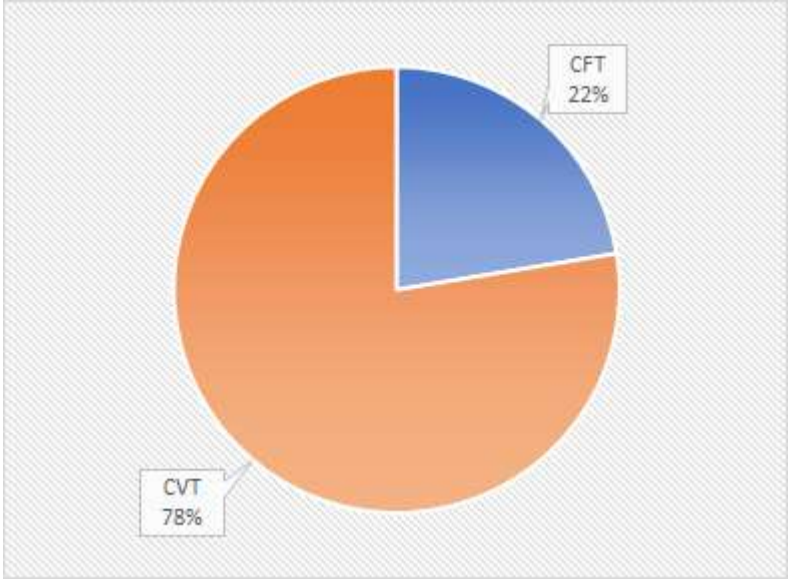


Figura 11.2.c. Peso de los costos fijos y variables sobre los costos totales de producción.

Se observa que los costos variables son los que más influyen sobre los costos totales de producción. Por lo tanto, aquellos componentes con mayor peso sobre los costos variables también son los que más afectan los costos totales (tal como se puede observar en la Figura 11.2.d). Entonces, el costo de las materias primas y el de los envases son los que más influyen (con un 46 y 25% respectivamente), seguidos de la depreciación (14%). Por lo tanto, se puede decir que los esfuerzos para disminuir los costos de producción deben estar enfocados en la reducción de estos componentes.

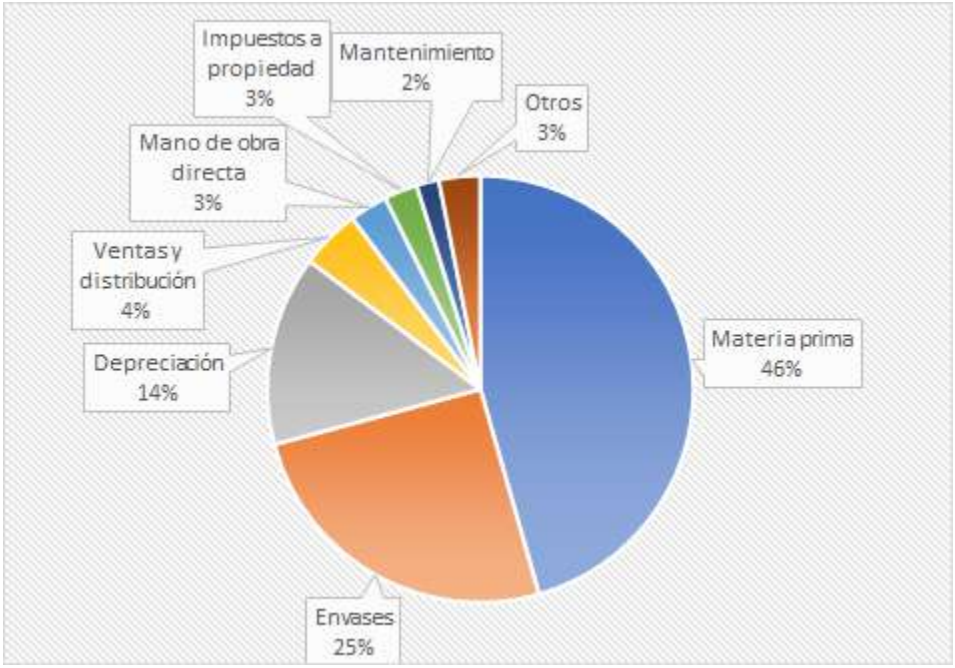


Figura 11.2.d. Estructura de los costos totales de producción.

11.3 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es el número mínimo de unidades que una empresa necesita vender para obtener un beneficio nulo, es decir, cuando los costos totales de producción igualan a los ingresos totales por venta:

$$Ingreso\ por\ ventas = Costos\ totales\ de\ producción$$

$$N_{PE} \cdot P_V = N_{PE} \cdot CV_u + CFT$$

Donde:

- N_{PE} es el número de unidades producidas y vendidas en el punto de equilibrio.
- P_V es el precio de venta unitario en fábrica.
- CVu es el costo variable unitario ($USD/unidad)
- CFT es el costo fijo total ($USD)

Puesto que el precio de venta y el CVu varían en función de cada producto (particularmente el precio de venta), se decidió resolver el problema de forma gráfica. Para ello, se trabajó con los costos totales (CFT, CVT y CPT) y los ingresos totales. Para estimar los ingresos totales se tuvo en cuenta el precio de venta unitario de cada producto (Tabla 11.2.X) y la distribución de la producción según los tamaños de envases (Tabla 11.2.IV). También se asumió que el nivel de actividad afecta por igual a la cantidad producida de cada uno de ellos. Es decir, si la planta opera al 50%, entonces se vende 50% de cada uno de los productos manteniendo la distribución de los tamaños. Por otro lado, los CVT en función del nivel de actividad se calcularon con la siguiente expresión:

$$CVT(x) = x.\frac{504.005\ USD}{100\%}$$

Donde x es el nivel de actividad de la planta expresado como porcentaje. De la suma entre CVT y CFT se obtiene CPT, cuya intersección con los ingresos totales corresponde con el punto de equilibrio (Figura 11.3.a).

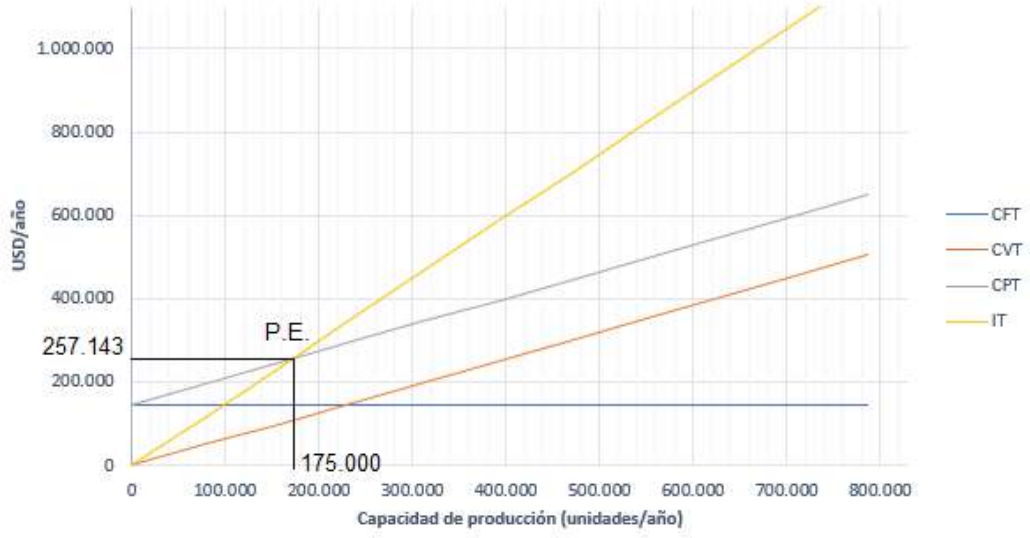


Figura 11.3.a. Punto de equilibrio.

Por lo tanto, se concluye que para alcanzar el punto de equilibrio se deben producir 175.000 unidades por año, lo cual corresponde a un porcentaje de utilización de la planta del 22%. En este punto de operación, los ingresos y los gastos se igualan en 257.143 USD/año.

11.4. ESTUDIO DE RENTABILIDAD

El presente proyecto supone un desembolso económico del cual se espera un rendimiento, una ganancia. El objetivo de evaluar la rentabilidad de un proyecto es medir la eficiencia de la inversión total involucrada y su probable rendimiento durante su vida útil (Carrizo, 2020). En otras palabras, permite determinar la conveniencia o no de emprender el proyecto mediante la relación entre el beneficio y la inversión. Para ello, es importante tener en claro las definiciones de flujo de caja (FC) y los distintos tipos de beneficios (antes de impuestos, bruto y neto).

El beneficio bruto (BB) se define como la diferencia entre el ingreso por ventas (VT) y los costos de producción sin incluir la depreciación (C):

$$BB = VT - C$$

Cuando se consideran los costos de depreciación, entonces se habla de beneficio antes de impuestos (BNAI), el cual está definido de la siguiente manera:

$$BNAI = VT - C - e.I_{F_d} = BB - depreciación\ interna \quad (11.2)$$

Donde “e” es el factor de depreciación interna e “IFd” es la inversión fija depreciable (igual a la diferencia entre IF y L), con lo cual “e.IFd” equivale al costo de depreciación interna.

Sin embargo, este beneficio no tiene en cuenta los impuestos a las ganancias, los cuales tienen una tasa impositiva promedio de 40% (varía en cada país). Hay que tener en consideración que el BNAI utilizado con fines impositivos debe ser calculado con el método de depreciación legal (línea recta en el caso de Argentina). De esta forma, se define el beneficio neto (BN) de la compañía como:

$$BN = VT - C - e.I_{F_d} - t(VT - C - dI_{Fd}) \quad (11.3)$$

Donde “d” es el factor de depreciación legal (con método de línea recta) y t es la tasa impositiva (40% en promedio).

Como en este caso se utiliza el método de línea recta para la depreciación interna, “e” es igual a “d” y la ecuación (11.3) se simplifica a la siguiente forma:

$$BN = (1 - t) * \left(VT - C - d * I_{F_d}\right) \quad (11.4)$$

Por otro lado, el movimiento de dinero hacia o desde la empresa se denomina flujo de caja y se define como la diferencia entre ingresos por ventas y los costos operativos (sin los costos de depreciación), y descontando el pago de impuestos a las ganancias (Carrizo, 2020). En consecuencia, el cálculo del flujo de caja se puede realizar a partir de la Ecuación (11.5).

$$Flujo\ de\ caja = VT - C - t(VT - C - d.I_{Fd}) = BN + d.IF_d \quad (11.5)$$

Es importante resaltar que FC o BN no son una medida de la rentabilidad pero sí se utilizan para determinar si es el proyecto es o no rentable.

11.4.1 Cuadro de fuentes y usos de fondos

El cuadro de fuentes y usos es una herramienta que facilita la evaluación de la rentabilidad de un proyecto al mostrar la fuente del capital que ingresa al proyecto y los usos a los cuales se destina.

Para construir dicha tabla se consideró que el proyecto se realiza con fondos propios, por lo que no existen créditos bancarios. Además, se realizó una proyección de la producción (Tabla 11.4.I) en la cual el nivel de actividad aumenta año tras año hasta alcanzar la capacidad máxima de producción. Esto surge de asumir que se requiere mayor esfuerzo durante los primeros años para introducir el producto en el mercado.

Tabla 11.4.I. Proyección de la producción para los 10 años de vida útil del proyecto.

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Punto de operación (%)	70	80	90	100	100	100	100	100	100	100
Producción total (u/año)	550.955	629.662	708.370	787.078	787.078	787.078	787.078	787.078	787.078	787.078

Por otro lado, se calcularon los costos de producción sin depreciación para cada año (Tabla 11.4.II). Por definición, los costos variables dependen del nivel de actividad de la empresa, por lo que se tuvo que calcular el costo variable total para cada año.

Tabla 11.4.II. Costos de producción sin depreciación de cada año.

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CFT (s/deprec.) (USD/año)	51.866	51.866	51.866	51.866	51.866	51.866	51.866	51.866	51.866	51.866
CVT (USD/año)	352.804	403.204	453.605	504.005	504.005	504.005	504.005	504.005	504.005	504.005
CP s/deprec. (USD/año)	404.670	455.070	505.471	555.871	555.871	555.871	555.871	555.871	555.871	555.871

Posteriormente, se construyó el cuadro de fuentes y usos mostrado en la Tabla 11.4.III El ingreso por ventas se realizó teniendo en cuenta el precio y la cantidad de unidades que se producen para cada tipo de envase. Finalmente, se aclara que al último flujo de caja se le suma IW, el costo del terreno y L, debido al capital que se recupera por la venta de las últimas unidades producidas y por el valor residual (resultando 764.244 USD/año).

Tabla 11.4.III. Cuadro de fuentes y usos de fondos.

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FUENTES										
Capital Propio (IFT + IW) (USD/año)	1.289.628									
Ingreso por ventas (USD/año)	823.731	941.407	1.059.083	1.176.759	1.176.759	1.176.759	1.176.759	1.176.759	1.176.759	1.176.759
Subtotal a (USD/año)	2.113.359	941.407	1.059.083	1.176.759	1.176.759	1.176.759	1.176.759	1.176.759	1.176.759	1.176.759
USOS										
Activo Fijo (IF + terreno) (USD/año)	1.172.389									
Activo de trabajo (IW) (USD/año)	117.239									
Costos Producción Total (CP+depreciación interna) ($USD/año)	498.203	548.603	599.004	649.404	649.404	649.404	649.404	649.404	649.404	649.404
Subtotal b (USD/año)	1.787.831	548.603	599.004	649.404	649.404	649.404	649.404	649.404	649.404	649.404
BNAI (a-b) (USD/año)	325.529	392.804	460.080	527.355	527.355	527.355	527.355	527.355	527.355	527.355
Impuestos (USD/año)	130212	157122	184032	210942	210942	210942	210942	210942	210942	210942
BN (BNAI- impuestos) (USD/año)	195.317	235.683	276.048	316.413	316.413	316.413	316.413	316.413	316.413	316.413
Depreciación oficial (USD/año)	93.533	93.533	93.533	93.533	93.533	93.533	93.533	93.533	93.533	93.533
Flujo de Caja (BN+ Depreciación oficial) (USD/año)	288.850	329.216	369.581	409.946	409.946	409.946	409.946	409.946	409.946	409.946

11.4.2 Métodos de evaluación de la rentabilidad

Para evaluar la rentabilidad de un proyecto es necesario definir una tasa de rentabilidad mínima aceptable (TRMA) y compararla con una tasa de rentabilidad calculada (TRC). Se pueden presentar las siguientes situaciones:

- TRC>TRMA: en este caso el proyecto se acepta
- TRC=TRMA: es indiferente aceptar o rechazar
- TRC<TRMA: el proyecto se rechaza

Los métodos que se utilizan para evaluar la rentabilidad se clasifican en estáticos y dinámicos, dependiendo si tienen en cuenta o no el valor temporal del dinero. En general, para definir si es conveniente o no emprender el proyecto se

utiliza más de un método, uno dinámico y otro estático. En este caso, se utilizó el método del tiempo de repago (estático) y el de la tasa interna de retorno (dinámico).

- *Tiempo de repago (n_R)*

El tiempo de repago se define como el mínimo período de tiempo teórico necesario para recuperar la inversión fija depreciable en forma de flujos de caja del proyecto. Para su determinación, se utilizó el método gráfico puesto que los flujos de caja varían a lo largo de la vida útil del proyecto. Para ello, se representó el flujo de caja acumulado en función de los años (Figura 11.4.a). Se consideró que en el año cero el flujo de caja es igual a la inversión fija depreciable, de forma tal de obtener el tiempo de repago a partir de la lectura directa del gráfico.

