

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Agroindustria Alimentaria
Ingeniería en Agroindustria Alimentaria



Proyecto Especial de Graduación
Diseño conceptual de una planta procesadora de quesos y crema en
Guatemala

Estudiante

Andrés Mendizábal Higueros

Asesores

Adela Acosta Marchetti, D.Sc.

Luis Fernando Osorio, Ph.D.

Honduras, agosto 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	7
Índice de Figuras	8
Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Materiales y Métodos	13
Localización del Estudio	13
Metodología.....	13
Selección de Terreno	14
Estudio Macro y Micro Localización.....	16
Disponibilidad de Materia Prima	16
Proximidad de Mercado.....	17
Disponibilidad de Mano de Obra	17
Vías de Transporte	17
Disponibilidad de Agua	18
Disponibilidad de Energía Eléctrica.....	18
Topografía del Suelo	18
Posibilidad de Desprenderse de Desechos	18
Suministro de Insumos y Envases	19
Logística de Producción	19

Resultados y Discusión.....	21
Plano Conceptual de la Planta Procesadora de Lácteos	21
Ubicación	21
Vías de Acceso y Zonas Usadas para el Tráfico Rodado.....	21
Flujo de Proceso General de la Planta	22
Descripción del Flujo de Proceso General de la Planta.....	22
Crema	23
Descripción del Flujo de Proceso	24
Cuadrados de Pearson Crema.....	25
Queso Fresco.....	26
Descripción del Flujo de Proceso Quesos Frescos	27
Queso Fresco.....	28
Descripción Flujo de Proceso Queso Fresco	28
Queso Blanco Mexicano.....	29
Descripción flujo de proceso queso blanco mexicano.....	29
Balance de Materia Queso Fresco	30
Balance de Materia Queso Blanco Mexicano	30
Queso de Capas.....	31
Queso Panela	31
Descripción de Flujo de Proceso Queso Panela y Queso de Capas	32
Descripción Flujo de Proceso Queso Panela	32

Balance de Materia Queso de Capas	34
Balance de Materia Queso Panela	34
Queso Pita	35
Descripción del Flujo de Proceso Queso Pita.....	35
Descripción flujo de Proceso Queso Pita	35
Balance de Materia Queso de Pita.....	37
Edificios e Instalaciones	37
Disposición de Áreas y Ambientes	37
Zonas de Manipulación del Producto	39
Iluminación y Ventilación.....	40
Almacenamiento de Combustibles y Sustancias Químicas.....	41
Instalaciones Sanitarias.....	41
Abastecimiento de Agua	41
Vapor, Refrigeración y Aire	42
Vestidores, Baños y Servicios Sanitarios.....	43
Lavado de Manos en las Áreas de Proceso	43
Limpieza y Desinfección	44
Identificación del Equipo	44
Movimiento del Personal Dentro de la Planta.....	44
Análisis de Proximidad de Áreas	46
Conclusiones	49

Recomendaciones	50
Referencias.....	51

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Principales áreas dentro de la planta de lácteos.....	20
Cuadro 2 Porcentaje de la materia prima destinada a los distintos productos.....	20
Cuadro 3 Cantidad de crema a obtener según variables de la leche.....	26
Cuadro 4 Principales áreas de producción, dimensiones y su equipamiento	38
Cuadro 5 Requerimientos de iluminación por área.....	41
Cuadro 6 Requerimiento de vapor total	42
Cuadro 7 Principales áreas de la planta	46
Cuadro 8 Variables para proximidad de áreas.....	47
Cuadro 9 Resumen del número de variables para cada área	47
Cuadro 10 Valor numerico de las variables de cercania	48

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa del casco de la finca agua blanca y el área potencial para la planta	15
Figura 2 Principales aspectos para la selección del terreno	16
Figura 3 Perfil de elevación del terreno de la planta	19
Figura 4 Flujo de proceso al momento de recepción	23
Figura 5 Flujo de proceso crema	24
Figura 6 Flujo de proceso de queso fresco.	28
Figura 7 Flujo de proceso de queso blanco mexicano.	29
Figura 8 Balance de materia queso fresco	30
Figura 9 Balance de materia queso blanco mexicano.....	31
Figura 10 Flujo de proceso queso panela y de capas.....	32
Figura 11 Balance de materia queso de capas.....	34
Figura 12 Balance de materia queso panela.....	34
Figura 13 Flujo de proceso queso pita	35
Figura 14 Balance de materia queso de pita.....	37
Figura 15 Movimiento del producto y personal en la planta.....	45
Figura 16 Movimiento del producto dentro de la planta	45

Resumen

La finca Agua Blanca ubicada en Jalapa, Guatemala, se dedica a la producción de ganado lechero y ha comenzado a procesar lácteos de manera artesanal. Sin embargo, debido a que la finca no cuenta con una planta que cumpla con los requisitos establecidos por la legislación guatemalteca, el procesamiento es limitado. Por lo que, este estudio tiene como objetivo el diseño conceptual de una planta procesadora de quesos y crema. Para esto se usaron los programas informáticos Lucidchart, Google Earth, SketchUp y LayOut para el diseño de los flujos de procesos, determinación de ubicación geográfica, diseño animado de la planta y diseño conceptual del plano de la planta, respectivamente. Al momento de seleccionar el espacio de unidad se aseguró que el terreno cumpliera con los requisitos establecidos por la Norma Sanitaria para la Autorización y Control de Fábricas Procesadoras de Leche y Productos Lácteos. Se realizó el diseño de la planta para que esta tenga un flujo unidireccional, en el cual, se determinó el equipo necesario para su funcionamiento, así como, su respectiva escala. Además, se realizó un análisis de proximidad de áreas y con el tamaño del equipo se determinó el área necesaria para las distintas partes de la planta. Esta fue diseñada para que pueda procesar 2000 litros de leche al día, y esta leche será destinada para la producción de cinco tipos quesos y crema. La planta cuenta con 25 áreas principales, y un área total 324 metros cuadrados.

Palabras clave: Dimensionamiento, escala, lácteos, procesamiento.

Abstract

The Agua Blanca farm located in Jalapa, Guatemala, is Committed to the production of dairy cattle and has started to process dairy in an artisanal way. However, because the farm does not have a plant that meets the requirements established by Guatemalan legislation, the processing is limited. Therefore, this study aims at the conceptual design of a processing plant of cheeses and cream. For this, the computer programs Lucidchart, Google Earth, SketchUp and LayOut for process flow design, geolocation, animated design of the floor plan and conceptual design of the floor plan, respectively. At the moment the unit space ensured that the land met the requirements established by the Standard Sanitary for the Authorization and Control of Milk and Dairy Products Processing Factories. It has been made the design of the plant so that it has a unidirectional flow, in which the necessary equipment was determined for its operation, as well as its respective scale. In addition, a proximity analysis of areas and with the size of the team, the necessary area for the different parts of the plant was determined. This was designed so that it can process 2000 liters of milk per day, and this milk will be destined for the production of five types of cheeses and cream. The plant has 25 main areas, and a total area of 324 square meter.

Keywords: Dairy Products, procesing, sizing, scale.

Introducción

Actualmente, la finca agua blanca se dedica a la explotación de recursos forestales, turismo y a la ganadería, específicamente a la producción de leche. La finca cuenta con una producción promedio de 1000 litros diarios, sin embargo, dentro de los objetivos a largo plazo es duplicar la producción de leche. Durante el año 2020 uno de los clientes del ordeño, dejó de comprar leche y la finca se vio en la necesidad de buscar distintas alternativas para la comercialización. A raíz de esto, se tomó la decisión de comenzar a procesar leche de manera artesanal. Ya que uno de los rubros principales de la finca era el turismo, la finca cuenta con una cocina comercial en la cual se está realizando el procesamiento de leche en diversos quesos de manera informal.

Durante el año 2020 se incrementó de manera gradual la cantidad de leche procesada dentro de la finca. Por este motivo la finca desea implementar una planta procesadora, ya que los productos procesados dentro de la finca han tenido una buena aceptación en el mercado y su demanda ha incrementado. Además, la finca ya comercializa productos en cadenas de supermercados guatemaltecos. Sin embargo, al no contar con una planta procesadora formal que cumpla los requisitos legales para su operación el potencial de crecimiento es limitado.

Actualmente, en la industria predominan las pequeñas procesadoras en plantas informales. Debido a la falta de regulación, es común encontrar productos en el mercado con problemas de inocuidad (De Groot 2018). Implementar una planta procesadora en la Finca Agua Blanca podrá suplir parte de la demanda. Además, el consumo de productos lácteos es mayor a la producción nacional, esto genera un déficit que es suplido mediante importaciones. Esta situación genera una gran oportunidad para poder comercializar los distintos productos lácteos.

Para asegurar la inocuidad en los productos y que la planta cumpla con los requisitos legales para su operación, es necesario que el sitio donde sean procesados los alimentos cumpla con las regulaciones establecidas por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). Por este motivo, el diseño adecuado de un espacio agroindustrial es fundamental, ya que durante este proceso se

definen: Los espacios dentro de la planta, los materiales a utilizar, el equipo necesario para el funcionamiento de la planta, entre otros aspectos. Así mismo, un adecuado diseño ayuda a hacer los procesos dentro de la planta más eficientes, ya que se toma en cuenta el flujo de operación y del personal.

La planta procesadora tendrá como principal objetivo la producción distintos tipos de quesos no madurados. Esto con el fin de cumplir parcialmente la demanda de estos. Además, de contribuir con el desarrollo de la industria láctea a nivel regional. La planta tendrá la capacidad de procesar 2000 litros de leche al día, ya que se desea tener una planta que pueda procesar la totalidad de la leche producida en la finca. Esta leche será transformada en queso fresco, blanco mexicano, de pita, panela, de capas y crema. Ya que durante el tiempo que se tiene de procesar la leche en la finca el 97% de las ventas han sido estos productos.

Los objetivos de la investigación fueron los siguiente investigación fueron:

Elaborar un flujograma y balance de materia de los diferentes productos de la planta procesadora.

Diseñar conceptualmente la planta procesadora de queso y crema incluyendo el equipo y su escala.

Realizar un análisis de movimiento de producto y personal en la planta.

Materiales y Métodos

Localización del Estudio

Se realizó el diseño de un plano conceptual para una planta procesadora de lácteos, en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, donde se detallarán los planos de la planta, el equipo necesario y el movimiento del producto. Se tomó en cuenta aspectos técnicos y legislativos que conlleva dicha planta. Para el diseño del espacio agroindustrial se utilizaron los siguientes programas informáticos:

- SketchUp 2019: animación de la unidad agroindustrial.
- Layout: Dimensionamiento de la planta.
- Lucichart: diseño de Flujos de procesos.
- Google Earth: dimensionamiento del terreno.

En la parte técnica se tomó en cuenta la norma sanitaria para la autorización y control de fábricas procesadoras de leche y productos lácteos. Ya que, esta norma indica los requisitos mínimos de higiene en la fabricación, manipulación, envasado y almacenamiento.

Metodología

El diseño conceptual de la planta procesadora de lácteos se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, utilizando los programas informáticos, Lucichart, Google Earth, SketchUp y Layout, para elaborar los flujogramas, dimensiones de las áreas y el diseño del plano conceptual de la planta.

La planta se ubicará en la finca Agua Blanca, ya que actualmente esta finca cuenta con una producción tecnificada de leche, que asegura el abastecimiento de materia prima. Además, dicha finca cuenta con todos los requisitos establecidos con la COGUANOR para el funcionamiento de una planta procesadora de lácteos.

Para determinar el espacio necesario para la planta, se determinaron las áreas necesarias para la producción. Para esto se utilizó Lucichart, en este se establecieron los flujos de proceso, donde se

detallaron los pasos a seguir para la producción de cada producto. Estos sirvieron para determinar el equipo necesario para el funcionamiento de la planta. Con base en el equipo necesario y sus dimensiones se determinó el área necesaria dentro de cada parte de la planta. Se tomó en cuenta consideraciones del departamento de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos por sus siglas en inglés (OSHA). Estas instituyen medidas de pasillos en la planta, distanciamiento entre equipos y paredes, espacio de trabajo por operario por máquina, entre otras.

Para la ubicación de cada una de las áreas se realizó un diagrama de Muther, esta toma en cuenta variables de importancia para la cercanía entre los distintos espacios. Para la ubicación de la planta se tomó en cuenta los puntos cardinales y la dirección de las corrientes de aire, eso con el fin de evitar contaminación y ser energéticamente eficientes. Una vez realizado el dimensionamiento de las áreas se utilizó SketchUp y Layout para la animación y el diseño conceptual de la planta procesadora.

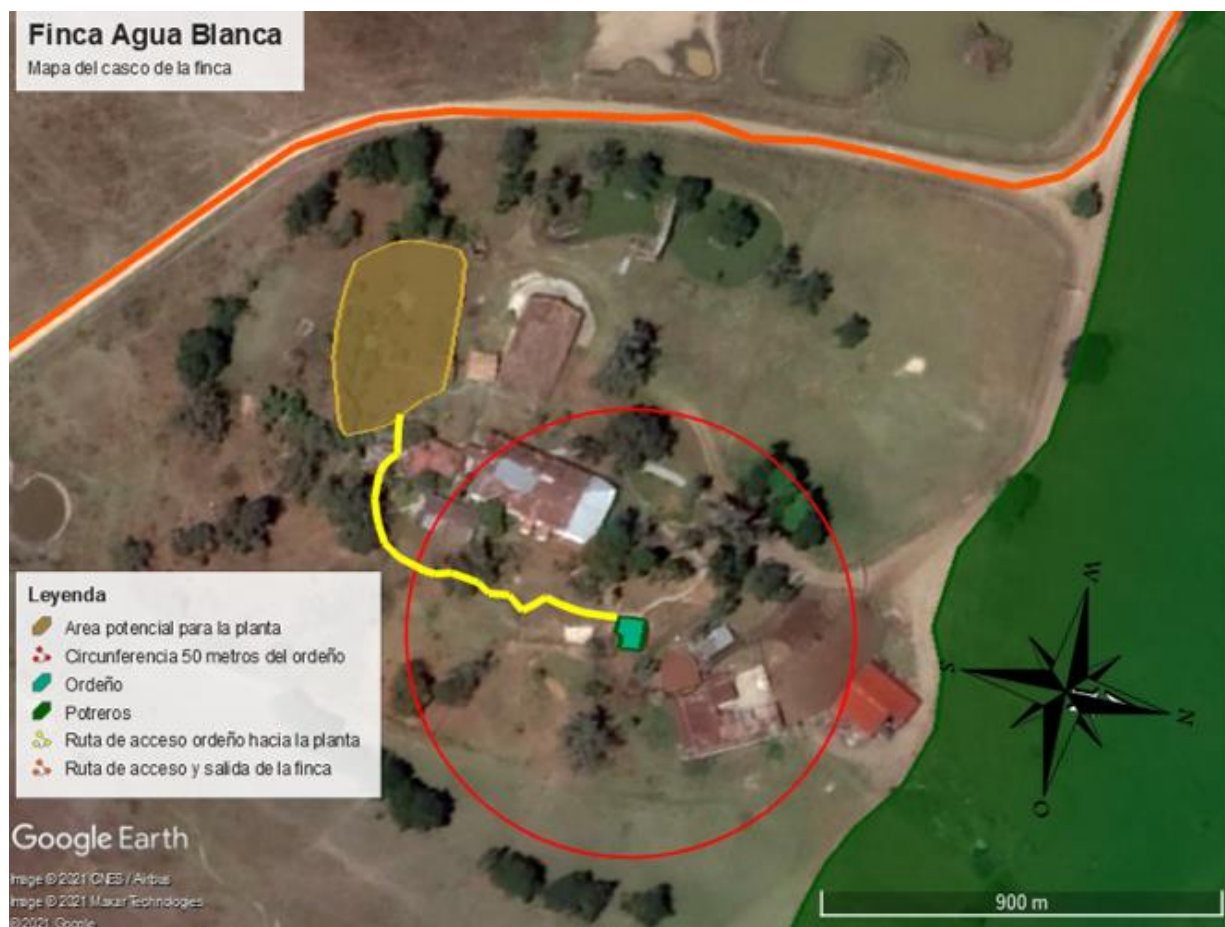
Selección de Terreno

La finca Agua Blanca se encuentra 110 km de la Ciudad de Guatemala. Esta finca cuenta con una explotación de ganado lechero. Para evitar contaminación de *Clostridium tyrobutiricum* es necesario que la planta se encuentre alejada de los silos, ya que esta bacteria se encuentra de forma natural en estos (Ulloa Cardona 2005). Aunque, la legislación guatemalteca no lo indica es necesario que la planta se ubique como mínimo a 50 metros del área de ordeño para evitar contaminación cruzada.

En la finca la dirección de las corrientes de aire usualmente es de sur a norte. Esto influyó en la selección del terreno y en la orientación de la planta, esto se observa en la Figura 1. Los olores emitidos por el área de ordeno son alejados de la planta y se reduce el riesgo de contaminación. Además, los silos se encuentran a una distancia de 200 metros.

Figura 1

Mapa del casco de la finca agua blanca y el área potencial para la planta.

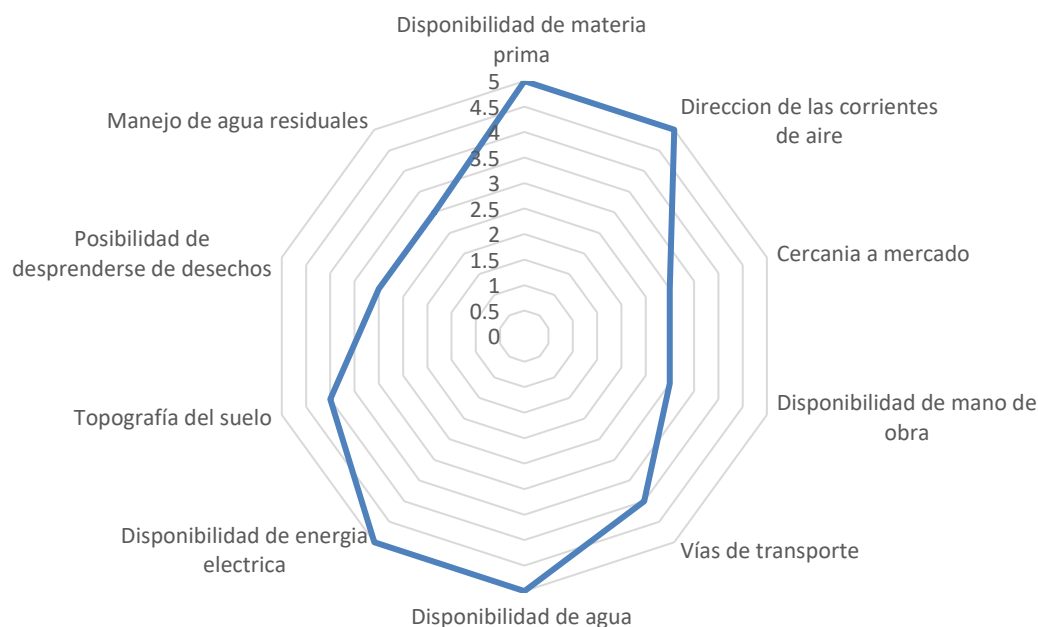


Nota. Tomado de Google Earth 2021

Se realizó un diagrama de araña en el cual se tomaron en cuenta los principales aspectos para la selección del terreno. Se realizó una ponderación para cada aspecto de 1 a 5, en el cual un valor de 5 indica las mejores condiciones y 1 las peores, esto se observa en la Figura 2.

Figura 2

Principales aspectos para la selección del terreno.



Estudio Macro y Micro Localización

Para la aprobación del terreno de la futura planta se tomaron en cuenta factores de macro localización, así como los requisitos que establece la norma sanitaria para la autorización y control de fábricas procesadoras de leche y productos lácteos. Estos son: La zona debe ser libre de olores desagradables, humo, polvo y otros contaminantes. Además, la planta debe estar situada en lugares donde no se produzcan inundaciones. Así mismo, la planta debe estar alejada, como mínimo, 500 m, de fábricas, bodegas o expendios de productos agroquímicos, y no debe estar cerca de basureros ni desagües a flor de tierra (Ministerio de Salud Pública 2003).