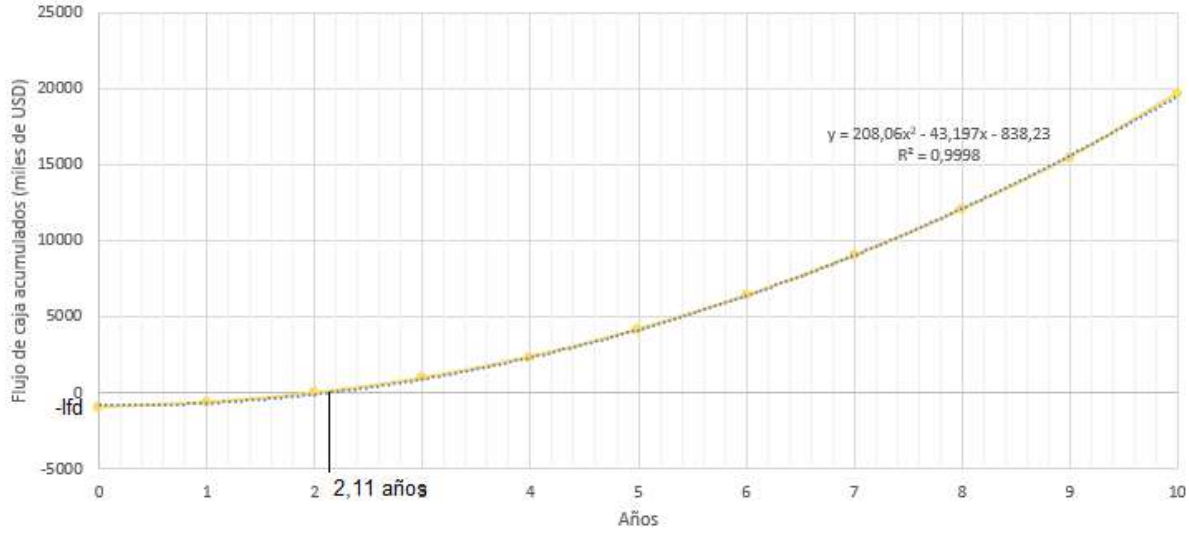


Figura 11.4.a. Flujo de caja acumulados en función de los años del proyecto.

Se obtuvo un tiempo de repago igual a 2,11 años. En este caso, la condición que debe cumplirse es que este tiempo sea menor a la mitad de la vida útil del mismo, el cual es el caso. Sin embargo, como ya se dijo anteriormente, es conveniente aplicar otro método para determinar la rentabilidad del proyecto.

- *Tasa interna de retorno (TIR)*

Este método tiene en cuenta el valor temporal del dinero invertido con el tiempo y está basado en la parte de la inversión que no ha sido recuperada al final de cada año durante la vida útil del proyecto. Se establece la tasa de interés que debe aplicarse anualmente al flujo de caja de manera tal que la inversión original sea reducida a cero durante la vida útil del proyecto:

$$\sum_{J=1}^{n} \frac{FC_j}{(1+TIR)^j} - IT = 0 \quad \text{(11.A)}$$

Donde:

- IT= Inversión en el año 0.
- FCj = Flujo de caja en el año “j”
- TIR= máxima tasa de interés.
- n: vida útil del proyecto (10 años).

Para obtener el valor de la TIR, se resolvió la Ecuación (11.A) con Microsoft Excel, obteniéndose el resultado mostrado en la Tabla 11.4.IV:

Tabla 11.4.IV. TIR obtenida a partir de la inversión total y los flujos de caja correspondientes a cada año.

IT	-1.289.628
FC1	288.850
FC2	329.216
FC3	369.581
FC4	409.946
FC5	409.946
FC6	409.946
FC7	409.946
FC8	409.946
FC9	409.946
FC10 + IW + L + terreno	764.244
TIR	25,97%

Considerando una TRMA igual a 15% por ser un proyecto de riesgo moderado (Happel y Jordan, 1981), se puede decir que la TIR es mayor que la TRMA. Como también se cumple la condición del tiempo de repago, se puede decir que el proyecto es rentable.

A continuación se realiza un análisis de sensibilidad de la TIR y del tiempo de repago frente a variaciones en los ingresos por ventas y en los costos de materia prima (componente con mayor peso en los costos de producción).

11.4.3 Análisis de sensibilidad

Algunos de los factores que más influyen sobre la rentabilidad de un proyecto son el costo de la materia prima, el precio de venta del producto y el precio de los envases. En este caso, se analizó el impacto que tiene el costo de la materia prima

y el ingreso por ventas sobre la rentabilidad. Se dice que es sensible si un cambio porcentual pequeño en alguna de las variables de entrada provoca una variación mayor en la variable de salida.

- *Sensibilidad de la TIR frente a cambios en el ingreso por ventas y en el costo de la materia prima*

Se consideraron variaciones positivas y negativas del 10% en el precio de venta de todos los productos en simultáneo y se asumió que se modifica únicamente el ingreso por ventas. Luego, se calculó la TIR para cada uno de estos casos y se realizó el mismo procedimiento pero solamente modificando el costo de la materia prima. En la Tabla 11.4.V se muestran los resultados obtenidos y en la Figura 11.4.b se representa la variación relativa de la TIR en función de la variación relativa de los parámetros:

Tabla 11.4.V. Variaciones relativas de la TIR frente a variaciones en el ingreso por ventas y en el costo de materia prima.

Variación Pv	Ingreso x ventas (100%)	Var. Relativa ingreso	TIR	Var. Relativa TIR
-10%	1059097	0,90	21,05	0,81
-5%	1117928	0,95	23,53	0,91
0%	1176759	1,00	25,97	1,00
+5%	1235590	1,05	28,38	1,09
+10%	1294421	1,10	30,75	1,18
Variación MP	Costo MP (100%)	Var. Relativa MP	TIR	Var. Relativa TIR
-10%	266283	0,90	27,19	1,05
-5%	281077	0,95	26,58	1,02
0%	295870	1,00	25,97	1,00
+5%	310664	1,05	25,36	0,98
+10%	325457	1,10	24,75	0,95

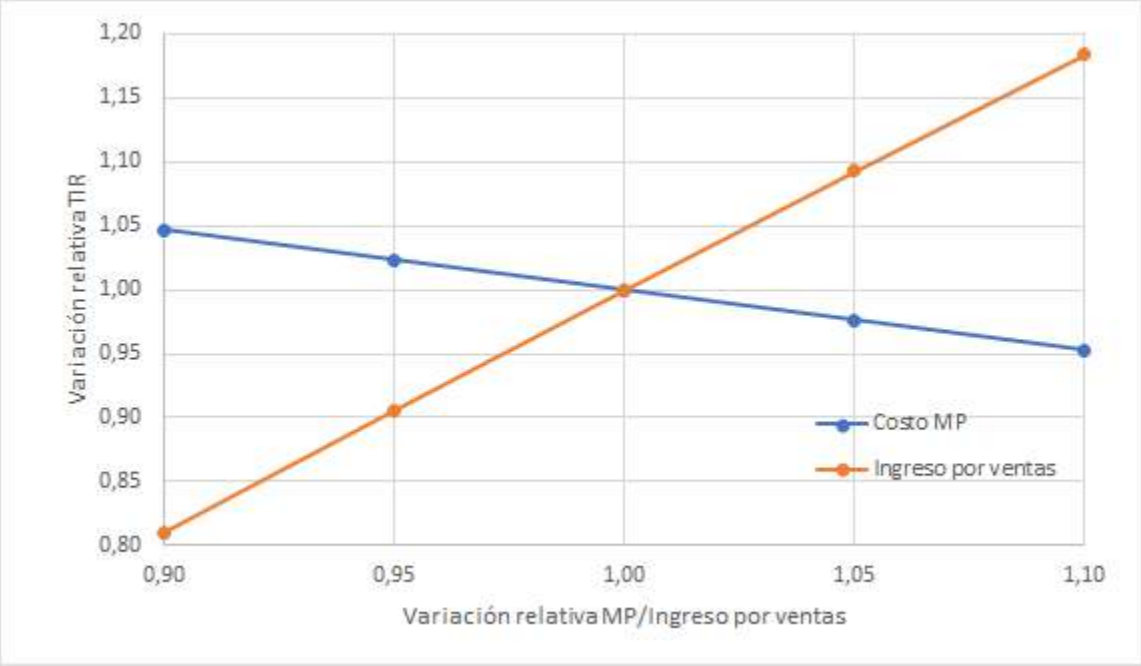


Figura 11.4.b. Variación relativa de TIR en función de la variación relativa de los parámetros

Se puede decir que la TIR es más sensible al ingreso por ventas que al costo de materia prima debido a que la pendiente de la recta es mayor. Aún así, disminuyendo 10% el precio de venta de los productos, la TIR se mantiene por encima de la TRMA. El proyecto es menos sensible a cambios en el costo de la materia prima, de hecho con un aumento del 10% todavía se obtiene TIR>TRMA, lo cual es positivo ya que es el componente de mayor peso sobre los costos de producción.

Por otro lado, tiene sentido que, al aumentar el ingreso por ventas, aumente la TIR porque se aumentan los flujos de caja. Sin embargo, el aumento del precio de venta está limitado por los precios que ofrecen los competidores por los bienes sustitutos. Esto es así debido a que el incremento en el precio de un bien conlleva a un incremento en la demanda del producto sustituto. Tampoco se puede disminuir el precio indeterminadamente en búsqueda de aumentar la demanda (ley de la demanda), pues llega un punto en el cual el proyecto deja de ser rentable.

Por último, se observa que la TIR disminuye a medida que aumenta el costo de materia prima, lo cual era esperado ya que disminuyen los flujos de caja al aumentar los costos de producción.

- *Sensibilidad del tiempo de repago frente a cambios en el ingreso por ventas y en el costo de la materia prima:*

Se realizó el mismo procedimiento que el del caso anterior, pero estudiando la influencia de las variables sobre el tiempo de repago. En la Tabla 11.4.VI se muestran los resultados obtenidos y en la Figura 11.4.c la variación relativa del tiempo de repago en función de las variaciones relativas de los parámetros:

Tabla 11.4.VI. Variaciones relativas del tiempo de repago para distintas variaciones relativas del ingreso por ventas y del costo de la materia prima.

Variación Pv	Ingreso x ventas ($/año) (100%)	Var. Relativa ingreso	nr (años)	Var. Relativa nr
-10%	1.059.097	0,90	2,35	1,11
-5%	1.117.928	0,95	2,22	1,05
0%	1.176.759	1,00	2,11	1,00
+5%	1.235.590	1,05	2,02	0,96
+10%	1.294.421	1,10	1,93	0,91
Variación MP	Costo MP (100%)	Var. Relativa MP	nr (años)	Var. Relativa nr
-10%	266.283	0,90	2,06	0,98
-5%	281.077	0,95	2,09	0,99
0%	295.870	1,00	2,11	1,00
+5%	310.664	1,05	2,14	1,01
+10%	325.457	1,10	2,17	1,03

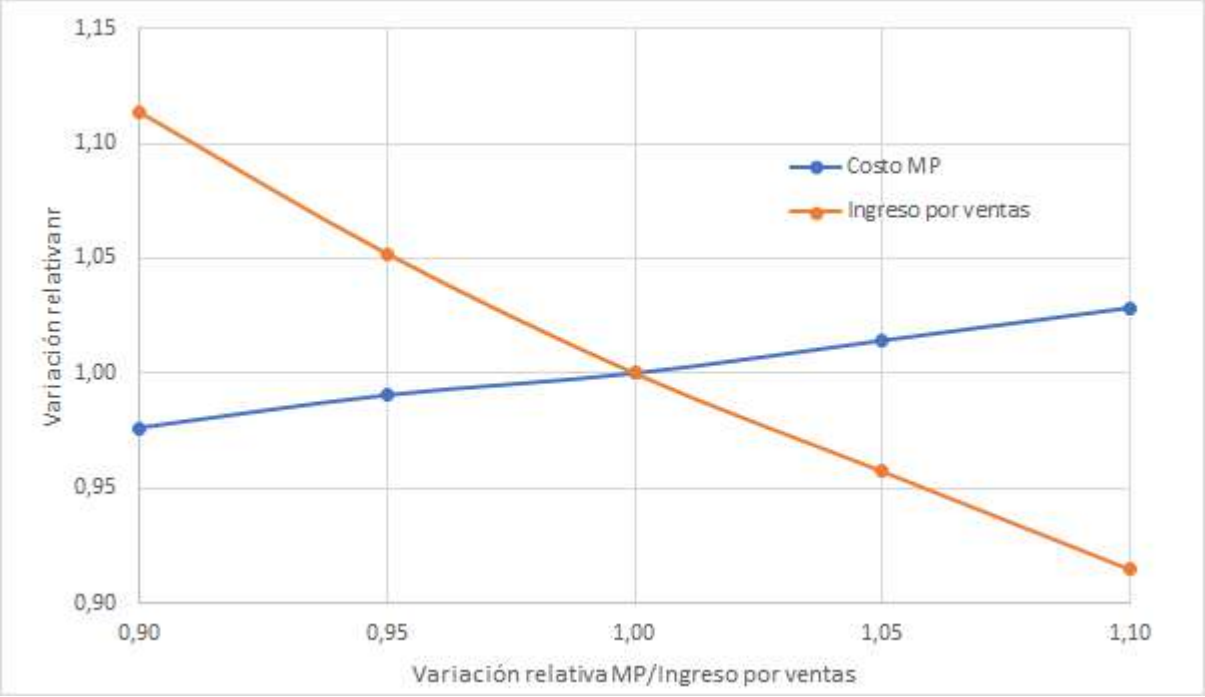


Figura 11.4.c. Variación relativa del tiempo de repago en función de la variación relativa de los parámetros.

Se puede decir que el tiempo de repago es más sensible al ingreso por ventas que al costo de la materia prima debido a que la recta correspondiente posee mayor pendiente. De hecho, se puede afirmar que el tiempo de repago sigue siendo menor a la mitad de la vida útil del proyecto con cambios del 10% en ambas variables.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores obtenidos, se puede decir que el proyecto es más sensible a las variaciones en el ingreso por ventas que las del costo de las materias primas. Como ya se dijo, que las materias primas no influyan significativamente en la rentabilidad del proyecto es positivo ya que corresponden con el componente que posee mayor peso sobre los costos de producción.

11.5. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

A partir de la estructura de los costos se obtuvo que los componentes que tienen mayor peso sobre los costos de producción son la materia prima (46%), envases (25%) y depreciación (14%). Por lo tanto, los esfuerzos para disminuir los costos totales deben enfocarse en estos elementos.

Por otro lado, se evaluó la rentabilidad del proyecto utilizando dos métodos diferentes, uno dinámico (TIR) y otro estático (tiempo de repago). Se obtuvo una TIR

de 25,97% y un tiempo de repago de 2,11 años. Puesto que la TRMA seleccionada es 15% y la mitad de la vida útil es 5 años, se cumplen las dos condiciones necesarias para que el proyecto sea rentable.

Finalmente, se analizó la sensibilidad de la TIR y el tiempo de repago frente a dos variables: el costo de venta del producto y el costo de la materia prima. Resultó que la TIR y el tiempo de repago son más sensibles al ingreso por ventas que al costo de las materias primas. Sin embargo, el proyecto sigue siendo rentable frente a variaciones positivas y negativas del 10% de las variables analizadas.

12. CONCLUSIONES

El presente Proyecto implicó el desarrollo de un análisis técnico-económico, para estudiar la viabilidad de construcción y puesta en marcha de una fábrica elaboradora de dulce de leche de cabra. Este trabajo, realizado en conjunto con una empresa del sector, permitió el fortalecimiento y adquisición de competencias basadas en el análisis y el tratamiento de temas relacionados con la problemática real de una empresa dedicada a la producción de leche de cabra y elaboración de subproductos.

Los resultados del estudio de mercado permiten definir una capacidad de producción de 1500 kg de dulce de leche diarios para el diseño de la planta elaboradora. A partir de este valor se fueron desarrollando la totalidad de las etapas de este estudio que implicó la selección del proceso productivo, el cálculo de los balances de materia y energía, el diseño y selección de equipos y su distribución en planta para su posterior implantación. Para ello se dimensionaron las áreas de producción, almacenamiento y servicios, tanto para la producción como para el personal.

Se desarrollaron los sistemas de gestión de calidad e inocuidad a través del desarrollo de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), los Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización (POES) y el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP).

Se efectuó el análisis de impacto ambiental, proponiendo la disposición final de los efluente sólidos y líquidos, junto con el diseño del tratamiento primario correspondiente.

Por último, se efectuó el análisis económico que implicó el cálculo de la inversión total, los costos de producción y la rentabilidad a partir del cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) y tiempo de repago, indicadores que permitieron concluir que el proyecto es rentable.

Como conclusión final puede decirse que, pese a algunas limitaciones prácticas impuestas por la situación general de pandemia que condicionaron el uso de los laboratorios de la Facultad, se pusieron en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera para la concreción del Proyecto propuesto.