Disponibilidad de Materia Prima

La finca Agua Blanca cuenta con una explotación de ganado. Anteriormente, la explotación era de doble propósito, pero en los últimos años se ha iniciado una transición a una explotación lechera. Actualmente, la finca tiene una producción promedio de 1000 litros diarios de leche. En los

próximos años se tiene como objetivo duplicar la cantidad de leche producida dentro de la finca. La finca cuenta con un tanque refrigerado para el almacenamiento de la leche cruda. Esto es una gran ventaja, ya que es posible mantener la calidad de la leche.

Proximidad de Mercado

La finca Agua Blanca se encuentra a 110 km de ciudad de Guatemala, principal mercado potencial para los productos de la planta. Actualmente, los productos lácteos procesados de manera artesanal en la finca son comercializados en la Ciudad de Guatemala. Los principales clientes de los productos lácteos son restaurantes. Una vez la planta esté en operación se desea comercializar los productos en cadenas de supermercados.

Disponibilidad de Mano de Obra

La finca se ubica a 7.1 km de la aldea Potrero Carillo. La población de esta aldea es la principal fuente de mano de obra para la región, actualmente la finca procesa lácteos de manera artesanal por lo que capacitando al personal estos pueden ser la mano de obra de la futura planta de procesamiento, ya que estos ya cuentan con cierta experiencia en el rubro. Los trabajadores de la planta se movilizarán por sus propios medios desde la aldea hasta la finca. Una debilidad de los trabajadores de la zona es el bajo nivel de escolaridad, ya que, estos solo tienen educación primaria terminada.

Vías de Transporte

La finca se ubica a 110 km de la ciudad capital. Para acceder a la finca desde la capital es necesario seguir la carretera CA-9, dicha carretera es una de las principales vías de transporte del país ya que esta conecta la capital con la salida al atlántico. Dicha carretera se encuentra es pavimentada, de doble carril y se encuentra en buen estado. Luego de 50 km se debe utilizar la carretera 19 con dirección a Jalapa. Dicha carretera conecta la cabecera departamental con la ruta principal CA-9. Esta carretera es de asfalto, de un solo carril y se encuentra en buen estado.

Disponibilidad de Agua

La finca cuenta con suficiente agua para abastecer las necesidades de la planta. Se cuenta con un pozo mecánico, actualmente se asume que el agua cumple los requisitos la norma COGUANOR NGO 29001 agua potable. Sin embargo, se requiere un programa de control de calidad físicoquímica y microbiológica del agua para asegurarse que esta pueda utilizarse sin problema. La norma exige los coliformes totales y *E. coli* no sean detectables en 100 mL de agua (COGUANOR 2019).

Disponibilidad de Energía Eléctrica

La finca cuenta con conexión al sistema de luz eléctrica. El suministro de energía eléctrica es estable las 24 horas del día. Sin embargo, la planta contara con generadores eléctricos para asegurar que los cuartos fríos y el área almacenamiento de materia prima puedan funcionar de manera continua en caso de una falla eléctrica.

Disponibilidad de Terreno

En el casco de la finca hay suficiente espacio disponible para la futura planta. Mediante el uso de Google Earth se verificó que el área necesaria para la planta estuviera disponible en el casco de la finca, ya que esta área es la que cumple con los requisitos para el establecimiento del espacio agroindustrial.

Topografía del Suelo

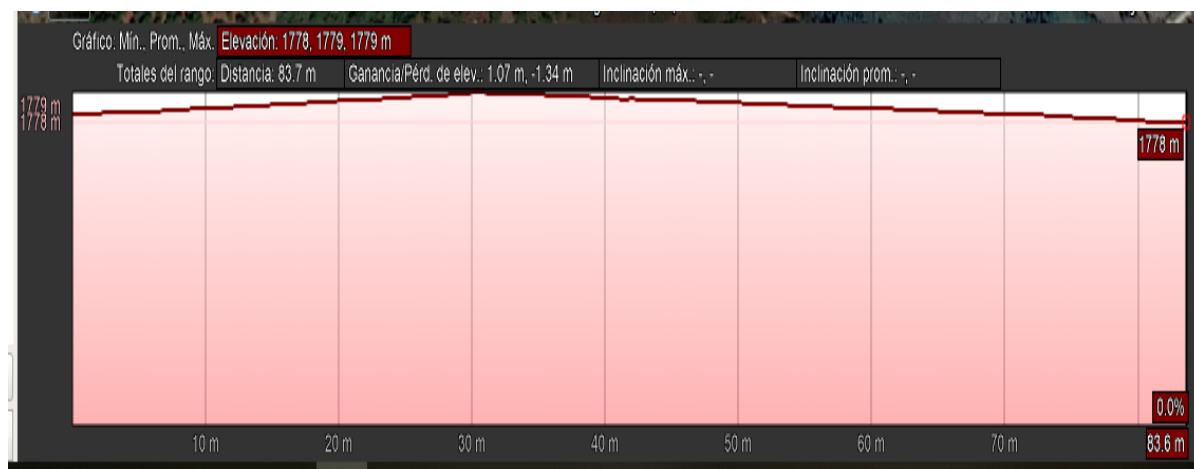
La planta se construirá en un terreno relativamente plano, este tiene una pendiente del 3%. Además, la zona donde se construirá la planta tiene buen drenaje natural, como se observa en el mapa de la finca el agua drena hacia una laguna. El perfil topográfico se presenta en la Figura 3.

Posibilidad de Desprenderse de Desechos

La finca cuenta con un sistema de drenajes que lleva los desechos hacia una fosa séptica. Los drenajes de la planta serán dirigidos hacia dicha fosa. Los desechos sólidos son colectados y extraídos de la finca diariamente, luego estos son depositados en el basurero municipal.

Figura 3

Perfil de elevación del terreno de la planta.



Suministro de Insumos y Envases

Los proveedores de suministros y envases están ubicados en la Ciudad de Guatemala, por este motivo hay que movilizarlos desde la capital hasta la finca. Sin embargo, esto no es una limitante ya que las vías de acceso permiten la movilización de vehículos de manera eficiente.

Logística de Producción

Se identificaron tres líneas principales en los distintos productos que la planta elaborara, quesos que no requieren cocción de la cuajada, quesos con cocción de cuajada y quesos con inoculación de cultivos lácticos. El queso fresco y el blanco mexicano pertenecen a la línea que no requieren cocción de cuajada, el queso panela y de capas a la línea que requieren cocción de cuajada y el queso pita a la línea de quesos con inoculación de cultivos lácticos. Con base en los distintos pasos que deben seguir las líneas de producción se establecieron las distintas áreas necesarias para el procesamiento de dichos productos. La planta estará dividida en 19 áreas principales, estas se presentan el Cuadro 1.

Cuadro 1

Principales áreas internas de la planta de lácteos.

Numero	Áreas
1	Recepción de leche
2	Almacenamiento de materia prima
3	Área de procesamiento
4	Área de empackado
5	Cuartos fríos
6	Despacho
7	Vestidor de hombres
8	Vestidor de mujeres
9	Comedor
10	Laboratorio de control de calidad
11	Oficina encargada de planta
12	Cuarto eléctrico
13	Bodega de insumos
14	Área de maquinaria
15	Bodega de desinfectante
16	Bodega de químicos
17	Área de lavado de utensilios
18	Bodega de empaque
19	Área de lavado de utensilios

Aunque actualmente la finca solo produce un promedio de 1000 litros este análisis se realizó con la premisa que la planta procesará 2000 litros de leche al día. Ya que, es recomendable construir la planta con el doble de la capacidad con la que es pensada en un principio, esto debido a que las ampliaciones usualmente son más costosas y se hacen más difíciles de realizar (Revilla 2004). Además, la finca tiene como objetivo duplicar su producción en los próximos años. La distribución de la materia prima para los distintos productos a elaborar se estimó con base en la demanda actual de los productos procesados artesanalmente en la finca. Se consideró que la demanda se mantendrá constante ya que esta no ha presentado cambios significativos desde que se comenzó la comercialización de productos lácteos, esta se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2

Porcentaje de la materia prima destinada a los distintos productos.

Tipo de queso	Blanco mexicano	Fresco	Panela	Capas	Pita
Porcentaje de leche destinada a la producción	5	10	29	12	44

Resultados y Discusión

Plano Conceptual de la Planta Procesadora de Lácteos

La planta fue diseñada acorde a los requisitos establecidos por el Artículo 3 de la Norma Sanitaria para la Autorización y Control de Fábricas Procesadoras de Leche y Productos Lácteos. Este articulado titulado Establecimiento: Autorización, diseño y construcción de las instalaciones toma en cuenta los siguientes aspectos para que una planta procesadora de lácteos pueda operar en Guatemala.

Ubicación

La ubicación seleccionada cumple con los requisitos establecidos por la norma ya que en un radio de 500 metros no existen fábricas, bodegas, expendios de agroquímicos. Además, no se encuentra cerca de basureros o de desagües a flor de tierra. Debido a que la planta estará situada en una zona con buen drenaje natural, no hay riesgo de inundaciones ya que esta se encuentra en un área con una pendiente leve. Aunque la norma estudiada no indica, es recomendable que la planta se encuentre alejada a un mínimo de 50 metros del ordeño. Esto con el fin de evitar una posible contaminación (Osorio 2021).

Vías de Acceso y Zonas Usadas para el Tráfico Rodado

Actualmente, existe una calle de cemento que circula el perímetro del casco, esta calle se utilizara para movilizar la leche del ordeño hacia la planta. Así mismo, se conceptualizo una calle de cemento del casco de la finca hacia la entrada de esta, ya que actualmente esta calle es de balastro. En esta calle circularan vehículos del personal, proveedores de materia prima y vehículos para movilizar el producto terminado. Así mismo, se diseñó una acera cemento alrededor de la planta para facilitar el movimiento por la periferia de la planta y colocar una barrera para evitar acceso a plagas. Cabe mencionar que tanto la acera como la calle de acceso se han conceptualizado de cemento debido a que esto es exigido en la regulación. El casco de la finca se encuentra rodeado por un cerco, esto es de mucha importancia ya que el acceso de personas, animales y vehículos debe ser restringido.

Flujo de Proceso General de la Planta

En los flujos de proceso, se detallan los pasos que sigue en la leche en las distintas etapas para su transformación en distintos productos lácteos. Para el flujo se usó la simbología de la norma ISO 9000, la cual asigna los símbolos en base a su proceso (Comité Europeo de Normalización 2001)

- Círculo: Operación, fase del proceso o procedimiento.
- Flecha: Movimiento del material o personal.
- Cuadrado: Inspección y medición.
- Rombo: Toma de decisión.

Descripción del Flujo de Proceso General de la Planta

- Al momento que el vehículo que transporta la leche llega a la planta es necesario determinar si la leche es apta para procesamiento. Por este motivo se debe hacer una inspección de calidad y muestreo.

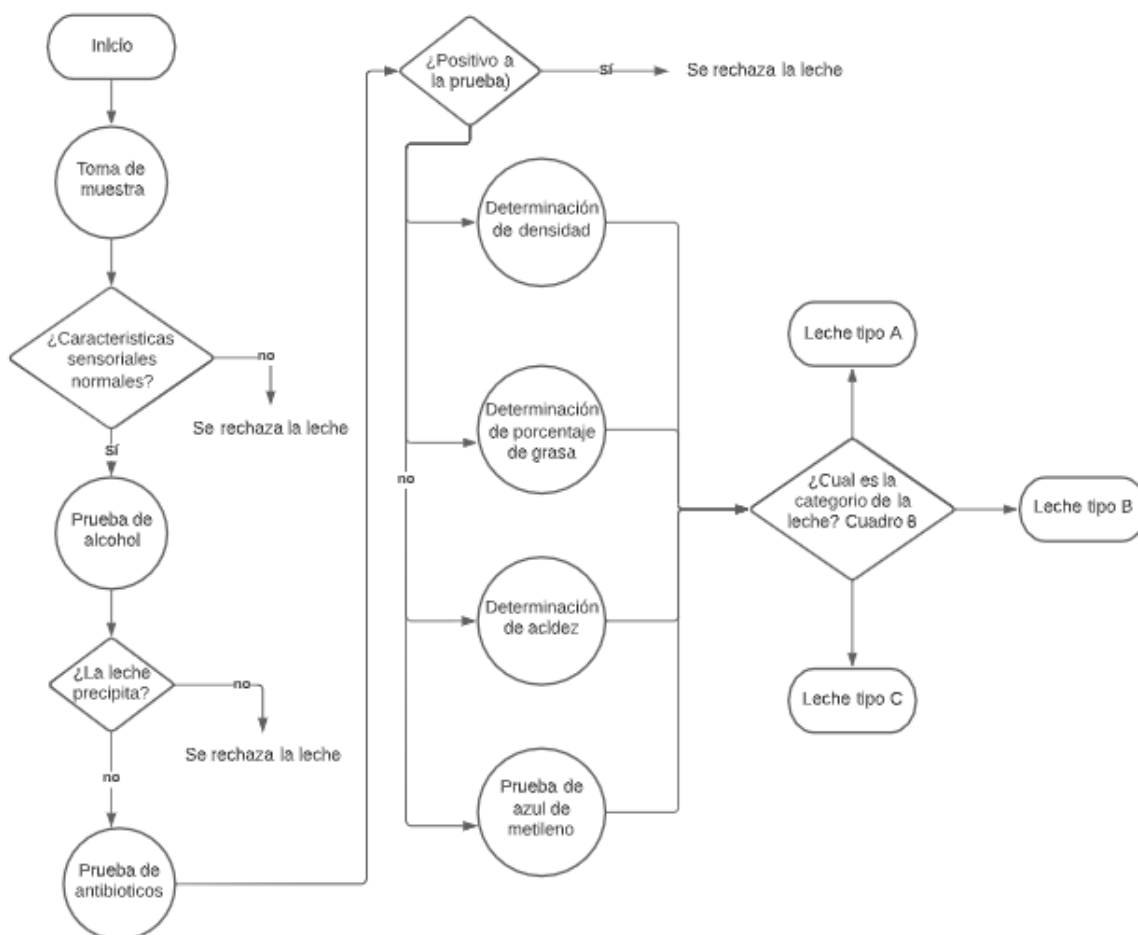
- Las pruebas para realizar fueron las siguientes: Residualidad de antibióticos con delvotest, determinación de grasa con babcock, prueba de alcohol, determinación de acidez ATECAL mediante titulación, y determinación de densidad con lactodensímetro.

- A partir de los resultados de las pruebas de laboratorio se determinará si la leche es apta para el uso en la planta, así como su calidad.

- Si la leche es rechazada, la leche no será admitida en planta y esta retirada de inmediato. El flujo de proceso general de la planta se presenta en la Figura 4.

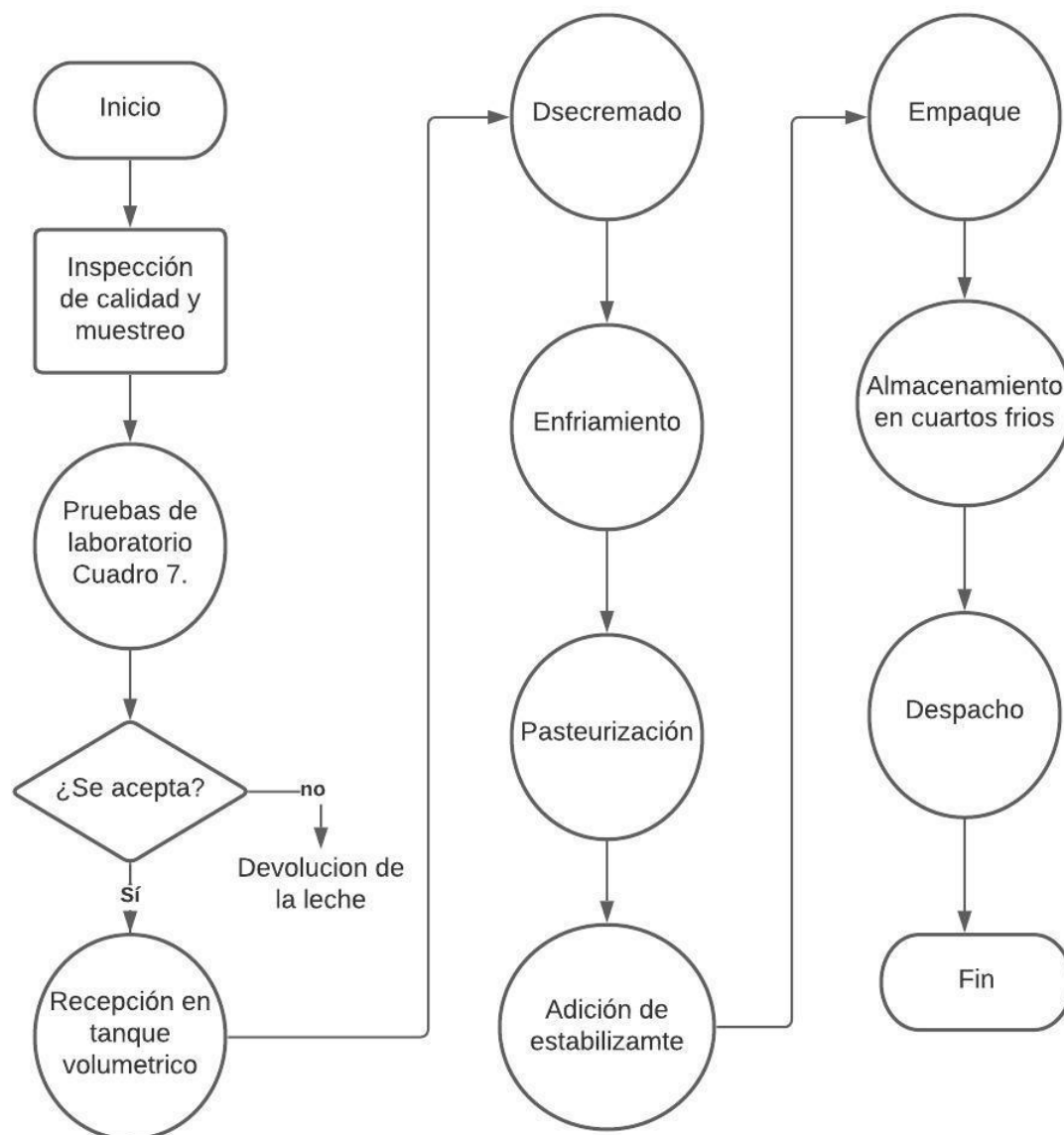
Figura 4

Flujo de proceso al momento de recepción.



Crema

Según la norma guatemalteca para quesos no madurados, COGUANOR NGO 34 240. La crema de leche es definida como el producto obtenido a partir de la concentración de la grasa láctea y esta debe tener un contenido de grasa total arriba del 35% (COGUANOR 1997). Como se observa en la Figura 5, la planta producirá crema mediante el proceso de descremado de la leche entera.

Figura 5*Flujo de proceso crema.***Descripción del Flujo de Proceso**

- La crema se obtiene a partir de la centrifugación de la grasa. El porcentaje de grasa es determinado por el método de babcock.
- Una vez que se conoce el porcentaje de grasa inicial de la leche y el porcentaje de grasa necesario para elaborar cierto tipo de queso se realiza el cálculo de cuanta leche ser descremada

- Lo primero que debe hacerse es precalentar la leche que será descremada.
- La leche se precalentará a una temperatura de 36 °C en un tanque de doble chaqueta de acero inoxidable. Es necesario precalentar la leche ya que esta se encuentra refrigerada y si no es precalentada los rendimientos serán afectados.
- Luego la leche es bombeada hacia la descremadora donde se separa la crema de la leche descremada.
- La leche descremada se une con la leche entera en otro tanque. Mientras que la crema se recibe en yogos.
- Los yogos son almacenados en el cuarto frío 1 (Cuarto frío de producto intermedio no pasteurizado).
- Posteriormente la crema se pasteuriza a una temperatura de 63 °C por 30 minutos.
- Después de esto la crema es pesada y se agrega estabilizante a razón del 0.5% de la masa.
- Luego es empacada y etiquetada en el área de empaque.
- Posteriormente es almacenada en los cuartos fríos dos o tres a una temperatura de 4 °C en cajas plásticas.
- Por último, la crema es despachada para continuar con el proceso de distribución.