ANEXO I: ENCUESTA Y CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Encuesta sobre el consumo de dulce de leche

Hola, somos estudiantes de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Lo invitamos a responder esta encuesta que le tomará aproximadamente 5 minutos. Al finalizar presione el botón ENVIAR así nos llegan las respuestas. Muchas gracias!

*Obligatorio

1. Edad *

Marca solo un óvalo.

- ◯ Menor a 21 años.
- ◯ Entre 21 y 30 años.
- ◯ Entre 31 y 40 años.
- ◯ Entre 41 y 50 años.
- ◯ Entre 51 y 60 años.
- ◯ Mayor a 61 años.

2. Género *

Marca solo un óvalo.

- ◯ Masculino.
- ◯ Femenino.
- ◯ Otros.

3. Ciudad de Residencia: *

Marca solo un óvalo.

- ◯ Mar del Plata y la zona.
- ◯ Gran Buenos Aires.
- ◯ Capital Federal.
- ◯ Otras zonas.

4. ¿Consume dulce de leche de vaca en pote? *

Marca solo un óvalo.

- ◯ Sí. *Ir a la pregunta 5*
- ◯ No. *Ir a la pregunta 6*

Dulce de leche de vaca.

5. ¿Con qué frecuencia lo consume? Considere que una porción equivale a 1 cuchara de sopa (20 g). *

Marca solo un óvalo.

- ◯ Más de 2 veces a la semana.
- ◯ 3 o 4 veces al mes.
- ◯ 1 o 2 veces al mes.
- ◯ 5 o 6 veces al año.
- ◯ 3 o 4 veces al año.
- ◯ 1 o 2 veces al año.
- ◯ Con menor frecuencia.

Leche de cabra

6. ¿Sabía que la leche de cabra tiene mayor digestibilidad, aporte de vitamina A, aporte de minerales y contenido proteico que la leche de vaca? *

Marca solo un óvalo.

- ◯ Sí.
- ◯ No.

7. ¿Consume leche de cabra? *

Marca solo un óvalo.

- Sí.
- No.

8. ¿Consumiría dulce de leche de cabra en pote? *

Marca solo un óvalo.

- Sí. *Ir a la pregunta 9*
- No.

Dulce de leche de cabra del si consumiría

9. ¿Con qué frecuencia lo consumiría? Considere que una porción equivale a 1 cuchara de sopa (20 g). *

Marca solo un óvalo.

- Más de 2 veces a la semana.
- 3 o 4 veces por mes.
- 1 o 2 veces al mes.
- 5 o 6 veces al año.
- 3 o 4 veces al año.
- 1 o 2 veces al año.
- Con menor frecuencia.

10. ¿Qué tamaño de envase de dulce de leche de cabra prefiere? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- [ ] Pequeño (250 g).
- [ ] Mediano (400-500 g).
- [ ] Grande (1 kg).

11. ¿Qué material para el envase de dulce de leche de cabra prefiere? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- [ ] Cartón.
- [ ] Vidrio.
- [ ] Plástico.

Cálculo del tamaño mínimo de la muestra para que ésta sea representativa de la población:

El tamaño de muestra de una población definida se calculó con la siguiente expresión:

$$n = \frac{Nz^2 p\,(1-p)}{(N-1)e^2 + z^2 p(1-p)}$$

Donde: n es el mínimo tamaño de muestra que se necesita para que sea representativa; N es el tamaño de la población; z es el nivel de confianza; p es la proporción verdadera/esperada y e es el error de muestreo.

Para calcular N se tuvo en cuenta la población de Gran Buenos Aires (GBA), CABA y General Pueyrredón (13.440.000 habitantes)

Con un intervalo de confianza de 95%, z es igual a 1,96. A su vez se consideró 5% como error de muestreo.

Para obtener el valor de p, se tomó una muestra de 180 personas y se obtuvo la proporción de personas que estarían dispuestas a consumir dulce de leche de cabra. Se obtuvo p≃70%.

Reemplazando los valores, se estimó n:

$$n = \frac{Nz^2 p\,(1-p)}{(N-1)e^2 + z^2 p(1-p)} = \frac{13.440.000 hab.\, 1{,}96^2 0{,}7\,(1-0{,}7)}{(13.440.000-1)\,0{,}05^2 + 1{,}96^2 0{,}7(1-0{,}7)} = 326\ habitantes$$

Resultados

Se obtuvieron 987 respuestas, con lo cual puede afirmarse que la muestra es representativa de la población (ya que es mayor que n).

De estas personas, el 9,5% eran menores de 21 años, el 16,5% tenían entre 21 y 30 años, el 14% entre 31 y 40, el 10,3% entre 41 y 50, el 17,3% entre 51 y 60 y el 16,5% eran mayores de 61 años. Se puede decir que más del 50% de los encuestados tenían menos de 40 años.

Por otro lado, más del 70% corresponde al género femenino y más del 80 % vive en la ciudad de Mar del Plata. En cuanto a las otras zonas de residencia, el 2,5% vive en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el 4,7% en el Gran Buenos Aires y el resto (9,2%) en otras zonas.

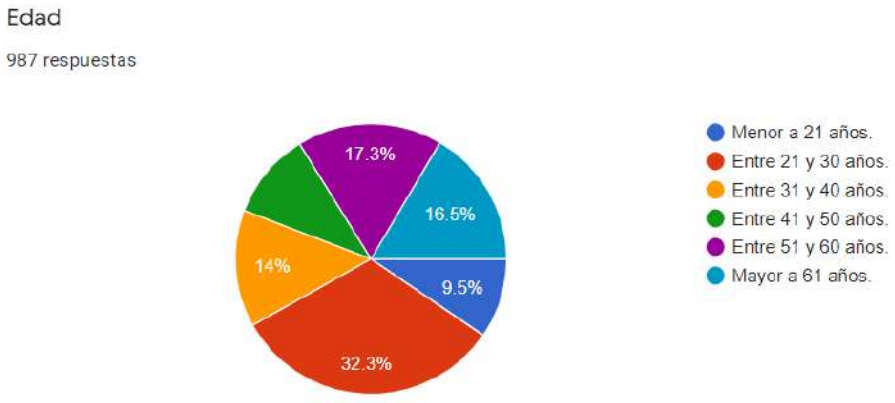
Casi el 90% de los encuestados afirmó que consume dulce de leche de vaca y las tres frecuencias de consumo de 1 porción con mayor cantidad de respuestas

fueron: 1 o 2 veces al mes (29,8%), 3 o 4 veces al mes (26,6%) y más de 2 veces por semana (26,1%). El 17,5% restante consume dulce de leche en pote entre menos de 1 o 2 veces al año y 5 o 6 veces al mes.

Aproximadamente el 80% de los encuestados desconocía sobre las propiedades benéficas del consumo de leche de cabra y solamente el 1,6% confirmó que la consume (~16 personas de 987).

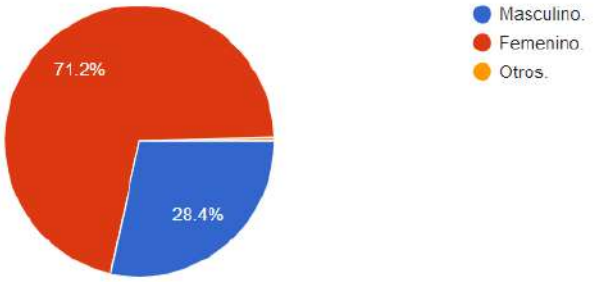
En cuanto al dulce de leche de cabra en pote, aproximadamente el 72% de las personas afirmó que sí lo consumiría y las tres frecuencias de consumo de 1 porción con mayor cantidad de respuestas fueron: 1 o 2 veces al mes (29,6%), 3 o 4 veces al mes (28,3%) y más de 2 veces por semana (21%). El 21,1% restante consumiría entre menos de 1 o 2 veces al año y 5 o 6 veces al mes.

Respecto a la presentación del producto, el 50,4 y el 48,2% prefieren que el tamaño del envase sea mediano y pequeño respectivamente. Por último, el 50,9% prefiere que sea de vidrio, el 31,6% de cartón y el 24,8% de plástico.



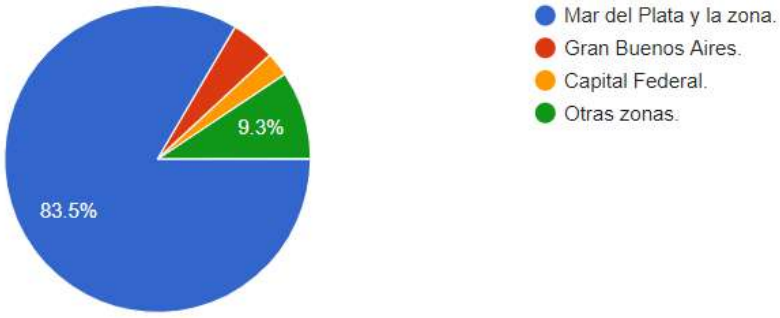
Género

987 respuestas



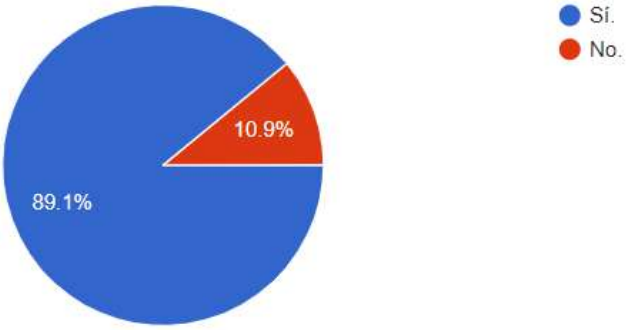
Ciudad de Residencia:

987 respuestas



¿Consume dulce de leche de vaca en pote?

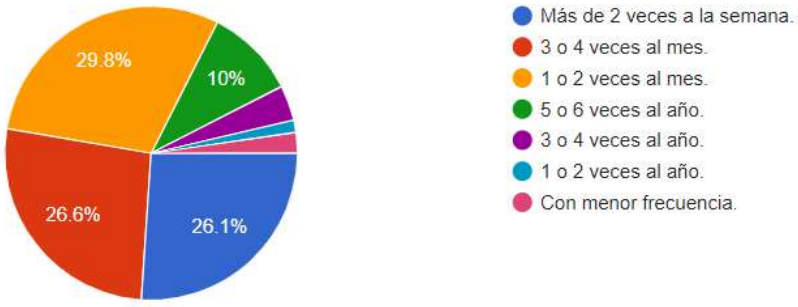
987 respuestas



Dulce de leche de vaca.

¿Con qué frecuencia lo consume? Considere que una porción equivale a 1 cuchara de sopa (20 g).

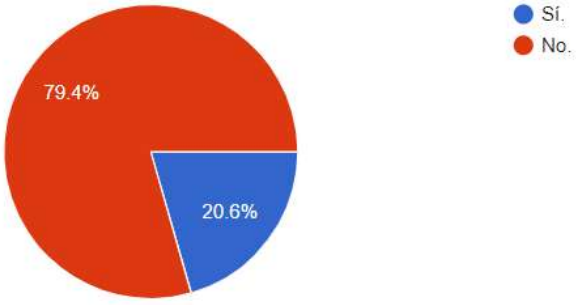
879 respuestas



Leche de cabra

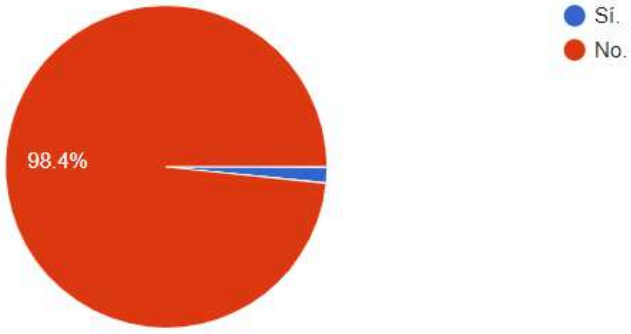
¿Sabía que la leche de cabra tiene mayor digestibilidad, aporte de vitamina A, aporte de minerales y contenido proteico que la leche de vaca?

987 respuestas



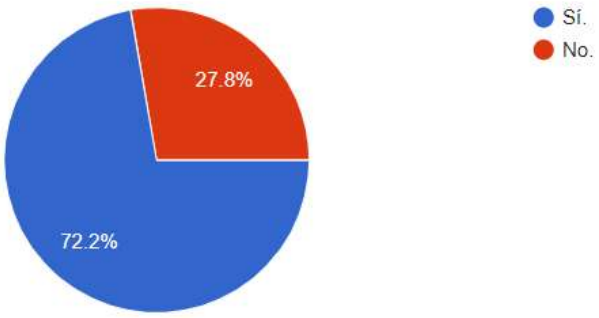
¿Consume leche de cabra?

987 respuestas



¿Consumiría dulce de leche de cabra en pote?

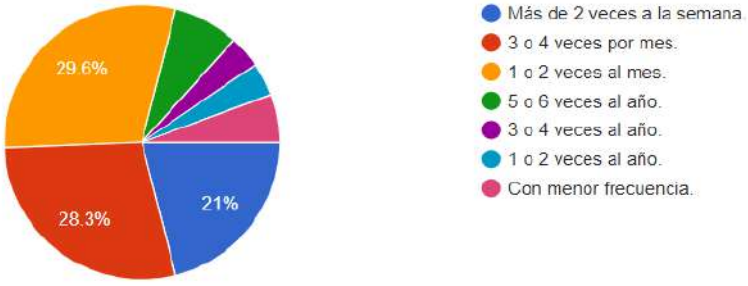
987 respuestas



Dulce de leche de cabra del si consumiría

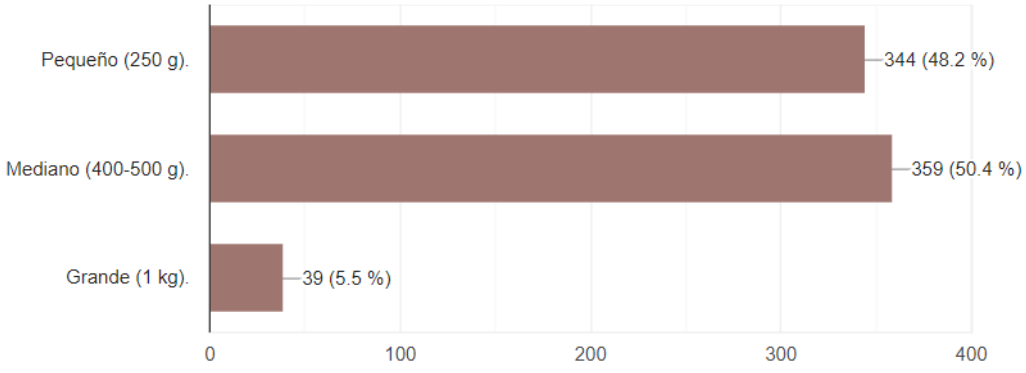
¿Con qué frecuencia lo consumiría? Considere que una porción equivale a 1 cuchara de sopa (20 g).

713 respuestas



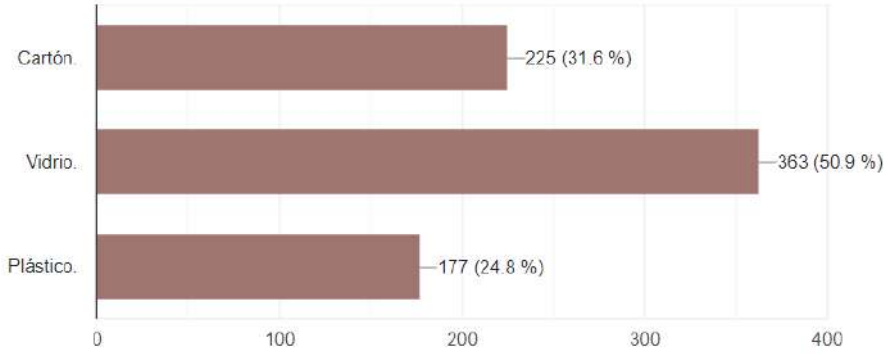
¿Qué tamaño de envase de dulce de leche de cabra prefiere?

713 respuestas



¿Qué material para el envase de dulce de leche de cabra prefiere?

713 respuestas



ANEXO II: PLANILLAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Planilla de aceptabilidad (prueba afectiva)

Nombre:_____ Fecha:_____

Ud. recibirá dos muestras de dulce de leche codificadas con números aleatorios de 3 dígitos. Evalúe las muestras y realice una X en cualquier parte de la escala de acuerdo a su apreciación de aceptabilidad. Puede tomar agua y comer una galleta entre muestras.

¡Muchas gracias!

Apariencia (color, brillo, superficie)



Comentarios:_____

_____

Aroma



Comentarios:_____

_____

Sabor



Comentarios:_____

_____

Textura en boca



Comentarios:_____

_____

Aceptabilidad global



Comentarios:_____

_____

¿Consumiría el producto correspondiente a la muestra 688? (Redondear la respuesta)

SÍ NO

¿Consumiría el producto correspondiente a la muestra 321? (Redondear la respuesta)

SÍ NO

Planilla de análisis descriptivo

Nombre:_____ Fecha:_____

Ud. recibirá dos muestras de dulce de leche codificadas con números aleatorios de 3 dígitos. Evalúe las muestras y realice una X en las escalas adjuntas teniendo en cuenta las referencias indicadas sobre las mismas. Puede tomar agua y comer una galleta entre muestras.

¡Muchas gracias!

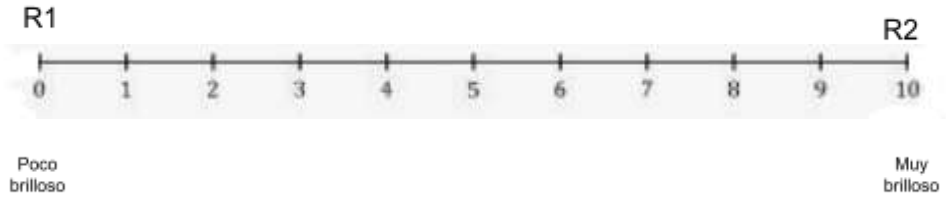
Color



Comentarios:_____

_____

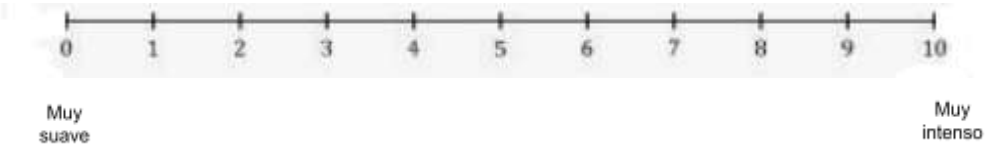
Brillo



Comentarios:_____

_____

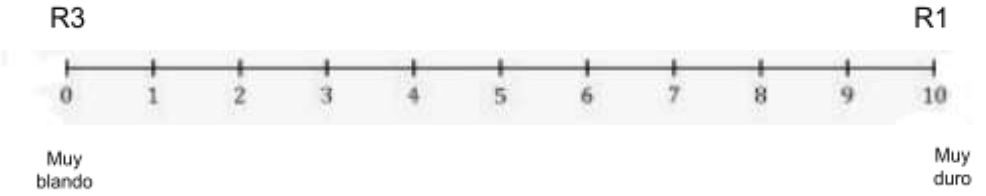
Intensidad de aroma



Comentarios:_____

_____

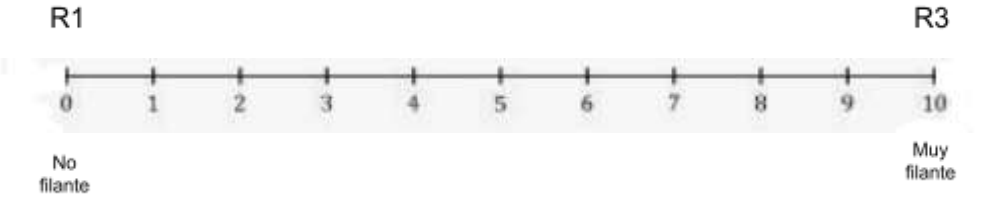
Dureza: se define la dureza como la fuerza que se necesita para sumergir en forma completa la cara convexa de una cucharita en el dulce.



Comentarios:_____

_____

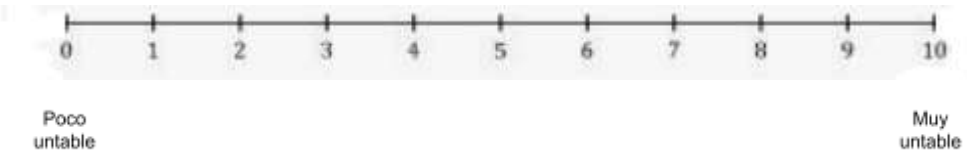
Filante: capacidad de formación de hilos que tiene un dulce. Sumerja en forma completa la cara convexa de una cucharita, levántela y observe el grado de formación del hilo.



Comentarios:_____

_____

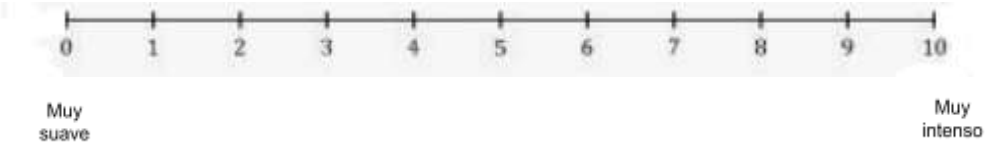
Untabilidad: esfuerzo requerido para untar el dulce de leche sobre una galleta con la cara convexa de una cucharita.



Comentarios:_____

_____

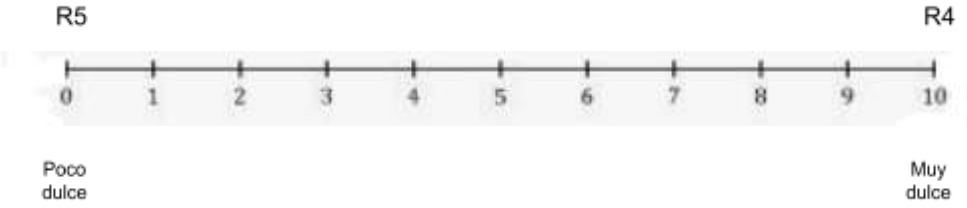
Intensidad del sabor



Comentarios:_____

_____

Sabor dulce



Comentarios:_____

_____

R_5: vaso de leche con una cucharadita de azúcar.

Sabor caramelo



Comentarios:_____

_____

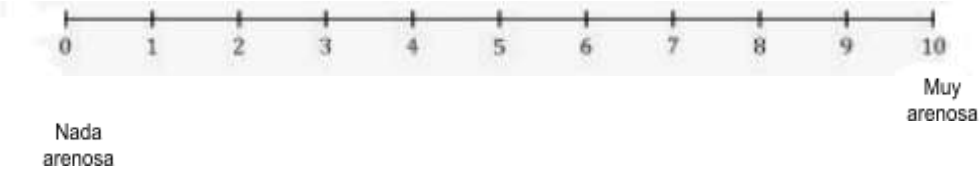
¿La muestra 688 presenta grumos? (Redondear la respuesta correcta)

SÍ NO

¿La muestra 321 presenta grumos? (Redondear la respuesta correcta)

SÍ NO

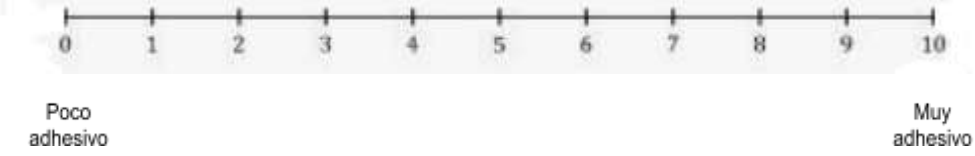
Arenosidad: presencia de pequeños gránulos dispersos uniformemente en la muestra.



Comentarios:_____

_____

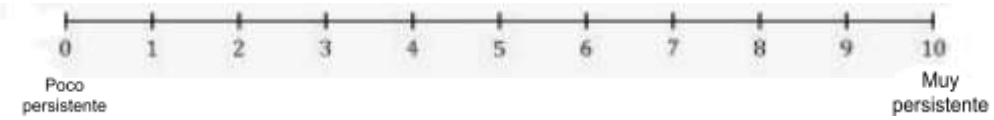
Adhesividad: Adhesión del producto al paladar cuando es presionado contra el mismo por la lengua.



Comentarios:_____

_____

Regusto: persistencia de sabor luego de haber degustado la muestra.



Comentarios:_____

_____

ANEXO III: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES

Las celdas en blanco son valores que no se utilizaron para el análisis de resultados. La muestra 321 corresponde con el dulce de leche de cabra y la 688 con el dulce de leche de vaca.

- *Prueba descriptiva:*

DESCRIPTIVA MUESTRA 321													
	COLOR	BRILLO	INTENSIDAD DE AROMA	DUREZA	FILANTE	UNTABILIDAD	INTENSIDAD DEL SABOR	SABOR DULCE	SABOR CARAMELO	ARENOSIDAD	ADHESIVIDAD	REGUSTO	GRUMOS?
1	2,5	6	3	6	5	8	6	7	8	1	8	5	NO
2	3,5	8,5	4	5,5	10	9,5	6	8	6	0	6	6	NO
3	3,5	7	3	2	6	6	3	4	4	3	6	7	NO
4	8	4	1	8	5	4	2	2	1	1	1	1	NO
5	2,5	1	3	6	1	6	5	4	7	1	7	2	NO
6	3	3	5	4	3	3	1	7	8	3	9	5	NO
7	1	1	0	5	4	5	2	9	4	5	8	9	NO
8	4	7	8	5	5	10	8	8	8	4	3	7	NO
9	7	7	7	4	6	10	6	7	7	0	2	1	NO
10	6	3	3	4	8	10	1	7	3	0	6	7	NO
11	3	7	3	8	10	10	9	9	7	1	9	8	NO
12	2	2	1	5	10	7	7	9	7	3	10	4	NO
13	4	8	5	2	6	6	4	7	6	2	7	8	NO
14	5,3	9,8	2,8	1,4	8,5	6,5	7,3	5,2	8,2	5,2	5,2	3,5	NO
15	4,5	8	0,5	1	3	10	3	2	5	0	0	3	NO
16	5	10	5	5	6	8	6	7	5	6	8	7	NO

DESCRIPTIVA MUESTRA 688													
	COLOR	BRILLO	INTENSIDAD DE AROMA	DUREZA	FILANTE	UNTABILIDAD	INTENSIDAD DEL SABOR	SABOR DULCE	SABOR CARAMELO	ARENOSIDAD	ADHESIVIDAD	REGUSTO	¿Grumos?
1	4	6	5	5	5	8	7	7	8	1	8	6	NO
2	4	8	6	3	10	9	3	7	5	3	5	9	NO
3	4	10	2	4	8	8	3	5	5	2	5	4	NO
4	7	8	2	5	7	2	4	7	2	9	6	8	NO
5	7	9	7	7	6	1	4	7	3	2	5	7	NO
6	4	6	1	2	7	6	3	5	5	6	6	6	NO
7	2	8	1	3	3	9	7	7	0	7	2	10	NO
8	5	8	7	5	5	10	7	7	7	4	3	6	NO
9	7,5	8	7	7	7	10	5	8	6	3	3	2	NO
10	7	4	4	4	7	10	3	5	5	7	4	6	NO
11	5	9	5	1	10	10	7	7	2	5	9	4	SI
12	5	3	2	5	10	10	5	8	5	2	10	2	NO
13	5	6	3	3	8	7	7	5	3	5	7	7	NO
14	7,5	8,7	4,8	0,5	7,3	7	7,2	6,5	5,2	1	2,4	7,1	NO
15	7	8	3	1	3	10	3	6	7	0	1	7	SI
16	5	10	8	4	5	5	9	5	7	0	6	6	NO

- *Prueba afectiva:*

MUESTRA 321						
	APARIENCIA	AROMA	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD GLOBAL	¿CONSUMIRÍA EL PRODUCTO?
1	6,5	-	6,5	7	7	SI
2	7	6	6,5	8	7	SI
3	7	7	6	7	6	SI
4	8	5	6	8	6	SI
5	2	7	7	7	7	SI
6	8	7	8	5	8	SI
7	8	8	7	8	7	SI
8	7	8	8	8	8	SI
9	9	9	9	9	9	SI
10	7	7	7	8	7	NO
11	6	7	8	8	8	SI
12	6	8	8	7	7	SI
13	9	8	8	8	8	SI
14	8	5	7	8	8	SI
15	5	5	8	7	7	SI
16	6,7	6	6,8	5	6,9	SI
17	7,3	7	7	7	8	SI

MUESTRA 688						
	APARIENCIA	AROMA	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD GLOBAL	¿CONSUMIRÍA EL PRODUCTO?
1	7	7	6,5	7	7	SI
2	7	8	6	4	4	NO
3	6	7	7	6	6	SI
4	6	7	7	7	7	SI
5	6	6	6	5	5	NO
6	6	7	5	6	6	NO
7	7	7	7	8	7	SI
8	8	7	7	8	7	SI
9	8	9	7	6	7	NO
10	7	7	8	4	7	NO
11	6	7	7	7	7	SI
12	7	5	3	3	3	NO
13	7	6	7	7	7	SI
14	7	5	6	8	8	SI
15	5	5	7	8	7	SI
16	8	8	8	5	8	SI
17	8	8	7,6	6,5	8	SI

ANEXO IV: ECUACIONES DE CHOI Y OKOS (1986)

Ecuaciones para estimar el calor específico (Cp), la conductividad térmica (k) y la densidad (ρ) de los alimentos teniendo en cuenta los principales componentes de los mismos:

Componente	*Función de la temperatura*
Carbohidratos	$cp = 1.5488 + 1.9625\ x\ 10^{-3}T - 5.9399\ x\ 10^{-6}T^2$
Fibra	$cp = 1.8459 + 1.8306\ x\ 10^{-3}T - 4.6509\ x\ 10^{-6}T^2$
Proteina	$cp = 2.0082 + 1.2089\ x\ 10^{-3}T - 1.3129\ x\ 10^{-6}T^2$
Grasa	$cp = 1.9842 + 1.4733\ x\ 10^{-3}T - 4.8008\ x\ 10^{-6}T^2$
Ceniza	$cp = 1.0926 + 1.8896\ x\ 10^{-3}T - 3.6817\ x\ 10^{-6}T^2$
Agua Líquida	$cp = 4.1762 - 9.0854\ x\ 10^{-5}T + 5.4731\ x\ 10^{-6}T^2$

Componente	*Función de la temperatura*
Carbohidratos	$k = 0.20141 + 1.3874\ x\ 10^{-3}T - 4.3312\ x\ 10^{-6}T^2$
Fibra	$k = 0.18331 + 1.2497\ x\ 10^{-3}T - 3.1683\ x\ 10^{-6}T^2$
Proteina	$k = 0.17881 + 1.1958\ x\ 10^{-3}T - 2.7178\ x\ 10^{-6}T^2$
Grasa	$k = 0.18071 - 2.7064\ x\ 10^{-3}T - 1.7749\ x\ 10^{-7}T^2$
Ceniza	$k = 0.32962 + 1.4011\ x\ 10^{-3}T - 2.9069\ x\ 10^{-6}T^2$
Agua Líquida	$k = 0.57109 + 1.7625\ x\ 10^{-3}T - 6.7063\ x\ 10^{-6}T^2$
Hielo	$k = 2.2196 - 6.2459\ x\ 10^{-3}T + 1.0154\ x\ 10^{-4}T^2$

Componente	*Función de la temperatura*
Carbohidratos	$\rho = 1599.1 - 0.3105T$
Fibra	$\rho = 1311.5 - 0.3659T$
Proteina	$\rho = 1330.0 - 0.518T$
Grasa	$\rho = 925.6 - 0.4176T$
Ceniza	$\rho = 2423.8 - 0.2806T$
Agua Líquida	$\rho = 997.2 + 3.1439\ x\ 10^{-3}T - 3.7574\ x\ 10^{-3}T^2$
Hielo	$\rho = 916.89 - 0.13071T$

ANEXO V: DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE PLACAS

El objetivo del diseño es determinar el área de transferencia, las temperaturas de salida de las corrientes y el número de placas necesarias. Para ello se utilizó un método iterativo con el cual se supone un coeficiente global de transferencia de calor (U) y luego se lo compara con el calculado. A continuación se describen los pasos realizados:

1) *Datos de temperatura y flujos y del calor transferido (Q):*

- Temperatura de entrada del producto (Te)= 4°C
- Temperatura de salida del producto (Ts)= 71,8 °C
- Temperatura de entrada del servicio (te): como se dijo anteriormente, las proteínas de la leche coagulan y se incrustan en las paredes calientes. Por lo tanto, para la pasteurización del producto se recomienda utilizar agua caliente a 2-10°C por encima de la temperatura de pasteurización, con lo cual, se plantea igual a 79,8°C. Cabe aclarar que a mayor temperatura de servicio mayor es la velocidad de transferencia de calor (ya que la fuerza impulsora aumenta), lo que resulta en un equipo más pequeño.
- Temperatura de salida de servicio (ts)= 64 °C. Este valor es asumido y posteriormente debe verificarse.
- Flujo másico de leche (mf)= 0,42 kg/s (equivalente a 1500 L/h)
- Flujo másico de agua (mw): se calcula al asumir que la energía que absorbe la leche es la que liberó el agua al enfriarse:

$$Q\ leche\ = Q\ agua$$

$$mf\ Cp\ f\ (Ts\ -\ Te)\ =\ mw\ Cp\ w\ (te\ -\ ts) \rightarrow mw\ =\ 1,66\ kg/s$$

- Temperatura media del producto (Tm)= $\frac{Te+Ts}{2} = 37,9°C$
- Temperatura media del agua de servicio (tm)= $\frac{te+ts}{2} = 71,9°C$
- Temperatura de pared (Tw)= $63\ °C$. Este valor es una aproximación para luego poder aplicar las correlaciones correspondientes para la estimación de los coeficientes peliculares de transferencia de calor, por lo tanto, luego debe verificarse.
- Q=110 kW (a partir de balances de energía)

2) *Propiedades de los fluidos:*

Las propiedades termofísicas de la leche se estimaron a partir de las ecuaciones de Choi y Okos (1986) a la Tm, mientras que las correspondientes al agua se obtuvieron a partir de bibliografía a la tm.