Cuadrados de Pearson Crema

La cantidad de crema a obtener depende del porcentaje inicial de grasa de la leche y el porcentaje al cual se desea tener la leche estandarizada para cada tipo de queso. Los dos porcentajes de grasa utilizados para la producción de quesos en esta planta son de 3.5 y 2.8%. Los valores normales de grasa para vacas jersey son de 4.2 a 5% (Garcia et al. 1996). La densidad de la leche oscila entre 1.028 a 1.033 g/mL (FAO 2011). Por este motivo se realizarán ocho cuadrados de Pearson y ocho escenarios distintos para determinar cuanta crema podría obtenerse diariamente (Cuadro 3). Se determinó que diariamente la producción de crema puede oscilar entre 39.63 y 122.79 kg.

Cuadro 3

Cantidad de crema a obtener según variables de la leche.

Densidad g/ml	Grasa inicial %	Porcentaje de grasa leche estandarizada	Cantidad de crema obtenida kg	Crema+Estabilizante kg
1.028	4.2	2.8	77.38	77.77
1.028	4.2	3.5	39.43	39.63
1.028	5	2.8	121.59	122.20
1.028	5	3.5	84.49	84.91
1.033	4.2	2.8	77.75	78.14
1.033	4.2	3.5	39.62	39.82
1.033	5	2.8	122.18	122.79
1.033	5	3.5	84.9	85.32

El 95% de la leche es estandarizada al 2.8% de grasa ya que, solamente el queso blanco mexicano se elabora a partir de leche con 3.5% de grasa. Con base en esto se podría esperar obtener entre 75.86 kg de crema y 120.91 kg de crema diariamente.

Queso Fresco

Según la norma guatemalteca para quesos no madurados, COGUANOR NGO 34 197. El queso fresco es definido como queso no madurado ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, levemente granular, preparado con leche integra, semi descremada o descremada, cuajada por enzimas y/o ácidos orgánicos, generalmente sin cultivos lácticos (COGUANOR 1997). La planta producirá dos tipos de quesos frescos. La diferencia entre estos es el tipo de precipitación que se utilizara. Para el queso blanco mexicano se utilizará precipitación acida y para el queso fresco una precipitación enzimática. La planta destinara el 5% de la leche recibida y el 10% para la producción de queso blanco mexicano y queso fresco, respectivamente.

Descripción del Flujo de Proceso Quesos Frescos

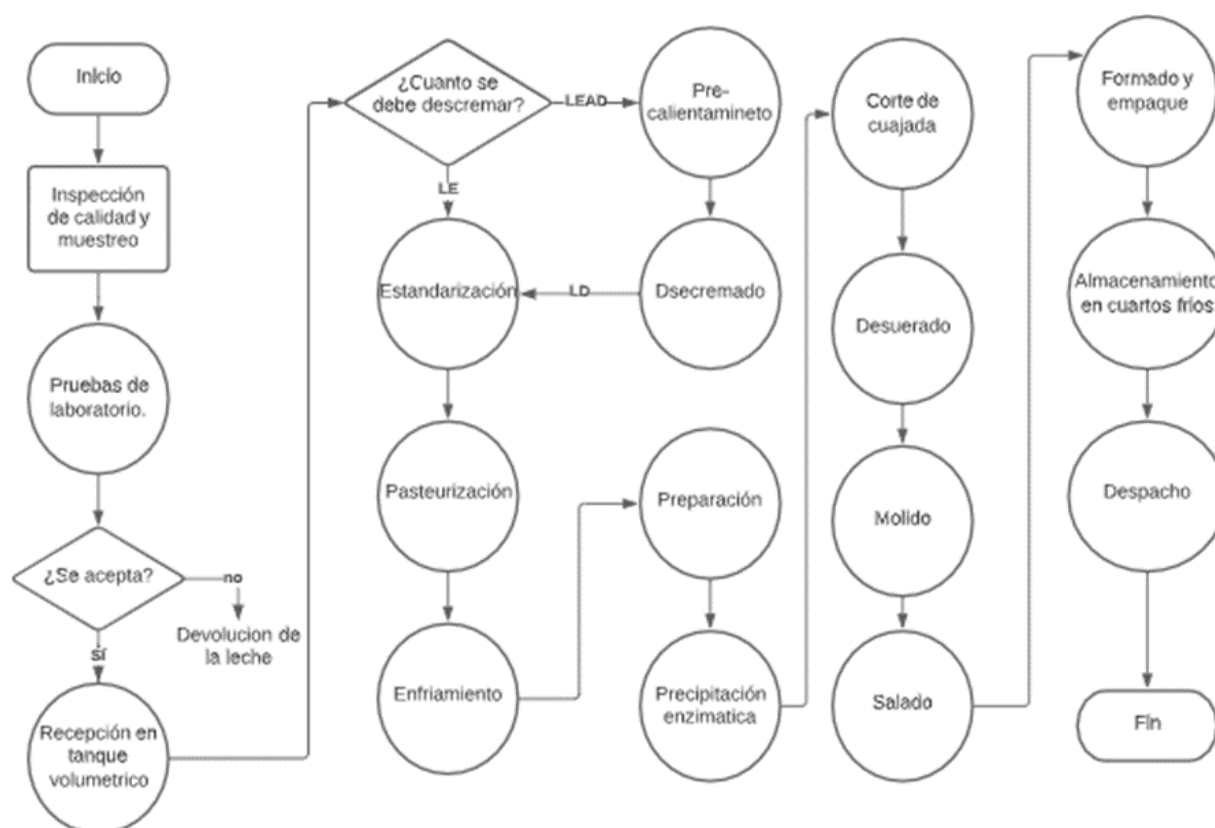
- El queso fresco será elaborado con leche estandarizada con al 2.8% de grasa. Lo primero que debe hacerse es precalentar la leche que será descremada.
- La leche se precalentará a una temperatura de 36 °C en un tanque de doble chaqueta de acero inoxidable. Es necesario precalentar la leche ya que esta se encuentra refrigerada y si no es precalentada los rendimientos serán afectados.
- Posteriormente, la leche descremada se mezclará con la leche entera en un tanque de almacenamiento. Al momento que se mezcla la leche entera con la leche descremada, se obtendrá leche estandarizada al 2.8% de grasa. La cantidad de leche descremada y leche entera a utilizar variará en función del porcentaje de grasa que tiene en ese día.
- Esta leche será bombeada a la pasteurizadora por tandas. Una vez la leche se encuentre dentro de la pasteurizadora esta alcanzará una temperatura de 63 °C y esta deberá mantenerse por 30 minutos.
- Luego que la leche ha sido pasteurizada, esta será enfriada a una temperatura de 35 °C. La leche será enfriada utilizando un intercambiador de placas. Esto con el fin de reducir la temperatura rápidamente.
- La leche a 35 °C será bombeada hacia la tina quesera. Para prepararla para la producción de queso.
- Se debe agregar cloruro de calcio a razón de 0.02% del total de la masa de leche a utilizar. Después de agregar el cloruro de calcio se debe agitar por minutos.

Queso Fresco

El queso fresco y el queso blanco mexicano comparten muchas similitudes en el proceso. Ya que este queso tiene una precipitación enzimática. Su procesamiento tiene un cambio al momento de la precipitación, esto se puede observar en la Figura 6.

Figura 6

Flujo de proceso de queso fresco.



Descripción Flujo de Proceso Queso Fresco

- Luego de la agitación se agrega el cuajo, y se agita nuevamente por dos minutos.
- La leche tarda en coagular de 30 a 45 minutos. Una vez la leche coagulo se debe esperar a 15 minutos para que el rendimiento no se vea afectado.
- Se debe cortar la cuajada en cubos de 1 cm, luego que se corta se procede a desuerar.
- Una vez se tiene la cuajada cortada esta se lleva al área de empaque donde se muele, se pesa la cuajada molida y se agrega sal a proporción del 1.5% del peso de la cuajada.

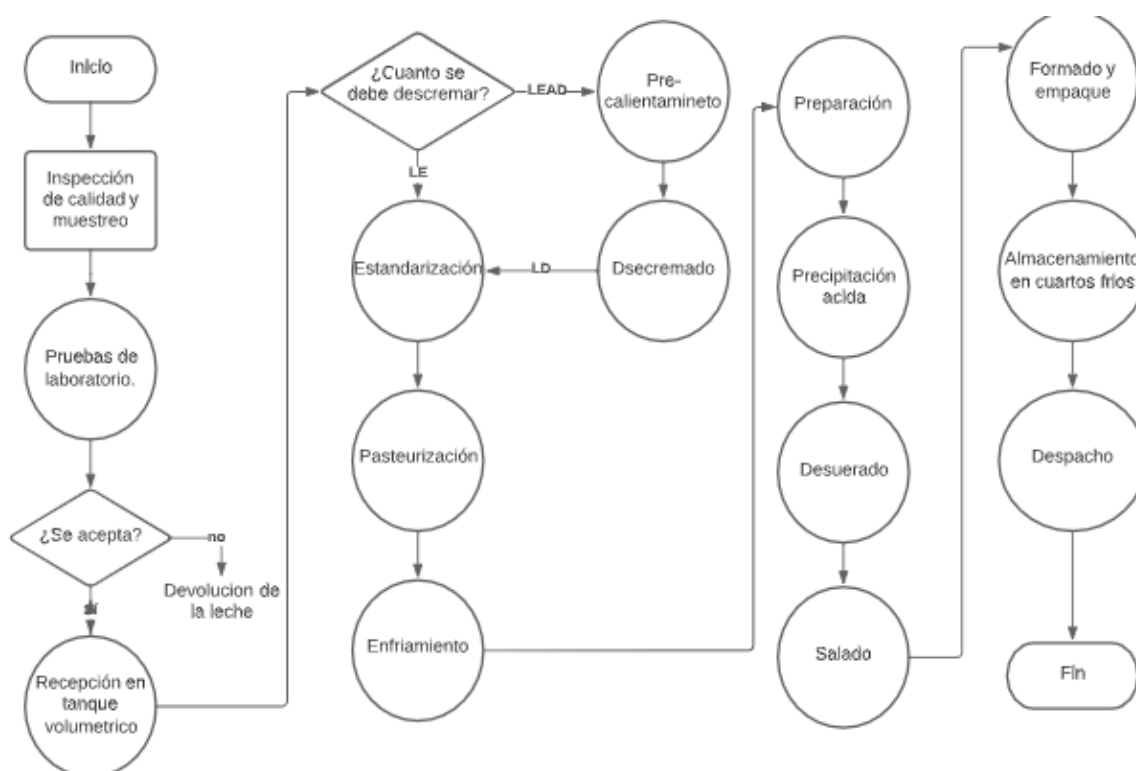
- Posteriormente se llenan los moldes y estos son colocados hacia abajo para que el suero restante pueda drenar.
- Por último, el queso es empacado al vacío. Este se lleva al cuarto frío de producto terminado donde se almacena a 4 °C hasta que es despachado.