- Calor específico de la leche (Cp f)= 3,86 kJ/kg °C
- Calor específico del agua (Cp w)= 4,18 kJ/kg °C
- Conductividad de la leche (kf)= 5,3x10^{-4} kW/m °C
- Conductividad del agua (kw)= 6,6x10^{-4} kW/m °C
- Viscosidad de la leche (μf): en este caso se utilizó una ecuación general que relaciona la viscosidad de la leche con la temperatura (T) y el contenido de sólidos de la leche (S) (Alvarado, 1996):

  $log\ (\mu f) = Ao + A1.T + A2.T^2 + (Bo + B1.T + B2.T^2).S + (Co + C1.T + C2.T^2).S^2$

  Donde: A_0= 0,249; A_1= - 0,013; A_2= 5,2x10^{-5}; B_0= 0,02549; B_1= - 9,8x10^{-5}; B_2= 4x10^{-7}; C_0= 5,43x10^{-4}; C_1= - 1,39x10^{-5}; C_2= 1,17x10^{-7}. Con un contenido de sólidos de 13,9 % (Sección 7.1) y a la temperatura de Tm, se obtiene μf=0,68 cp, equivalente a 6,8x10^{-4} kg/m s.
- Viscosidad del agua (μw)= 4,47x10 $^{-4}$ kg/m s

3) *Estimación de la temperatura media logarítmica (MLDT) considerando flujo en contracorriente:*

$$MLDT = \frac{(te-Ts)-(ts-Te)}{ln(\frac{te-Ts}{ts-Te})} = 25,8\ °C$$

4) *Cálculo del área de transferencia de calor requerida (At):*

$$At = \frac{Q}{Ud\ MLDT}$$

Como se observa, debe suponerse un valor del coeficiente global de transferencia de calor (Ud) como valor semilla para las iteraciones, se plantea Ud=1,6 kW/m^2 °C. Con este valor y con los hallados anteriormente, se obtiene At=2,7 m^2.

5) *Cálculo del número de placas necesarias (Np):*

En la tabla 5.1 se muestran las características de la placa seleccionada:

Tabla 5.1. Características de las placas del intercambiador de calor.

Característica	
Altura (L) (m)	0,70
Ancho (ap) (m)	0,30
Espesor (Sp) (m)	0,0005
Separación entre placas (Ep) (m)	0,005
Ángulo de corrugación (β)	30°
Material	Acero inoxidable 316

El área de transferencia de calor de una placa (Ap) puede estimarse de diferentes formas, en este caso se consideró que es igual al área proyectada de la misma. Por lo tanto, Ap=altura x ancho= 0,21 m^2. Por último, para determinar la cantidad de placas necesarias, se realizó el cociente entre el área total de transferencia de calor (At) y el área de transferencia de una única placa (Ap), con lo cual, Np=13 (debe ser impar). Si a este valor se le suma una unidad, se obtiene el número de canales totales (14). A su vez, para sostener y confinar todos los canales de flujos, se le añaden dos placas de cierre que se colocan en los extremos del equipo, con lo cual, se necesitan 15 placas en total.

6) *Cálculo del número de canales (Nc) para cada fluido:*

Como se dijo anteriormente, el equipo cuenta con 14 canales en total, por los cuales circulan fluido caliente y frío de manera alterna. Por esta razón, el número de canales para cada líquido se calcula como el cociente entre el número de canales totales por la cantidad de fluidos:

$$Nc = \frac{14\ canales}{2\ fluidos} = 7\frac{canales}{fluido}$$

7) *Cálculo del área de flujo total (Af) para los dos fluidos:*

$$Af = ap.Ep.Nc = 0,3\ m.\ 0,005m.\ 7 = 0,011\ m^2$$

8) *Cálculo del diámetro hidráulico equivalente (De):*

$$De = \frac{4\ área\ de\ flujo}{perímetro\ de\ transferencia\ de\ calor} = \frac{4\ ap\ Ep}{2\ ap} = 2\ Ep = 0,01\ m$$

9) *Cálculo de los flujos másicos de proceso y servicio (Gf y Gw, respectivamente):*

$$Gf = \frac{mf}{Af} = \frac{0{,}42\ kg/s}{0{,}006\ m^2} = 38{,}2\ \frac{kg}{m^2 s}$$

$$Gw = \frac{mw}{Af} = \frac{1{,}77\ kg/s}{0{,}006\ m^2} = 151{,}3\ \frac{kg}{m^2 s}$$

10) *Cálculo del número de Reynolds y del Prandtl para ambos fluidos:*

$$Ref = \frac{De\ Gf}{\mu f} = 563 \qquad Prf = \frac{Cpf.\mu f}{kf} = 4{,}94$$

$$Rew = \frac{De\ Gw}{\mu w} = 3840 \qquad Prw = \frac{Cpw.\mu w}{kw} = 2{,}5$$

11) *Estimación de los coeficientes peliculares de transferencia de calor (hf y hw):*

Para estimar los coeficientes de transferencia de calor se utilizó la correlación de Kumar (1984):

$$Nu = \frac{h\ De}{k} = C1\,.\,Re^{m}.Pr^{1/3}.\left(\frac{\mu}{\mu w}\right)^{0{,}17}$$

Donde μw es la viscosidad del fluido a la temperatura de la pared (Tw) y el resto de las propiedades termodinámicas corresponden con las halladas en el paso 2. Las constantes C1 y m se muestran en la tabla 5.2:

Tabla 5.2. Constantes de la correlación de Kumar en función del ángulo de corrugación (β) y del número de Re (Touceda, 2007).

β	Re	C_1	m
≤ **30**	≤ 10	0.718	0.349
	> 10	0.348	0.663
45	< 10	0.718	0.349
	10-100	0.400	0.598
	> 100	0.300	0.663
50	< 20	0.630	0.333
	20 - 300	0.291	0.591
	> 300	0.130	0.732
60	< 20	0.562	0.326
	20 - 400	0.306	0.529
	> 400	0.108	0.703

Luego,

$$Nuf = 42{,}7 \qquad hf = 2{,}26\ kW/m^2\,°C$$

$$Nu\,w = 109{,}9 \qquad hw = 7{,}25\ kW/m^2\,°C$$

12) Cálculo del coeficiente global de diseño (Uc):

$$Uc = \frac{1}{\frac{1}{hf} + \frac{Sp}{kac} + \frac{1}{hw}}$$

Donde kac es la conductividad térmica del acero inoxidable 316 (0,013 kW/m °C). Reemplazando los valores, se obtuvo Uc= 1,62 kW/m^2 °C.

13) Cálculo del coeficiente global real (Ud):

$$\frac{1}{Ud} = \frac{1}{Uc} + Rd$$

Donde Rd es la resistencia de ensuciamiento y se consideró igual a 8,6x10^{-3} m^2 °C/kW (Laval, 1969). Con este dato se obtuvo un Ud igual a 1,6 kW/m^2 °C.

Para determinar si la iteración debe pararse, se compara el Ud calculado con el estimado en el paso 4, y se debe cumplir la siguiente igualdad:

$$\frac{Ud\ asumido}{Ud\ calculado} = 0,995 - 1,05$$

En este caso se cumple, pero si fuese de otra forma, se utiliza el Ud calculado como valor semilla en la siguiente iteración y se deben realizar de nuevo los cálculos.

14) *Verificación de la temperatura de pared (Tw):*

Para realizar esta verificación se plantea el siguiente balance:

$$hf\ (Tw - Tm) = Ud\ (tm - Tm)$$

$$Tw = 63\ °C$$

Puesto que no hay diferencia con la Tw asumida anteriormente, se finaliza la segunda parte de la iteración. En la tabla 5.3 se resumen los resultados obtenidos de esta segunda parte de la iteración:

Tabla 5.3. Resultados obtenidos tras terminar las iteraciones.

Parámetro	
Np	13
Nc	7

hf (kW/m² °C)	2,26
hw (kW/m² °C)	7,25
Uc (kW/m² °C)	1,62
Ud (kW/m² °C)	1,60
Ud asum/Ud calculado	1,003

15) Estimación del número de unidades de transferencia (NTU) y efectividad (E):

El número de unidades de transferencia es una medida del tamaño del equipo debido a que es directamente proporcional al área total de transferencia de calor. Se estima con la siguiente ecuación:

$$NTU = \frac{Uc.At}{(m.Cp)\ mín}$$

El $(m.Cp)_{mín}$ corresponde con la razón de capacidad calorífica mínima y puede ser de cualquiera de los dos fluidos. En este caso, le concierne al fluido frío con 1,62 kW/°C, por lo tanto, el NTU resulta igual a 2,7.

Por otro lado, puesto que el fluido frío posee la menor capacidad, la efectividad puede estimarse a partir de la siguiente expresión:

$$E = \frac{1-e^{-NTU\ (1-c)}}{1-c.e^{-NTU\ (1-c)}}$$

Donde c es la relación entre $(m.Cp)_{mín}$ y $(m.Cp)_{máx}$ (este último corresponde con el fluido caliente y es igual a 6,9 kW/°C). Reemplazando los datos en la ecuación anterior se obtiene una efectividad de 90%. En la figura 5.1 se representa la efectividad en función del NTU. Se observa que a valores elevados el aumento de la efectividad se aplana y, por lo tanto, no se justifica seguir agrandando el equipo. Por esta razón, se asume que 2,7 NTU es adecuado y no es necesario aumentar la efectividad.

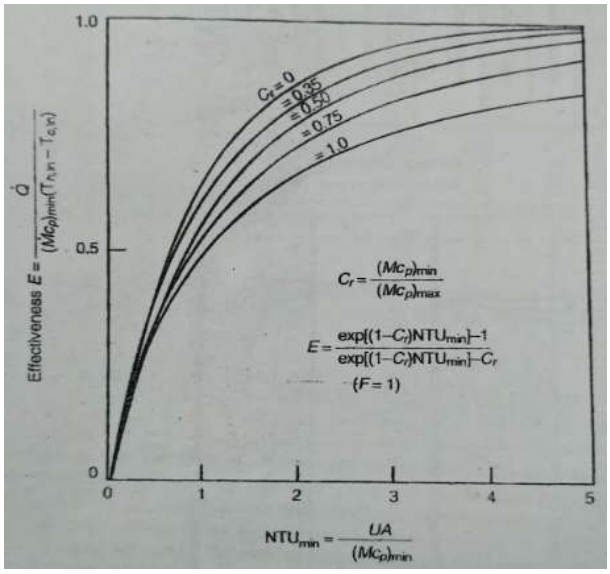


Figura 5.1. Efectividad en función del NTU (Hewitt et al., 1994).

16) Cálculo del número de pasos para ambos fluidos:

$$N\ pasos, f\ = \frac{NTU.mf.Cpf}{2\ Ap\ Uc\ Nc} = 0,93\ \approx\ 1\ paso$$

$$N\ pasos, w\ = \frac{NTU.mw.Cpw}{2\ Ap\ Uc\ Nc} = 3,98\ \simeq\ 4\ pasos$$

17) Verificación del cumplimiento del balance de energía:

Para la verificación se calcula el calor intercambiado con el área de transferencia total estimada y se la compara con el requerido:

$$Ud.At.MLDT\ =\ 111\ kW$$

Se puede decir que el equipo diseñado satisface los requerimientos energéticos establecidos.

ANEXO VI: DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE TUBOS Y CORAZA

El objetivo del diseño del intercambiador es determinar el área de transferencia de calor, las temperaturas de entrada y salida de las corrientes, el caudal de vapor requerido y el número de tubos necesarios. Para ello se utilizó un método iterativo de Kern. A continuación se describen los pasos realizados:

1) *Determinación del calor intercambiado (Q) y del caudal de vapor (mv):*

$$Q = 1,66\ kg/s.\ 4,18\ KJ/kg\ °C.\ (79,8°C - 15°C) = 449,6\ kW$$

$$Q = mv.\lambda = mv.\ 2202\ KJ/kg \rightarrow mv = 0,2\ kg/s$$

Se aclara que se utiliza vapor saturado a 120°C para el intercambio de calor y que el equipo se diseña para calentar una corriente de entrada de agua a 15°C.

2) *Determinación de ΔTml en contracorriente:*

$$\Delta Tml = 67,5°C$$

Puesto que se asume que se intercambia únicamente calor latente, no es necesario corregir el ΔTml por el factor “F”.

3) *Suposición del coeficiente global de transferencia de calor (U):*

Se considera U igual a 720 W/m^2 °C como valor semilla para las iteraciones.

4) *Estimación del área total de transferencia (As):*

$$As = \frac{Q}{\Delta Tml.\ U} = 9,05\ m^2$$

5) *Selección de los tubos a utilizar:*

Las características de los tubos se plantearon teniendo en consideración los estándares publicados por TEMA:

Diámetro externo (de)	¾ ‘’- 16 BWG
Longitud (L)	1,8 m
Paso	Triangular, 1’’
Número de pasos	2
Material	Acero inoxidable 316

6) *Cálculo del área de transferencia de un único tubo (At):*

$$At = \pi . de . L = 0,108\ m^2$$

7) *Cálculo del número de tubos (Nt):*

$$Nt = \frac{As}{At} = 82\ tubos$$

8) *Determinación del diámetro de la coraza (Ds):*

Para un intercambiador de 2 pasos por tubos de ¾ ‘’, con 84 tubos y un arreglo triangular de 1’’ de paso, el diámetro estándar de la coraza es de 12’’.

9) *Cálculo del área de flujo de los tubos (at):*

$$at = \frac{\pi . di^2}{4} . \frac{Nt}{n° \ de \ pasos \ por \ los \ tubos} = 0,0084\ m^2$$

10) *Cálculo de la velocidad del fluido que circula por los tubos (vt):*

$$vt = \frac{Caudal \ de \ agua}{Densidad . \ at} = 0,2\ m/s$$

11) *Estimación del coeficiente de transferencia de calor interno (hf):*

Para el cálculo se utilizó la siguiente correlación de Cao (2010):

$hf = 1423.(1 + 0,0146.tm).\frac{vt^{0,8}}{di^{0,2}} = 1512\ W/m^2\ °C$ con tm igual a la temperatura media del fluido frío.

12) *Corrección de hf respecto de la superficie externa de los tubos (hof):*

$$hof = hf . \frac{di}{de} = 1270\ W/m^2 °C$$

13) *Estimación del caudal másico promedio de fluido caliente (m’):*

$$m' = mv/2 = 0,1\ kg/s$$

14) *Cálculo del espaciado entre tubos (C):*

$$C = Paso - de = 0,006\ m$$

15) *Cálculo del área de flujo de la coraza (ac):*

$$ac = \frac{Ds.C}{Paso} = 0,007\ m^2$$

16) Determinación de la velocidad másica superficial del fluido caliente (Gc):

$$Gc = \frac{m'}{ac} = 13,9\ kg/\ m^2 s$$

17) Cálculo del número de Reynolds del fluido caliente (Re):

$$Re = \frac{de.Gc.(densidad\ fluido\ caliente\ en\ fase\ líquida)}{(densidad\ fluido\ caliente\ en\ fase\ vapor).(viscosidad\ fluido\ caliente\ en\ fase\ líquida)} = 935.182$$

18) Cálculo del parámetro P:

$$P = \frac{(densidad\ fluido\ caliente\ fase\ líquida).(viscosidad\ fluido\ caliente\ en\ fase\ líquida)}{(densidad\ fluido\ caliente\ en\ fase\ vapor).(viscosidad\ fluido\ caliente\ en\ fase\ vapor)} = 0,000003$$

19) Cálculo del número de Pr del fluido caliente en estado líquido:

$$Pr = \frac{Cp.Viscosidad}{conductividad} = 1,54$$

20) Suposición de la temperatura de pared (Tp):

Se supone Tp igual a 82°C.

21) Cálculo del parámetro H:

$$H = \frac{Cp\ fluido\ caliente\ en\ fase\ líquida.(Tcondensación - Tp)}{Pr.(Calor\ latente)} = 0,047$$

22) Cálculo del parámetro X:

$$X = 0,9.(1 + \frac{1}{P.H})^{0,33} = 166$$

23) Estimación del parámetro G":

$$G'' = \frac{mv}{L.Nt^{2/3}} = 0,006$$

24) Determinación del coeficiente de transferencia de calor del fluido caliente sin considerar la influencia de la velocidad del vapor (hc'):

$$hc' = \frac{1,5.(\frac{4.G''}{viscosidad\ vapor\ condensado})^{-0,33}}{[\frac{(viscosidad\ vapor\ condensado)^2}{(Conductividad\ vapor\ condensado)^3.(densidad\ vapor\ condensado)^2.g}]^{0,33}} = 10.980\ W/m^2°C$$

25) Determinación del número de Nusselt del fluido caliente sin considerar la influencia de la velocidad del vapor (Nu'):

$$Nu' = \frac{hc'.de}{(Conductividad\ vapor\ condensado)} = 837.012$$

26) Cálculo del número de Nusselt del fluido caliente corregido para la velocidad del vapor (Nu):

$$Nu = (X^4 . Re^2 + Nu'^4)^{1/4} = 837.240$$

27) Determinación del coeficiente de transferencia de calor del fluido caliente corregido para la velocidad del vapor (hc):

$$hc = \frac{Nu.(Conductividad\ vapor\ condensado)}{de} = 3.106.000\ W/m^2°C$$

28) Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor (U'):

$$U' = \frac{1}{\frac{1}{hc}+\frac{1}{hof}+Resistencia\ ensuciamiento\ fluido\ frío+Resistencia\ ensuciamiento\ fluido\ caliente} = 720\ W/m^2°C$$

29) Verificación del U asumido:

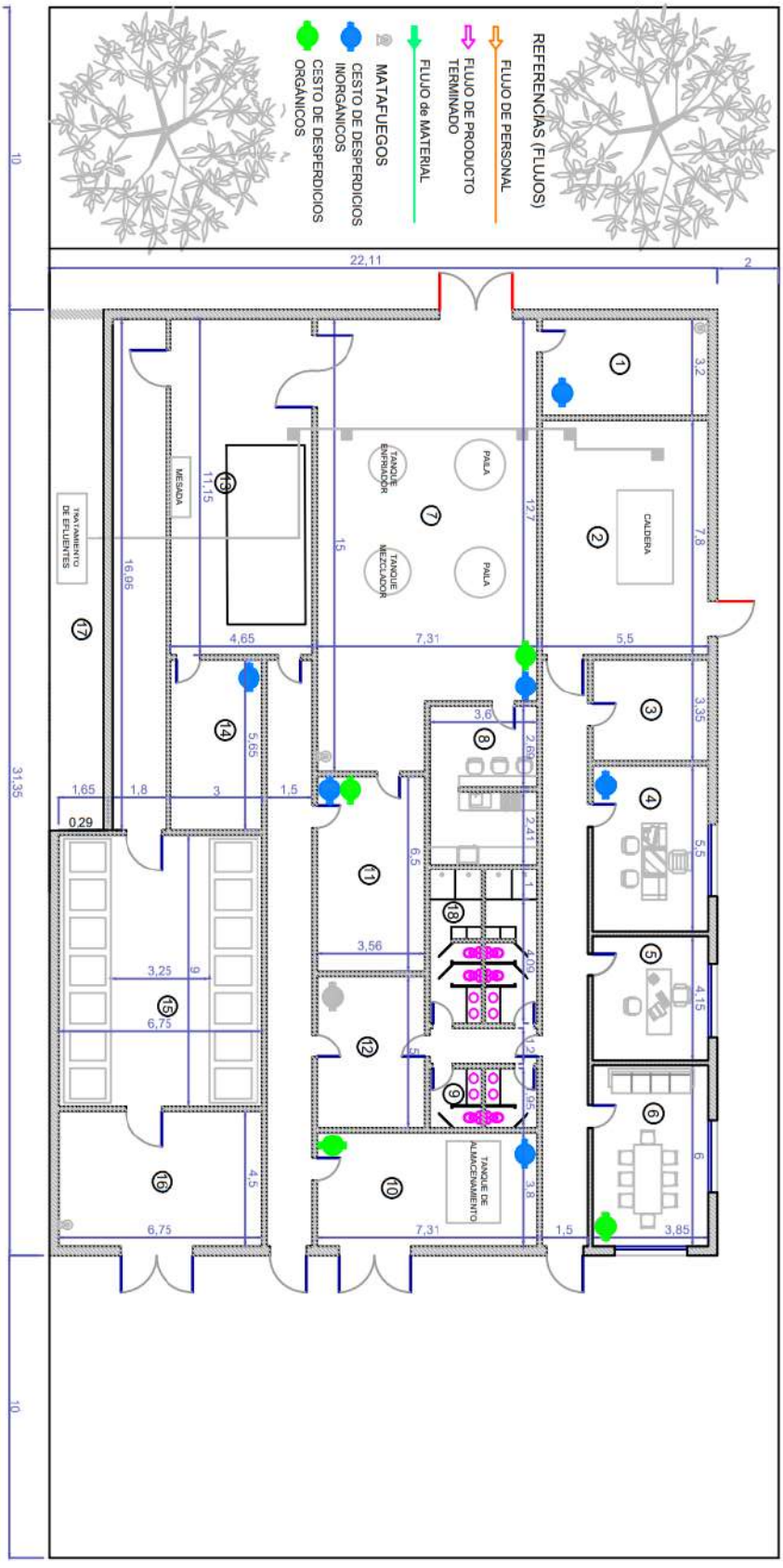
$$\frac{Uasumido}{Ucalculado} = 1$$ (el valor debe encontrarse entre 0,995 y 1,05)

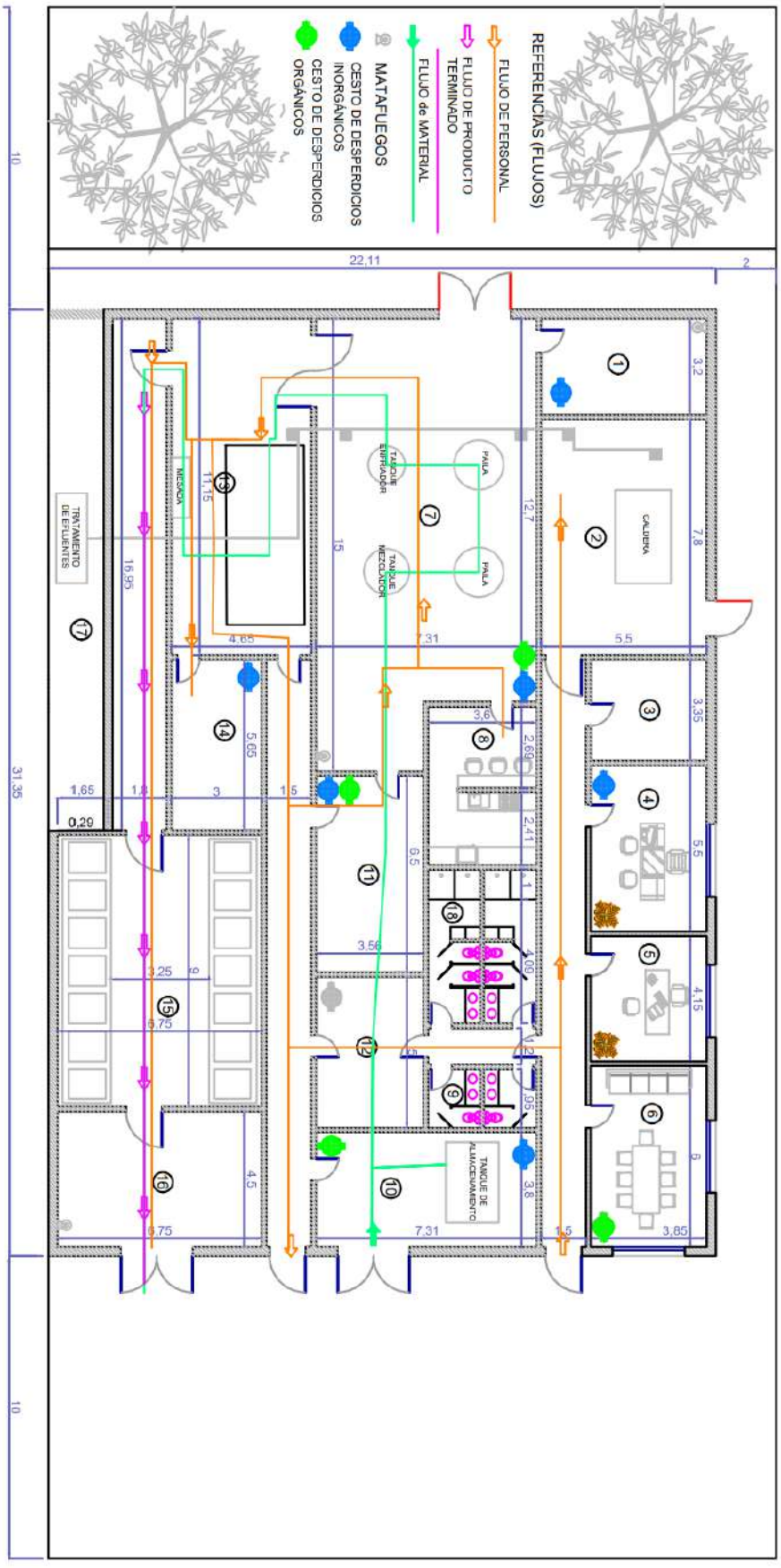
30) Verificación de la temperatura de pared del tubo:

$$Tp = 120°C - \frac{U(120°C - tm)}{hf} = 82°C$$

Por lo tanto, se puede decir que el diseño del equipo cumple satisfactoriamente los requerimientos energéticos establecidos.

ANEXO VII: AMPLIACIONES DEL LAYOUT




REFERENCIAS (FLUJOS)
FLUJO DE PERSONAL
FLUJO DE PRODUCTO TERMINADO
FLUJO de MATERIAL
MATAFUEGOS
CESTO DE DESPERDICIOS INORGÁNICOS
CESTO DE DESPERDICIOS ORGÁNICOS
22,11
31,35
10
10
2
TRATAMIENTO DE EFLUENTES
MEZCADA
TANQUE ELEVADOR
TANQUE MEZCLADOR
PAILA
PAILA
CALDERA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO
3,2
7,8
12,7
15
16,95
11,15
4,65
7,31
5,5
3,35
5,5
4,15
9
3,85
3,6
2,69
2,41
1,1
6,5
3,56
2,00
1,2
1,95
3,8
1,5
5,65
1,65
1,8
3
1,5
0,29
3,25
9,75
9,75
4,5
1,5
7,31

ANEXO VIII. PLANILLAS DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)

Tabla 8.1. Registro de ingreso de materias primas e insumos

DLL de cabra	REGISTRO DE INGRESO DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS									código: revisión: fecha:
Orden de compra	**Fecha de recepción**	**Producto**	**Lote**	**Cantidad**	**Vencimiento**	**Destino**	**Datos del proveedor**	**Transporte**	**Protocolo de análisis**	**Control interno**
OC1		Leche de cabra							Granja La Piedra	SI
OC2		Azúcar								SI
OC3		Bicarbonato de Sodio								NO
OC4		Jarabe de glucosa								
OC5		Sorbato de Potasio								
OC6		Esencia de Vainilla								
OC7		Leche de cabra								
OC8		Azúcar								
OC9		Bicarbonato de Sodio								
Elaborado por:			Revisado por:					Aprobado por:		

Tabla 8.2. Registro de orden de producción.

DLL de cabra	REGISTRO DE INGRESO DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS	Código: Revisión: Fecha:
Producto dulce de leche de cabra	Lote	
	N° de orden de producción	
Cantidad	Fecha	Limpieza por desinfección
Etapa del proceso	**Controles**	**Registro**
Calentamiento	Temperatura	60°C

Responsable:	**Fecha y hora de finalización:** 15/02/2021 12:00	**Identificación de cuarentena: X**
Control de calidad		**N° de protocolo**
Firma:		Aprobado **X**
		Cuarentena
		Rechazado
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

Tabla 8.3. Registro de expedición de producto terminado.

DDL de cabra	REGISTRO DE EXPEDICIÓN DE PRODUCTO TERMINADO							Código: Revisión : Fecha:
N° de pedido	Fecha de expedición	Producto	Lote	Cantidad	Vencimiento	Datos del cliente	Transporte	Protocolos de análisis
01	30/02/2021	Dulce de leche de cabra	MN01	1000	120 días	Todo Suelto Mar del Plata	ADX 160	SI
Elaborado por:			Revisado por:				Aprobado por:	

ANEXO IX: PLANILLAS DE MANEJO INTEGRAL DE PLAGAS

Tabla 9.1. Planilla de presencia de plagas.

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="5">REGISTRO - PLAGAS</td><td colspan="2">Código: RE-PL-01</td></tr>
<tr><td colspan="5" rowspan="2">PRESENCIA DE PLAGAS</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Revisión: 1</td></tr>
<tr><td colspan="8">Frecuencia: Una vez al día</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Fecha y hora</td><td rowspan="2">Zona</td><td colspan="3">Presencia de:</td><td rowspan="2">Cantidad de plaga</td><td rowspan="2">Medidas correctivas</td><td rowspan="2">Firma responsable</td></tr>
<tr><td>Roedor</td><td>Insecto</td><td>Ave</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="8">Observaciones:</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td colspan="4">Firma:</td></tr>
</table>

Tabla 9.2. Planilla de los elementos de control de plagas.

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="3">REGISTRO - PLAGAS</td><td colspan="2">Código: RE-PL-02</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">ESTADO DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL DE PLAGAS</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Revisión: 1</td></tr>
<tr><td colspan="6">Frecuencia: Una vez al día</td></tr>
<tr><td>Fecha y hora</td><td>Zona</td><td>Elemento</td><td>Medidas correctivas</td><td colspan="2">Firma responsable</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="6">Observaciones:</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3">Firma:</td></tr>
</table>

Nota: en caso de no conformidad dar aviso al responsable de calidad y jefe de planta, completar la planilla de acciones correctivas y repetir la limpieza del equipo.

Responsable del monitoreo:	Firma:
Responsable de la verificación:	Firma:

Tabla 10.2 Registro de acciones correctivas de la limpieza diaria post operacional.

(Nombre de la empresa)	**Acciones correctivas: limpieza diaria post operacional** (Código planilla)	POES 01- *Dulce de leche de cabra*	
		Versión 01- dd/mm/aaaa	
Fecha	Hora	Origen del problema	Acción correctiva realizada
Observaciones:			
Realizó:			
Aprobó:			
Verificó:			

ANEXO XI: PLANILLAS DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

- *Registro de monitoreo PCC1: concentración.*

(Nombre de la empresa)	**Monitoreo PCC1: concentración** RE-PCC1-m			MH 01- *Dulce de leche de cabra*		
				Versión 01- dd/mm/aaaa		
Fecha	Lote	Hora inicio concentración	Hora finalización concentración	°Bx finales	aw final	Observaciones
Realizó:						
Aprobó:						
Verificó:						
Nota: - Límite crítico ≥68 °Bx; aw<0,85 - En caso de no alcanzar el límite crítico, prolongar el tiempo de concentración y avisar al responsable de calidad y al personal de mantenimiento.						