Queso Blanco Mexicano

El queso fresco y el queso blanco mexicano comparten tienen muchas similitudes en el proceso. Ya que este queso tiene una precipitación ácida. Su procesamiento tiene un cambio al momento de la precipitación, esto se puede observar en la Figura 7.

Figura 7

Flujo de proceso de queso blanco mexicano.



Descripción flujo de proceso queso blanco mexicano

- A diferencia del queso fresco, el queso blanco mexicano se elabora utilizando precipitación enzimática y este se realiza utilizando leche con 3.5% de grasa.

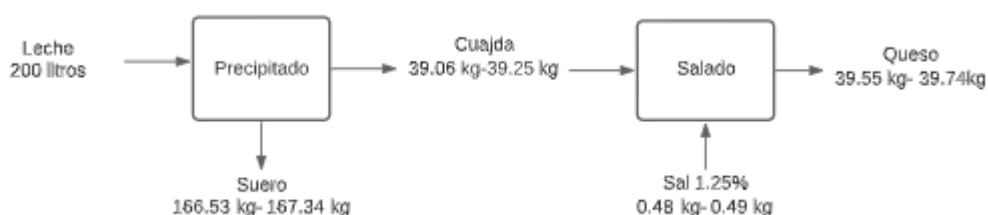
- Luego de agregar el cloruro de calcio, se agrega vinagre comercial a razón del 0.02% del volumen de la leche utilizada.
- La leche tarda en coagular de 30 a 45 minutos. Una vez la leche coagulo se debe esperar a 15 minutos para que el rendimiento no se vea afectado.
- Luego de esto, se debe desuerar y la cuajada se mueve hacia el área de empaque donde esta es pesada y se agrega el 1.25% de la sal.
- Posteriormente, se llenan los moldes y estos son colocados hacia abajo para que el suero restante pueda drenar.
- Por último, el queso es empacado al vacío. Este se lleva al cuarto frio de producto terminado donde se almacena a 4 °C hasta que es despachado.

Balance de Materia Queso Fresco

Para el queso fresco se destinará una el 10% de leche recibida en planta. Esto representa 200 litros diarios o 1400 litros semanales. El rendimiento de este queso de leche a queso es del 19% es decir por cada 100 kg se pueden obtener 19 kg de queso sin sal (Figura 8). El rendimiento utilizado en el balance de materia fue obtenido a partir de rendimiento reales de la finca agua blanca.

Figura 8

Balance de materia queso fresco.



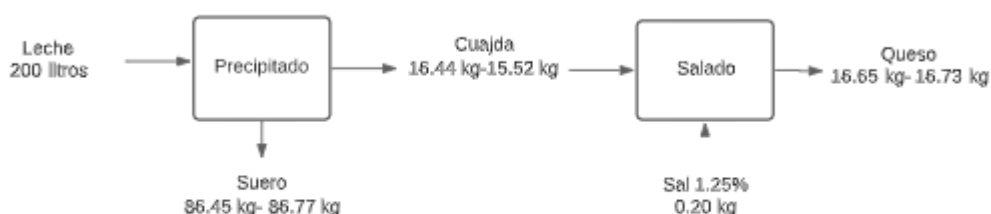
Balance de Materia Queso Blanco Mexicano

Para el queso fresco se destinará una el 5% de leche recibida en planta. Esto representa 100 litros diarios o 1000 litros semanales. El rendimiento de este queso de leche a queso es del 16% es

decir por cada 100 kg se pueden obtener 16 kg de queso sin sal (Figura 9). El rendimiento utilizado en el balance de materia fue obtenido a partir de rendimiento reales de la finca agua blanca.

Figura 9

Balance de materia queso blanco mexicano.



Queso de Capas

Según la norma guatemalteca para quesos no madurados, COGUANOR NGO 34 197. El queso de capas es definido como queso no madurado, escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, no granular, levemente elástico preparado con leche integra, cuajada por enzimas y/o ácidos orgánicos, generalmente sin cultivos láctico. (COGUANOR 1997). La planta destinará el 12% de la leche recibida para la producción de queso de capas, este queso se realizará a partir de leche estandarizada al 3.5% de grasa.

Queso Panela

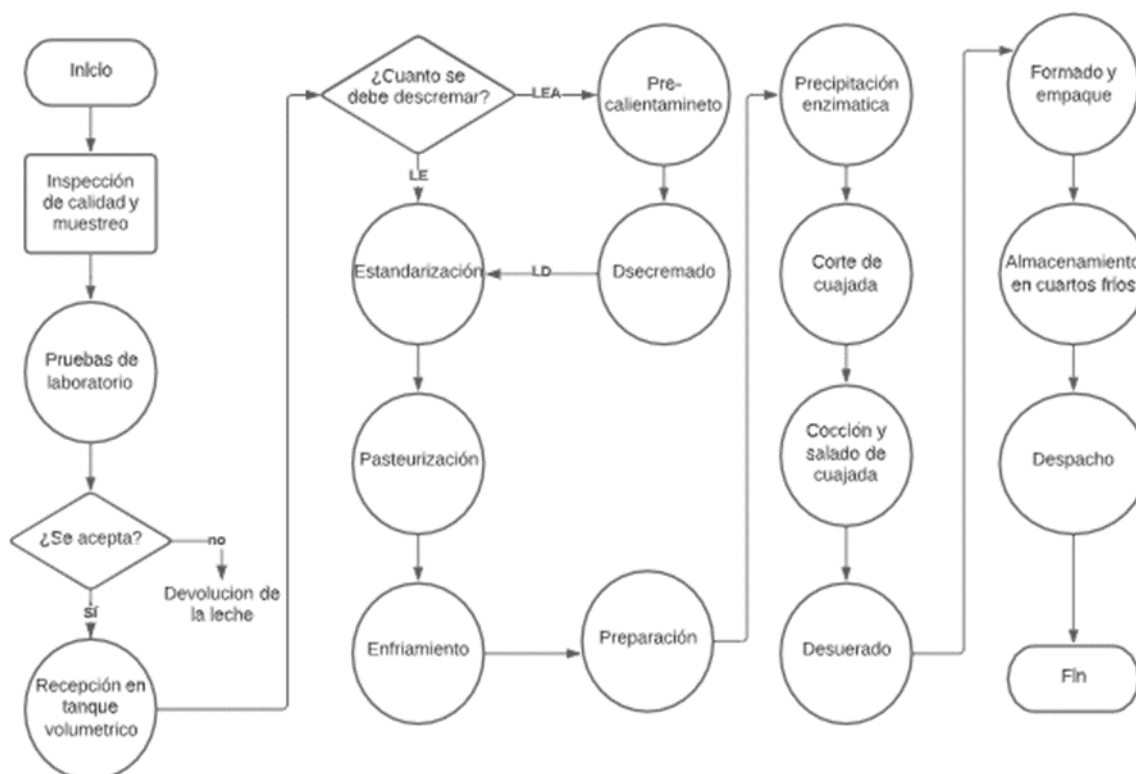
Actualmente la guatemalteca para quesos no madurados, COGUANOR NGO 34 197 no especifica las características que debe tener el queso panela. Sin embargo, este caracteriza por ser un queso fresco, obtenido mediante precipitación enzimática, elaborado a partir de leche entera, cuya cuajada es cocida hasta que se obtiene la textura deseada (Ramirez Lopez y Velez Ruiz 2012). Este queso comparte muchas características con el queso de capas el único cambio en el proceso es el tamaño de corte de la cuajada.

Descripción de Flujo de Proceso Queso Panela y Queso de Capas

A continuación, se detalla el flujo de proceso para la elaboración de queso de panela y queso de capas (Figura 10).

Figura 10

Flujo de proceso queso panela y de capas.



Descripción Flujo de Proceso Queso Panela

- El queso será elaborado con leche estandarizada con al 3.5% de grasa. Lo primero que debe hacerse el precalentar la leche que será descremada.
- La leche se precalentará a una temperatura de 36 °C en un tanque de doble chaqueta de acero inoxidable. Es necesario precalentar la leche ya que esta se encuentra refrigerada y si no es precalentada los rendimientos serán afectados.
- Posteriormente, la leche descremada se mezclará con la leche entera en un tanque de almacenamiento. Al momento que se mezcla la leche entera con la leche descremada, se obtendrá

leche estandarizada al 3.5% de grasa. La cantidad de leche descremada y leche entera a utilizar variara en función del porcentaje de grasa que tiene en ese día.

- Esta leche será bombeada a la pasteurizadora por tandas. Una vez la leche se encuentre dentro de la pasteurizadora esta alcanzará una temperatura de 63 °C y esta deberá mantenerse por 30 minutos.

- Luego que la leche ha sido pasteurizada, esta será enfriada a una temperatura de 35 °C. La leche será enfriada utilizando un intercambiador de placas. Esto con el fin de reducir la temperatura rápidamente.