- *Registro de acciones correctivas PCC2: enfriamiento.*

(Nombre de la empresa)	**Acciones correctivas PCC2: enfriamiento** RE-PCC2-ac		MH 01- *Dulce de leche de cabra*	
			Versión 01- dd/mm/aaaa	
Fecha	Lote	Hora	Origen del problema	Acción correctiva realizada
Observaciones:				
Realizó:				
Aprobó:				
Verificó:				

- *Registro de monitoreo PCC2: enfriamiento.*

(Nombre de la	**Monitoreo PCC2: enfriamiento** RE-PCC2-m	MH 01- *Dulce de leche de cabra*

empresa)				Versión 01- dd/mm/aaaa		
Fecha	Lote	Hora inicio concentración	Hora finalización concentración	°Bx finales	aw final	Observaciones
Realizó:						
Aprobó:						
Verificó:						
Nota: - Límite crítico ≥68 °Bx; aw<0,85 - En caso de no alcanzar el límite crítico, prolongar el tiempo de concentración y avisar al responsable de calidad y al personal de mantenimiento.						

- *Registro de acciones correctivas PCC1: concentración.*

(Nombre de la empresa)	**Acciones correctivas PCC1: concentración** RE-PCC1-ac		MH 01- *Dulce de leche de cabra* Versión 01- dd/mm/aaaa	
Fecha	Lote	Hora	Origen del problema	Acción correctiva realizada
Observaciones:				
Realizó:				
Aprobó:				
Verificó:				

- *Registro de monitoreo PCC3: detector de metales.*

(Nombre de la empresa)	**Monitoreo PCC3: detector de metales** RE-PCC3-m		MH 01- *Dulce de leche de cabra* Versión 01- dd/mm/aaaa
Fecha	Lote	Hora de detección del fragmento de metal	Observaciones

Realizó:			
Aprobó:			
Verificó:			
Nota: - en caso de detección dar aviso al responsable de calidad y al personal de mantenimiento - Límite crítico: partículas metálicas ≤0,5 mm			

- *Registro de acciones correctivas PCC3: detector de metales.*

(Nombre de la empresa)	**Acciones correctivas PCC3: detector de metales** RE-PCC3-ac		MH 01- *Dulce de leche de cabra* Versión 01- dd/mm/aaaa	
Fecha	Lote	Hora	Origen de la partícula hallada	Acción correctiva realizada
Observaciones:				
Realizó:				
Aprobó:				
Verificó:				

- *Registro de prueba del testigo PCC3: detector de metales.*

(Nombre de la empresa)	**Prueba del testigo PCC3: detector de metales** RE-PCC3-pt		MH 01- *Dulce de leche de cabra* Versión 01- dd/mm/aaaa
Fecha	Hora	¿Detectó muestra metálica? SI/NO	Observaciones
Realizó:			
Aprobó:			
Verificó:			
Nota: - Frecuencia: al inicio del envasado de cada lote			

- Límite crítico: partículas metálicas ≤0,5 mm

ANEXO XII: PORTADAS DE LOS MANUALES

BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURAS

(Nombre de la empresa) *(Habilitaciones)*	**BPM**	BPM 01- *Dulce de leche de cabra*
		Versión 01- dd/mm/aaaa

Redactado por:	**Revisado por:**	**Aprobado por:**
Nombre: Firma:	Nombre: Firma:	Nombre: Firma:

PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS DE SANEAMIENTO (POES)

(Nombre de la empresa) *(Habilitaciones)*	**Limpieza y desinfección post operacional**	POES 01- *Dulce de leche de cabra*
		Versión 01- dd/mm/aaaa

Redactado por:	**Revisado por:**	**Aprobado por:**
Nombre: Firma:	Nombre: Firma:	Nombre: Firma:

ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP)

(Nombre de la empresa) *(Habilitaciones)*	**HACCP**	HACCP 01- *Dulce de leche de cabra*
		Versión 01- dd/mm/aaaa

Redactado por:	**Revisado por:**	**Aprobado por:**
Nombre: Firma:	Nombre: Firma:	Nombre: Firma:

ANEXO XIII: ESTIMACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE AGUA

En la etapa de concentración se asegura que a_w ≤0,85, mediante la siguiente fórmula empírica:

$$a_{wi} = x \cdot exp(-k.x_i) \quad \text{(ecuación a.1.)}$$

Donde: x :fracción molar de agua

x_i: fracción molar de soluto (azúcar)

k: constante de Norrish (k=2,24)

Se estima la actividad de agua final del dulce de leche teniendo en cuenta los diferentes componentes: azúcar, proteínas, grasa, etc. (Norrish, 1966).

$$a_w = \prod_{i=0}^{n} a_{wi} \quad \text{(ecuación a.2.- Ross,1975)}$$

Es decir, que la actividad de agua estimada para el dulce de leche de cabra final se obtiene como el producto de las actividades de agua parciales de cada componente. Considerando el azúcar como el soluto y despreciando los demás solutos como bicarbonato de sodio, vainilla, etc., ya que se encuentran en menor proporción, se determinó las fracciones molares para el lote de producción, 750 Kg de dulce de leche.

$$n_{agua} = 9,58\ kmol$$

$$n_{azúcar} = 1,06\ kmol$$

$$n_{totales} = n_{agua} + n_{azúcar} = 10,64\ kmol$$

$$x_{agua} = \frac{9,58\ kmol}{10,64\ kmol} = 0,90$$

$$x_{azúcar} = \frac{1,06\ kmol}{10,64\ kmol} = 0,099$$

Aplicando la ecuación a.1., resulta:

$$a_w = 0,90.\ exp(-2,24 \cdot 0,099)$$

$$a_w = 0,72$$

Como se puede observar que a_w ≤0,85, se verifica que la concentración fue adecuada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. D. (1996). Principios de ingeniería aplicados a los alimentos. Editorial. *Secretaría General de la OEA* en Ecuador. Quito, Ecuador [en línea] Disponible en <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1308>[consulta: 9 diciembre 2020].

- ANMAT (2020) *Normativas generales* [en línea] Disponible en <http://www.anmat.gob.ar/webanmat/normativas_generales.asp> [consulta: 18 octubre 2020].

- Ansal (2020) *Catálogo de selección y aplicación de unidades condensadoras*. [en línea] Disponible en <http://mail4.ansal.com.ar/Documentacion/pdfs/404523.pdf> [consulta: 19 diciembre 2020].

- (ATC PH-208 LUTRON, 2021 . PH metro digital portátil o mesa laboratorio. Disponible en <https://www.viaindustrial.com/manuales_pdf/ph-metro-digital-portatil-o-mesa-laboratorio-atc-ph-208-lutron-manual%20espanol.pdf>) [consulta: 08/10/2021]

- Arapack, (2019) *Envase primario, secundario y terciario, ¿conoce la diferencia?* [en línea] disponible en <https://www.arapack.com/envase-primario-secundario-y-terciario-conoces-la-diferencia/#:~:text=El%20primario%20es%20el%20que,cantidades%20del%20mismo%20con%20seguridad> [consulta: 14 junio 2020].

- Badui Dergal, S. (2006) *Química de los alimentos.* [en línea] 4ta ed. México: Pearson. Disponible en <http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf> [consulta: 16 junio 2020].

- Bedoya, O. A., & Sousa, L. S. (2009). Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea en sistemas anaerobios tipo UASB. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 7(2), 24-31 [en línea] Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6117989.pdf>[consulta: 25 octubre 2020].

- Bennett, D. (2015). Product Layout. *Wiley Encyclopedia of Management*, 1-2. [en línea] Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/272237887_Product_Layout>[consulta: 7 septiembre 2020].

- Bidot Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de Producción Animal*, *29*(2), 32-41.

- Bizerba (2021) *Detector de metales* [en línea] Disponible en <https://www.bizerba.com/es_ar/productos/sistemas-de-inspeccion/detectores-de-metales/varicon/varicon.html> [consulta: 18 abril 2021].

- Böhme, K., Morandi, S., Cremonesi, P., Fernández-No, I. C., Barros-Velázquez, J., Castiglioni, B., ... & Calo-Mata, P. (2012). *Caracterización de Staphylococcus aureus aislado de productos lácteos por MALDI-TOF MS*. [en línea] disponible en <https://www.semanticscholar.org/paper/Caracterizaci%C3%B3n-de-Staphylococcus-aureus-aislado-de-B%C3%B6hme-Morandi/20888c83e68e81ed7f9819018371872e6baba267> [consulta: 14 junio 2020].

- Bolaños-Reynoso, E., Sanchez-Sanchez, K. B., Ricardez-Sandoval, L. A., & Urrea-García, G. R. (2012). *Simulación dinámica del proceso de cristalización por lotes de azúcar de caña: análisis senstvo en los parámetros de nucleación y crecimiento* [en línea] Disponible en <https://www.researchgate.net/profile/Kelvyn-Sanchez-Sanchez-2/publication/327107459_SIMULACION_DINAMICA_DEL_PROCESO_DE_CRISTALIZACION_POR_LOTES_DE_AZUCAR_DE_CANA_ANALISIS_SENSITIVO_EN_LOS_PARAMETROS_DE_NUCLEACION_Y_CRECIMIENTO/links/5b7970a192851c1e12206223/SIMULACION-DINAMICA-DEL-PROCESO-DE-CRISTALIZACION-POR-LOTES-DE-AZUCAR-DE-CANA-ANALISIS-SENSITIVO-EN-LOS-PARAMETROS-DE-NUCLEACION-Y-CRECIMIENTO.pdf> [consulta: 10 junio 2020].

- Cabaña Piedras Blancas (2020) *Quiénes somos* [en línea] Disponible en <https://piedrasblancas.com.ar/producto/dulce-de-leche-de-cabra/#:~:text=Elaborado%20artesanalmente%20en%20base%20a,dulces%20de%20leche%20de%20vaca.> [consulta: 30 abril 2020].

- Cadec (2020) *Home* [en línea] Disponible en <https://www.cadec.com.ar/> [consulta: 10 junio 2020].

- Cambursano, P. N. (2019) *Estudio de la desestacionalización de la producción del queso de cabra a través del proceso de congelación* [en línea] Disponible en <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/3831> [consulta: 22 septiembre 2021].

- Camuzzi (2020) *Comercios* [en línea] disponible en <http://www.camuzzigas.com/comercios> [consulta: 25 octubre 2020].

- Cardoso, M. V., Carvalho, L. V., & Sabadini, E. (2012). *Solubility of carbohydrates in heavy water*. Carbohydrate research, 353, 57-61 [en línea] Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0008621512001139>[consulta: 20 enero 2021].

- Carrizo, G. (2020) *Apuntes de la materia Ingeniería económica.* Documento inédito. Mar del Plata: Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.

- Celis, M., & Juárez, D. (2009). *Microbiología de la leche* [en línea] Seminario de Procesos Fundamentales Físico-Químicos y Microbiológicos FR Bahía Blanca–Universidad Tecnológica Nacional. Argentina Disponible en <http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_micrb_09/microbiologia_leche.pdf>[consulta: 20 enero 2021].

- Çengel, Y. A. & Ghajar, A. J. (2011) *Transferencia de calor y masa: Fundamentos y aplicaciones*. McGrawHill Educación, 4ta Edición [en línea] Disponible en <https://itscv.edu.ec/wp-content/uploads/2019/06/Transferencia-de-calor-y-masa>[consulta: 16 diciembre 2020].

- Char, C. D. (2003) *HACCP, Microbiología predictiva y factores en combinación para mejorar la calidad de productos lácteos : dulce de leche : aplicación del concepto de factores en combinación y de la microbiología predictiva en el mejoramiento de la calidad del Dulce de Leche* [en línea] Tesis de grado. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires. Disponible en <https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3598_Char.pdf> [consulta: 18 junio 2020].

- Cheftel, J. C., Cheftel, H., Besancon, P., & Capont, F. L. (1992). *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos* (Vol. 1, pp. 154-157). Acribia.

- Código Alimentario Argentino (2006) *Capítulo V: Normas para la rotulación y la publicidad de los alimentos.* [en línea] disponible en <http://www.conal.gob.ar/ultimas_modificaciones/Capitulo_V.pdf> [consulta: 30 junio 2020].

- Código Alimentario Argentino (2015) *Capítulo IV: Utensilios, recipientes, envases, envolturas, aparatos y accesorios* [en línea] disponible en <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_04.htm> [consulta: 20 septiembre 2021].

- Código Alimentario Argentino (2015) *Capítulo VIII: Alimentos lácteos.* [en línea] Disponible en <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_08.htm> [consulta: 30 marzo 2020].

- Cofrico (2021) *Sala refrigeración industria láctea: la refrigeración industrial de los lácteos* [en línea] Disponible en <https://www.cofrico.com/procesos-industriales/sala-refrigeracion-industria-lactea/> [consulta: 4 octubre 2021].

- Daumaq (2020) *Nuestros productos: platos rotativos* [en línea] Disponible en <https://www.daumaq.com.ar/platos-rotativos> [consulta: 6 junio 2020].

- De la Fuente García, D. y Fernández Quesada, I. (2005) *Distribución en planta.* Oviedo: Universidad de Oviedo. [en línea] Disponible en <https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=7aRzy0JjqTMC&oi=fnd&pg=PA1&dq=objetivos+distribuci%C3%B3n+en+planta&ots=nnDg-unVJC&sig=MuKNh2Dcj_9138BY-FecsQK_XkU&redir_esc=y#v=onepage&q=objetivos%20distribuci%C3%B3n%20en%20planta&f=false> [consulta: 6 septiembre 2020].

- Departamento de Rumiantes Menores (2007) *Plan estratégico para el sector caprino provincial* [en línea] disponible en <https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/caprinos/informes/_archivos/000004-Situaci%C3%B3n%20Caprina/000130_Santiago%20del%20Estero.pdf> [consulta: 7 mayo 2020].

- EDEA (2019) Cuadro Tarifario [en línea] disponible en <https://www.edeaweb.com.ar/data/pdf/Edea%20-%20Cuadro%20Tarifario%20Hoja%201.pdf> [consulta: 25 octubre 2020].

- Egti (2020) *¿Agua fría o expansión directa?* [en línea] Disponible en <https://www.egti.com.ar/agua-fria-o-expansion-directa-chiller-o-unid-condensad> [consulta: 5 enero 2021].

- ENARGAS (2019) *Normas de calidad de gas natural* [en línea] Disponible en <https://www.enargas.gob.ar/secciones/normativa/pdf/normas-discusion/NAG-602.pdf> [consulta: 17 octubre 2020].

- Espinoza, G. (2001) *Fundamentos de evaluación de impacto ambiental* [en línea] disponible en <http://www.ingenieroambiental.com/4014/fundamentos.pdf>[consulta: 25 octubre 2020].

- Eti (2021) *Paila para elaboración dulce de leche: descripción general* [en línea] Disponible en <http://www.etisrl.com.ar/pailadulce.htm>[consulta: 18 diciembre 2020].

- FAO (2020) *Portal de suelos de la FAO: Propiedades físicas del suelo* [en línea] Disponible en <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>[consulta: 26 octubre 2020].

- FAO (2016) *El sector lechero mundial: DATOS* [en línea] Disponible en <http://www.dairydeclaration.org/Portals/153/FAO-Global-Facts-SPANISH-F.PDF?v=1> [consulta: 30 abril 2020].

- FAO (1998) *Costos de producción* [en línea] Disponible en <http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm>[consulta: 29 octubre 2020].

- FAOSTAT (2018). *Data: livestock processed* [en línea] disponible en <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QP> [consulta: 27 abril 2020].

- Fardín, J. (2020) *Apuntes de la asignatura Trabajo Final de Ingeniería en Alimentos.* Documento inédito. Mar del Plata: Facultad de ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.

- Flores Córdova, M. A.; Pérez Leal, R., Basurto Sotelo, M., & Jurado Guerra, M. D. R. (2009). La leche de cabra y su importancia en la nutrición. *Tecnociencia Chihuahua*, *3*(2), 107-113.

- Forbes (2017) *El negocio del dulce de leche* [en línea] Disponible en <https://www.forbesargentina.com/dulce-de-leche-negocio/ > [consulta: 28 abril 2020].

- Franz, E. (2020) *Comparativa de caldera pirotubular y caldera acuotubular. Bosch: Innovación para tu vida*. [en línea] Disponible en <https://www.bosch-industrial.com/files/fb013_sp.pdf>[consulta: 12 septiembre 2020].

- Garduño Barahona (2012) *Diseño y desarrollo de productos* [en línea] disponible en <http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2596/Technical/Capitulo%205%20Dise%C3%B1o%20y%20desarrollo%20de%20productos.pdf> [consulta: 04 junio 2020].

- Ginés, S. (2015) *Perspectivas sobre la producción caprina en Argentina* [en línea] Disponible en <http://periodiscohora25rural.blogspot.com/2015/09/gines-santiago-perspectivas-sobre-la.html> [consulta: 28 abril 2020].

- González, V., Sperat, R. R., & Paz, R. (2010). La cuenca lechera caprina Robles tras dos décadas de historia. Su análisis desde la perspectiva del Desarrollo Rural Sostenible. *Pampa: Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales*. Universidad Nacional de Santiago del Estero [en línea] Disponible en <http://pdfviewer.softgateon.net/?state=%7B%22ids%22:%5B%221MZMESERoZHT_1LR1TiPja67dg1BT6Zf9%22%5D,%22action%22:%22open%22,%22userId%22:%221131169385310271519 40%22%7D> [consulta: 6 mayo 2020].

- Granja La Piedra (2020) *La Granja* [en línea] Disponible en <http://www.granjalapiedra.com/granja/> [consulta: 5 abril 2020].

- Gutman, G.(2004).*Propuestas para la formulación de políticas para el desarrollo de tramas productivas regionales. El caso de la lechería caprina en Argentina*. Buenos Aires, Cepal.

- Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small ruminant research*, 51(2), 155-163.

- Hewitt, G. F., Shires, G. L., & Bott, T. R. (1994). *Process heat transfer* (Vol. 113, p. 327). Boca Raton, FL: CRC press.

- IDESA (2016) *Carga sociales: archivos* [en línea] Disponible en <https://idesa.org/tag/cargas-sociales/> [consulta: 13 octubre 2020].

- INDEC (2020). *Estadísticas, censo 2010.* [en línea] disponible en <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-135> [consulta: 27 abril 2020].

- Ingesir (2020) *Dosificadora llenadora de frascos o potes* [en línea] Disponible en <https://www.ingesir.com.ar/maquinas/envasadoras-semiautomaticas/dosificadora-llenadora-de-frascos-o-potes> [consulta: 16 junio 2020].

- Instituto Ecuatoriano de Normalización (1983) CPE 007: *Instalación servicio de tanques refrigerados para leche*. Ecuador [en línea] Disponible en <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/CPE-7.pdf>[consulta: 29 diciembre 2020].

- INTA (2016) *Visita a FecoAgro San Juan y a la Cuenca Láctea Caprina de Leche Residual en Cruz del Eje, Córdoba* [en línea] disponible en <https://inta.gob.ar/noticias/visita-a-fecoagro-san-juan-y-a-la-cuenca-lactea-caprina-de-leche-residual-en-cruz-del-eje-cordoba> [consulta: 7 mayo 2020].

- Jacinto, R.. (2020) *Apuntes de la asignatura Gestión en industrias de alimentos.* Documento inédito. Mar del Plata: Facultad de ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.

- Jullier, A. N. (2016) *Proyecto final de Ingeniería: Factibilidad técnico-económica y financiera de la incorporación de una línea de dulce de leche a una fábrica elaboradora de quesos.* Argentina: Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Universidad Argentina de la Empresa.

- Kern, Q., & Donald, R. (1999). *Procesos de transferencia de calor*. Trigésima primera reimpresión. Continental. México.

- Kosky, P. & Wise, G. (2013) Convection Heat Transfer Coefficient. *ScienceDirect*. [en línea] Disponible en <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/convection-heat-transfer-coefficient> [consulta: 17 diciembre 2020].

- Kurlat, J. (2010) “Productos lácteos: elaboración de dulce de leche”- 2a ed. - Buenos Aires: Inst. Nacional de Tecnología Industrial- INTI [en línea] Disponible en <http://emprendedorasenred.com.ar/wp-content/uploads/2017/02/DULCE-DE-LECHE-2da.-Edicion.pdf > [consulta: 31 enero 2021].

- Lamothe, Á. (2006) *Efecto de la temperatura de enfriamiento y formulación en la elaboración de Dulce de Leche* [en línea] Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/728> [consulta: 8 mayo 2020].

- Laval, S. A. (1969). *Thermal handbook*. Sweden. [en línea] Disponible en <https://books.google.com.ar/books/about/Thermal_Handbook.html?id=Gt1jwwE>[consulta: 9 diciembre 2020].

- Llorente, A. (2016) Dulce de leche, manjar, arequipe o cajeta: ¿de dónde viene el popular dulce? [en línea] Disponible en <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37458244 > [consulta: 6 mayo 2020].

- Marketing XXI (2020) *Concepto de producto* [en línea] Disponible en <https://www.marketing-xxi.com/concepto-de-producto-34.htm#:~:text=Concepto%20de%20producto,-Cuando%20una%20persona&text=Un%20producto%20es%20un%20conjunto,va%20a%20satisfacer%20sus%20necesidades.> [consulta: 23 junio 2020].

- Markowicz (2020). *Calderas: modelos y especificaciones*. [en línea] disponible en <https://calderasargentinas.com.ar/>[consulta: 22 septiembre 2020].

- Mapiser (2018) *Ventajas del cartón para embalaje* [en línea] Disponible en <>https://mapiser.com/blog/367-ventajas-del-carton-para-el-embalaje [consulta: 15 junio 2020].

- Martinez, G. M., & Suarez, V. H. (2018). *Lechería caprina: producción, manejo, sanidad, calidad de leche*. Ediciones INTA [en línea] Disponible en <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/5408> [consulta: 30 mayo 2020].

- Mayo Clinic (2021) *Fiebre Q: Síntomas y causas* [en línea] Disponible en <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/q-fever/symptoms-causes/syc-20352995> [consulta: 4 octubre 2021].

- Minifie, B. (1989). *Chocolate, cocoa and confectionery: science and technology*. 3ra Ed. (pp. 229-268) Chapman & Hall.

- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2007) *Características nutricionales de la leche de cabra* [en línea] disponible en <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/caprinos/lecheria/_archivos//000001Informes/000000_Caracteristicas%20nutricionales%20de%20la%20leche%20de%20cabra.pdf> [consulta: 28 abril 2020].

- Ministerio de Asuntos Agrarios (2010) *Resumen estadístico de la cadena láctea de la provincia de Buenos Aires* [en línea] disponible en <https://www.gba.gob.ar/static/agroindustria/docs/direccion_de_Leche_productos_lacteos_y_derivados/ESTAD%C3%8DSTICAS/Informe_Relevamiento.pdf> [consulta: 28 abril 2020].

- Molina, L. H., González, R., Brito, C., Carrillo, B., & Pinto, M. (2001). Correlación entre la termoestabilidad y prueba de alcohol de la leche a nivel de un centro de acopio lechero. *Archivos de medicina veterinaria*, *33*(2), 233-240.

- Moya Rodríguez, M. B. & Reyes Rodríguez, J. L. (2016) Design and Optimization of Shell and tube heat exchangers, state of the art. *ITEGAM-JETIA*, *2*(6).

- Municipalidad de General Pueyrredón (2016) *Estadística: Temperatura y precipitaciones* [en línea] disponible en <https://www.mardelplata.gob.ar/Contenido/informaci%C3%B3n-estrat%C3%A9gica-climatolog%C3%ADa> [consulta: 2 julio 2020].

- Muther, R. (1970). *Distribución en planta*. 2 nd ed. Barcelona: Hispano Europea. [en línea] Disponible en <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-PPL.pdf> [consulta: 6 septiembre 2020].

- Naturgy (2016). *Cuándo está indicada la instalación de una caldera pirotubular*. [en línea] disponible en <https://www.naturgy.es/empresas/blog/cuando_esta_indicada_la_instalacion_d>[consulta: 12 septiembre 2020].

- Nuño, P. (2017) *¿Qué es un estudio de mercado?* [en línea] Disponible en <https://www.emprendepyme.net/que-es-un-estudio-de-mercado.html> [consulta: 1 mayo 2020].

- Picon Contreras, Y. T. (2019) *Beneficios y usos de leche de cabra y de vaca en la elaboración de diferentes tipos de yogurt* [en línea] Disponible en <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12332> [consulta: 6 mayo 2020].

- PlaNet Finance (2011) *Caracterización del sector caprino en Argentina* [en línea] disponible en <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/procal/estudios/04_Caprino/SectorCaprino_Argentina.pdf> [consulta: 28 abril 2020].

- Quispe, V. (2014) *Evaluación estandarizada de dulce de leche con extensores harina y pito de cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen) en la Estación Experimental Choquenaira* [en línea] Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/23195> [consulta: 10 mayo 2021].

- Ramírez Rojas, J. L. (2017). *Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas*. Documento inédito. Veracruzana: Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas, Universidad Veracruzana.

- Resolución N°31 de 1992 [Mercosur]. Por la cual se establecen las definiciones de ingrediente, aditivo alimenticio, coadyuvante de elaboración y contaminante [en línea] Disponible en <http://www.puntofocal.gov.ar/doc/r_gmc_31-92.pdf> [consulta: 15 abril 2021].

- Resolución N°223 de 1998 [SENASA]. Por la cual se adecúan las normas de las Buenas Prácticas de Manufactura y los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento [en línea] Disponible en <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-233-1998-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria> [consulta: 18 octubre 2020].

- Resolución N°336 de 2003 [Autoridad del Agua]. Por la cual se establecen las normas para el vertido de efluentes líquidos. *Parámetros de descarga admisibles.*15 de octubre de 2003 [en línea] disponible en <http://www.ada.gba.gov.ar/sites/default/files/2019-04/Resoluci%C3%B3n%20336-03%20ADA%20parametros%20de%20descarga%20adminisble.pdf> [consulta: 23 octubre 2020].

- Ricoy Vicente, J. (2017) *Planta de extracción y purificación de proteínas en lactosuero* [en línea] Dispoible en <https://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/20094> [consulta: 18 diciembre 2020].

- Rielly C.D. (1997) Mixing in food processing. In: Fryer P.J., Pyle D.L., Rielly C.D. (eds) *Chemical Engineering for the Food Industry*. Food Engineering Series. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3864-6_10.

- Riquelme Leiva, M. (2016) *FODA: Matriz o Análisis FODA- Una herramienta esencial para el estudio de la empresa* [en línea] disponible en <https://www.analisisfoda.com/#Que_es_el_analisis_FODA> [consulta: 30 marzo 2020].

- Rodríguez Álvarez, M. P. & Vera Aguilera, D. W. (2014) *Diseño y construcción de un tanque de 800 litros de capacidad con sistema automático de refrigeración para almacenamiento de leche cruda en la hacienda La Alborada ubicada en la provincia de Carchi*. [en línea] Disponible en <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8645/1/T-ESPE-048040.pdf>[consulta: 30 diciembre 2020].

- Saltos Solorzano, Julio Vinicio, Márquez Bravo, Yesenia Johana, López Apolinario, Ana Isabel, Martínez Abreu, Judit, & Guerrero Proaño, Diego German. (2018). Implementation of standardized procedures to prevent diseases transmitted by foodstuffs. Microbiological count of *Staphylococcus aureus* in freshcheese *Revista Médica Electrónica*, [en línea] *40*(2), 371-382. Disponible en <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242018000200013&lng=es&tlng=en> [consulta: 30 junio 2020].

- Sanz Sampelayo, M. R.; Boza, J. (1997) *Aspectos nutricionales de la leche de cabra* [en línea] Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7442185.pdf> [consulta: 6 mayo 2020].

- Scheidegger, D. (2013) *Fotooxidación de proteínas de leche* [en línea] Disponible en <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frdu.unc.edu.ar%2Fbitstream%2Fhandle%2F11086%2F13309%2F12291.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&psig=AOvVaw3Fz4506-gTHoeZHsDl2euJ&ust=1625539360875000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjhxqFwoTCPj1n5f0yvECFQAAAAAdAAAAABAD> [consulta: 4 abril 2021].

- Schmidt, E. (2020) *Caracterización de efluentes líquidos de la industria láctea: Principales determinaciones analíticas*. INTI Lácteos [PowerPoint]. Disponible en <https://docplayer.es/39543993-Caracterizacion-de-efluentes-liquidos-de-la-industria-lactea-principales-determinaciones-analiticas-lic-erica-schmidt-inti-lacteos.html> [consulta: 25 octubre 2020].

- Secretaría de Lechería- Ministerio de Agroindustria (2020). *Estadísticas*. [en línea] Disponible en <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_lecheria/estadisticas/_01_primaria/index.php> [consulta: 27 abril 2020].

- Sgarlatta, F. M., & Tarditti, A. J. (2015). *Análisis de la planta de tratamientos de efluentes de Lácteos San Basilio SA*. Tesis de grado. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. [en línea] Disponible en <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/2145/Sgarlatta%20y%20Tarditti.%2>[consulta: 25 octubre 2020].

- SIGSA-SENASA (2015). *Informes y estadísticas caprinos* [en línea] disponible en <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/caprinos/informacion/informes-y-estadisticas> [consulta: 27 abril 2020].

- Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U., & Prosser, C. G. (2010). Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. *Small ruminant research*, *89*(2-3), 110-124.

- Siu, S., & Israel, C. (2001). *Influencia de la temperatura y del sorbato de potasio en la resistencia térmica de mohos en dulce de leche* [en línea] Tesis de posgrado*.* Buenos Aires, Argentina: *Universidad de Buenos Aires*. Disponible en <https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3557_SimionSiu.pdf> [consulta: 14 junio 2020].

- STIA (2020) *Escala salaria* [en línea] Disponible en <https://www.stia.org.ar/gremiales/escala-salarial/> [consulta: 14 octubre 2020].

- Swaisgood, H. E. (1992) Características de los fluidos nutritivos de origen animal: leche. En: *Química de los alimentos* [en línea] Ed. por Fennema, O. R. España: Acribia, 889-930. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=723849> [consulta: 17 junio 2020].

- Torres-Tamayo, E.; Retirado-Medianeja, Y.; Góngora-Leyva, E. (2014) *Coeficientes de transferencia de calor experimental para el enfriamiento de licores en intercambiadores de placas* [en línea] Disponible en<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442014000100008>[consulta: 16 abril 2021].

- Touceda, F. T. (2007). *Estudio del proceso de ebullición forzada de la mezcla amoniaco/agua en intercambiadores de placas para equipos de refrigeración por absorción* [en línea] Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=8110>[consulta: 9 diciembre 2020].

- Turkmen, N. (2017). The nutritional value and health benefits of goat milk components. In Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease (pp. 441-449). Academic Press.

- UPAEP (2014) *Análisis sensorial* [en línea] Disponible en <https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf> [consulta: 5 mayo 2021].

- Vega Iriarte, L. A. (2010) *Diseño y construcción de equipo de refrigeración de leche cruda en sitio de producción* [en línea] Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/11053542.pdf> [consulta: 10 diciembre 2020].

- Versa (2020) *Compresores*. [en línea] Disponible en <https://www.versa.com.ar/pintura/compresor-transmision-directa-50lts.html> [consulta: 13 septiembre 2020].

- Villambrosa, M. L.; Bruschi, J. (2017) *Relevamiento de la calidad de leche caprina en distintas provincias argentinas* [en línea] Disponible en <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1328/Villambrosa%2C%20Maria%20Luz.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [consulta: 6 mayo 2020].

- Whistler, R. L & Daniel, J. R. (1992) Carbohidratos En: *Química de los alimentos* [en línea] Ed. por Fennema, O. R. España: Acribia,81-156. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=723849> [consulta: 17 junio 2020].

- Zunino, A. (2000) *Dulce de leche: Aspectos básicos para su adecuada elaboración* [en línea] Disponible en <https://studylib.es/doc/154246/dulce-de-leche---aspectos-b%C3%A1sicos-para-su-adecuada-elabor…> [consulta: 15 junio 2020].