- La leche a 35 °C será bombeada hacia la tina quesera. Para prepararla para la producción de queso.

- Se debe agregar cloruro de calcio a razón de 0.02% del total de la masa de leche a utilizar. Después de agregar el cloruro de calcio se debe agitar por minutos.

- Luego de la agitación se agrega el cuajo, y se agita nuevamente por dos minutos.

- La leche tarda en coagular de 30 a 45 minutos. Una vez la leche coagula se debe esperar a 15 minutos para que el rendimiento no se vea afectado.

- Se debe cortar la cuajada en cubos de 1 y 3 cm, para elaborar queso panela y de capas respectivamente, luego que se corta se procede a hacer un desuerado parcial.

- Se debe retirar aproximadamente la mitad del suero. Además, con base en los rendimientos esperados se agrega el 2.50% de sal con base en la masa de queso que se obtendrá.

- El suero restante es calentado lentamente hasta que alcanza una temperatura de 43 °C y este se agita hasta que la cuaja tiene la textura deseada.

- Una vez que se tiene la textura adecuada se procede a desuerar totalmente.

- Posteriormente, se llenan los moldes y estos son colocados hacia abajo para que el suero restante pueda drenar.

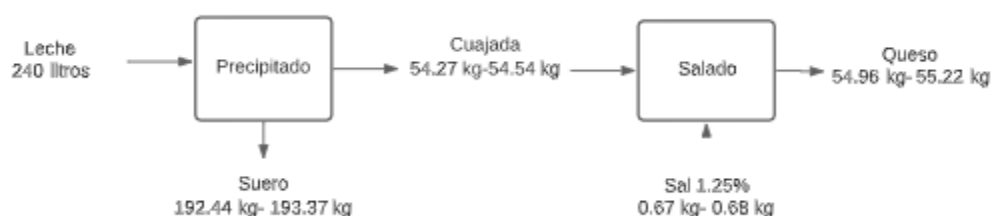
- Por último, el queso es empacado al vacío. Este se lleva al cuarto frío de producto terminado donde se almacena a 4 °C hasta que es despachado.

Balance de Materia Queso de Capas

Para el queso de capas se destinará una el 12% de leche recibida en planta. Esto representa 240 litros diarios o 1680 litros semanales. El rendimiento de este queso de leche a queso es del 22% es decir por cada 100 kg se pueden obtener 22 kg de queso sin sal (Figura 11). El rendimiento utilizado en el balance de materia fue obtenido a partir de rendimiento reales de la finca agua blanca.

Figura 11

Balance de materia queso de capas.

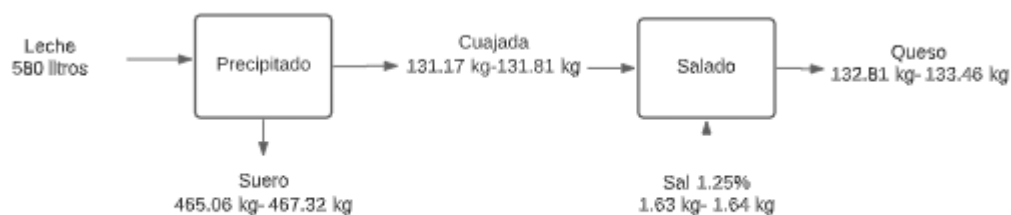


Balance de Materia Queso Panela

Para el queso panela se destinará una el 29% de leche recibida en planta. Esto representa 580 litros diarios o 4060 litros semanales. El rendimiento de este queso de leche a queso es del 18% es decir por cada 100 kg se pueden obtener 18 kg de queso sin sal (Figura 12). El rendimiento utilizado en el balance de materia fue obtenido a partir de rendimiento reales de la finca agua blanca.

Figura 12

Balance de materia queso panela.



Queso Pita

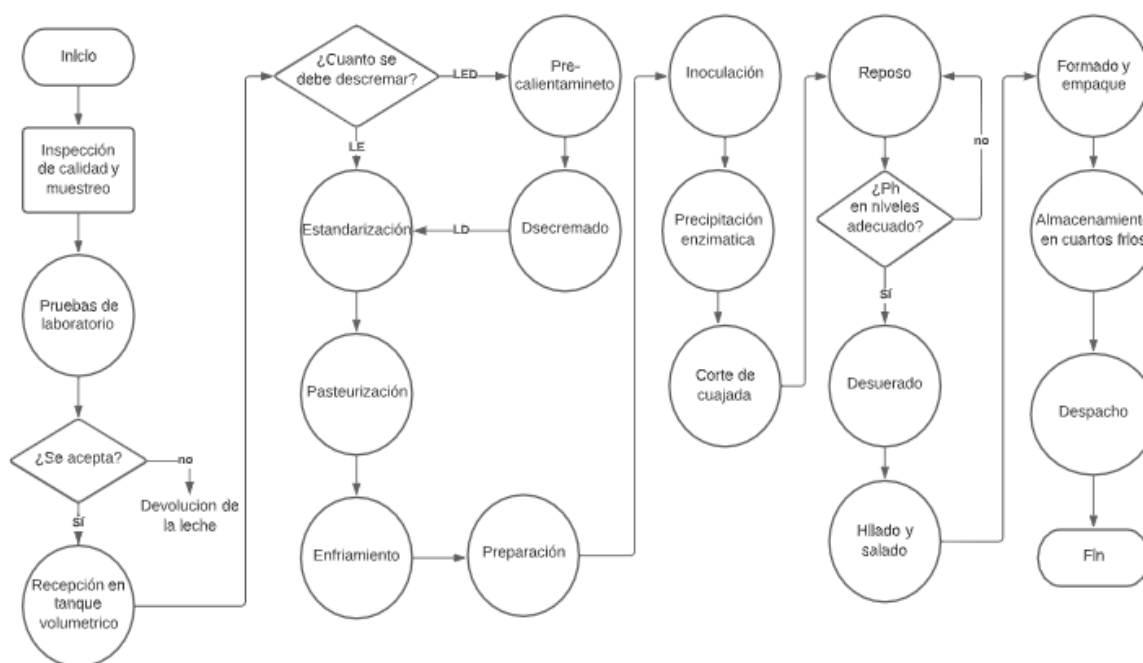
Actualmente la guatemalteca para quesos no madurados, COGUANOR NGO 34 197 no especifica las características que debe tener el queso pita. Sin embargo, este es un queso de “pasta hilada” suave, de coagulación enzimática, que incluye la adición de microorganismos (Ramirez Lopez y Velez Ruiz 2012)

Descripción del Flujo de Proceso Queso Pita

La Figura 13 detalla el flujo de proceso para la elaboración de queso pita, así mismo se presentan los puntos para la toma de decisión a lo largo del proceso.

Figura 13

Flujo de proceso queso pita.



Descripción flujo de Proceso Queso Pita

- El queso será elaborado con leche estandarizada con al 2.8% de grasa. Lo primero que debe hacerse el precalentar la leche que será descremada.

- La leche se precalentará a una temperatura de 36 °C en un tanque de doble chaqueta de acero inoxidable. Es necesario precalentar la leche ya que esta se encuentra refrigerada y si no es precalentada los rendimientos serán afectados.

- Posteriormente, la leche descremada se mezclará con la leche entera en un tanque de almacenamiento. Al momento que se mezcla la leche entera con la leche descremada, se obtendrá leche estandarizada al 2.8% de grasa. La cantidad de leche descremada y leche entera a utilizar variara en función del porcentaje de grasa que tiene en ese día.

- Esta leche será bombeada a la pasteurizadora por tandas. Una vez la leche se encuentre dentro de la pasteurizadora esta alcanzará una temperatura de 63 °C y esta deberá mantenerse por 30 minutos.

- Luego que la leche ha sido pasteurizada esta será enfriada a una temperatura de 43 °C. La leche será enfriada utilizando un intercambiador de placas. Esto con el fin de reducir la temperatura rápidamente.

- La leche a 43 °C será bombeada hacia la tina quesera. Para prepararla para la producción de queso.

- Se debe agregar cloruro de calcio a razón de 0.02% del total de la masa de leche a utilizar. Después de agregar el cloruro de calcio de debe agitar por minutos.

- Una vez la leche está preparada se debe inocular con *Streptococcus thermophilus* para esta producción se utilizará el cultivo DVS® STI™ de la casa comercial Chr. Hansen.

- Luego de la agitación se agrega el cuajo, y se agita nuevamente por dos minutos.

- La leche tarda en coagular de 30 a 45 minutos. Una vez la leche coagulo se debe esperar a 15 minutos para que el rendimiento no se vea afectado.

- Se debe cortar la cuajada en cubos de 2 cm.

- La temperatura debe mantenerse a 43 °C hasta que el pH llegue a un rango entre 5.1 y 5.3.

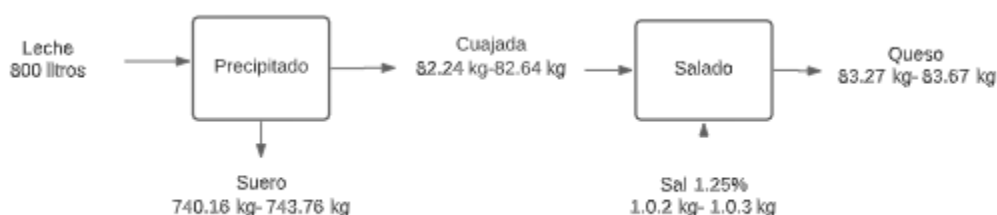
- Una vez la cuajada llega a temperatura deseada esta se lleva a las ollas de acero inoxidable donde la cuajada es lavada con agua. Posteriormente esta agua se retira.
- Luego se procede a añadir agua caliente a 85 °C para comenzar el proceso de hilado, la cuajada es movida constantemente con una paleta de acero inoxidable.
- La cuajada al estar fundida es estirada por los operarios hasta que esta alcanza la textura deseada.
- Luego se saca la cuajada y esta se estira sobre la mesa de acero inoxidable.
- Posteriormente la cuajada se pesa y se procede a salar por los dos lados,
- Por último, el queso cortado, pesado y empacado al vacío. Este se lleva al cuarto frío de producto terminado donde se almacena a 4 °C hasta que es despachado.

Balance de Materia Queso de Pita

Para el queso de pita se destinará el 44% de leche recibida en planta. Esto representa 880 litros diarios o 6160 litros semanales. El rendimiento de este queso de leche a queso es del 10% es decir por cada 10 kg se pueden obtener 19 kg de queso sin sal (Figura 14). El rendimiento utilizado en el balance de materia fue obtenido a partir de rendimiento reales de la finca agua blanca.

Figura 14

Balance de materia queso de pita.



Edificios e Instalaciones

Disposición de Áreas y Ambientes

Las áreas de la planta que están directamente relacionadas con el flujo de proceso son: el área de recepción, almacenamiento de materia prima, área de procesamiento, empaque, almacenamiento

de material de empaque, almacenamiento de insumos y utensilios, cuarto fríos y área de despacho.

Para determinar el espacio necesario de cada área se tomó en cuenta el equipo necesario dentro de estas, así como las dimensiones de cada equipo. Esto se puede observar en el Cuadro 4.

Cuadro 4

Principales áreas de producción, dimensiones y su equipamiento

Área	Equipo	Cantidad	Dimensiones (L*W*H) m
Recepción	Tanque de precalentamiento	1	1.2*1*0.8
	Bomba centrífuga	2	0.56*0.48*0.52
	Descremadora	1	0.8*0.61*1
Laboratorio	Centrífuga	1	0.56*0.48*0.52
	Refrigeradora	1	0.47*0.48*10.5
	Mesón	1	2*0.7*1.1
	Lavaplatos	1	0.4*0.35
Almacenamiento	Taque de almacenamiento	2	2.47*1.38*1.32
	Bomba centrífuga	2	0.56*0.48*0.52
Procesamiento	Pasteurizadora	1	1.85*1*1
	Bomba centrífuga	1	0.56*0.48*0.52
	Intercambiador de placas	1	0.92*32
	Lavaplatos	1	1.75*0.7*1
	Tina quesera	1	2.2*1.1*1.82
	Ollas	2	1*1*1.020.7
	Mesa de acero inoxidable	1	1.6*0.7*0.95
	Mesa de acero inoxidable	2	2*0.7*0.95
Empaque	Lavaplatos	1	1.75*0.7*1
	Empacadora al vacío	1	1.82*0.88*0.97

Todo el equipo se encuentra alejado como mínimo 50 cm entre el equipo y la pared, y 100 cm entre equipos. Esto facilita la limpieza, inspección del equipo y permite que el personal pueda circular sin problemas. Así mismo, la planta tiene un flujo lineal, ya que la normativa exige un flujo unidireccional desde la recepción de materias primas hasta el despacho del producto terminado. La planta será lineal ya que esta se adapta hacia la marcha adelante del producto y al momento de querer ampliar la planta es posible hacerlo en las cuatro caras de esta (Ulloa Cardona 2005)

La distribución de las áreas de la planta se realizó para cumplir con la norma sanitaria. En la distribución del área dentro de la planta las zonas donde se tiene contacto directo con el producto no deben estar conectadas de manera directa con las áreas de limpieza y el resto de las áreas destinadas para el uso del personal (Ministerio de Salud Pública 2003).

Zonas de Manipulación del Producto

Pisos.

La norma indica que los pisos deben construirse con materiales impermeables, inabsorbentes, lavables, y antideslizantes estos no deben tener grietas y deben fáciles de limpiar y desinfectar. Por este motivo se decidió utilizar colocar un recubrimiento de uretano en las zonas donde se tiene manipulación directa con alimentos y en el resto de la planta se utilizó azulejo. Ya que el piso de uretano es de naturaleza antideslizante, además este al ser de una sola pieza no presenta uniones lo que facilita su limpieza y desinfección (Tito 2020).

Paredes.

La norma indica que las paredes deben ser de un color claro y deben estar recubiertas por materiales no tóxicos y estas deben ser fáciles de limpiar y dar mantenimiento este recubrimiento debe tener una altura mínima de 2 metros. Los ángulos entre las paredes y los pisos deben ser redondeados. Por este motivo se diseñaron las paredes con un recubrimiento de pintura epóxica y con curvatura en la unión entre el piso y pared.

Ventanas.

La única ventana que fue conceptualizada se encuentra en el área de recepción esta es una ventana para permitir descargar la pipa de leche hacia el tanque volumétrico. El resto de las ventanas que no se encuentran en contacto directo con las áreas de procesamiento en la planta y pueden abrirse y estas cuentan con una tela metálica para evitar el ingreso de insectos

Puertas.

Las puertas en la planta son policarbonato, ya que este es un material liso e inabsorbente. En las puertas de acceso a la planta, área de producción y área de empaque se cuenta con una cortina de aire forzado para evitar el ingreso de insectos.

Iluminación y Ventilación

Se decidió utilizar una mezcla de iluminación artificial para las distintas áreas de la planta. Debido a que la iluminación natural implica el uso de ventanas o traga luz y estos pueden ser una fuente de contaminación física. La norma indica que los siguientes parámetros de iluminación en las distintas áreas de la planta:

- 540 lux (50 candelas-pie) en todos los puntos de inspección.
- 220 lux (20 candelas-pie) en las salas de trabajo.
- 110 lux (10 candelas-pie) en las demás zonas.

Con base en los requerimientos de candelas pie y el área de cada zona de la planta se determinaron los requerimientos de iluminación, esta se presenta en el Cuadro 5. Se decidió utilizar iluminación LED, las bombillas LED son las más adecuadas para una planta de alimentos, esto se debe a que el material que contienen no es tóxico, evita el crecimiento de bacterias, garantiza la limpieza diaria y se puede usar a bajas temperaturas (Portero 2005).

La planta se diseñó para que tuviera un sistema de ventilación de extracción e inyección de aire, con el fin de mantener una adecuada temperatura en la planta. Además, el área de empaque cuenta con aire acondicionado. La ventilación será por un sistema de inyección de aire y extracción de aire con el fin de circular constantemente el aire y liberar al ambiente humedad y calor. Las áreas que tendrán este sistema de ventilación son recepción, almacenamiento y procesamiento. Ya que en estas zonas el equipo libera calor hacia el ambiente.

Cuadro 5*Requerimientos de iluminación por área.*

Espacio	Ancho	Largo	Área	Necesidad de iluminación (lux)	Numero de focos LED 1600 lm
Recepción de leche	4.76	3.68	17.52	9427	6
Almacenamiento	4.76	5.03	23.94	5154	4
Procesamiento	4.76	11.08	52.74	11354	8
Empaque	4.76	4.27	20.33	10939	7
Bodega de utensilios	2.55	3.2	8.16	878	1
Cuarto frio 1	2.55	1.74	4.44	478	1
Área de lavado	2.55	3	7.65	1647	2
Bodega de empaques	2.55	3.4	8.67	933	1
Cuarto frio 2	1.73	5.5	9.52	1024	1
Cuarto frio 3	1.73	5.5	9.52	1024	1
Pasillo de despacho	1.2	5.7	6.84	3681	3
Pasillo entrada frontal	1.35	9	12.15	1308	1
Vestidor de mujeres	4	3	12.00	1292	1
Vestidor de hombres	4	3	12.00	1292	1
Laboratorio	4	2.56	10.24	5511	4
Bodega de químicos	1.5	2.97	4.46	479	1
Bodega de desinfectantes	1.5	2.97	4.46	479	1
Pasillo entrada lateral	1.2	3.29	3.95	425	1
Área sanitación	2.21	4.32	9.55	1028	1
Baños de hombres	1.92	3	5.76	620	1
Baños de mujeres	1.92	3	5.76	620	1
Lavandería	4	3	12.00	1292	1
Oficina	4	3	12.00	1292	1
Comedor	4	5.78	23.12	2488	2
Cuarto eléctrico	1.5	2	3.00	323	1
Alimentos para empleados	1.85	1.65	3.05	329	1
Pasillo entrada trasera	1.2	17.03	20.44	2200	2

Almacenamiento de Combustibles y Sustancias Químicas

Debido a que la planta cuenta con una caldera, es necesario tener un tanque de almacenamiento afuera de la planta. Además, se incluyó un área para almacenamiento de químicos y otra para desinfectantes estas no tienen contacto directo con las áreas de producción.

Instalaciones Sanitarias***Abastecimiento de Agua***

El abastecimiento de agua es suplido mediante el sistema de agua potable de la finca, se deben hacer muestreos constantes para asegurar que el agua cumpla con los requisitos de la norma COGUANOR 29 001: AGUA POTABLE (COGUANOR 2019). Debido a que la norma exige un suministro

suficiente y permanente de agua potable caliente se decidió poner un calentador de paso y en las áreas donde se tiene manipulación de la leche o los productos lácteos una llave de agua caliente.

Vapor, Refrigeración y Aire

Se determinó la capacidad de la caldera sumando los requerimientos del equipo que necesitan vapor para su funcionamiento, esto se observa en el Cuadro 6 Aunque, no se cuenta con equipo en el cual el vapor tenga contacto directo con la leche, el agua utilizada para la generación de vapor proviene del sistema de agua potable de la finca.

Cuadro 6

Requerimiento de vapor total.

Equipo	Requerimiento de vapor
Tanque de precalentamiento	279,590 KJ
Pasteurizadora	553,904 KJ
Tina quesera	553,904 KJ
Total	1,387,398 KJ

Los cuartos fríos están diseñados para poder almacenar la producción de cuatro días, ya que se programó realizar envíos dos veces por semana. El diseño cuenta con tres cuartos fríos, ya que dos tienen uso exclusivo para producto terminado y pasteurizado, listo para el despacho y en el otro puede utilizarse para guardar producto sin terminar o crudo. Esto asegura que al momento del despacho la temperatura del cuarto frío con producto sin terminar no se vea afectada. Todos los cuartos fríos se encuentran a una temperatura de 4 °C. La producción diaria de la planta se estima en 328.82 kg de queso y puede tener un máximo de crema de 120.91 kg. Esto promedia 450 kg de producto diario que debe ser almacenado. Ya que los cuartos fríos están diseñados para almacenar 4 días de producción estos deben tener una capacidad almacenamiento de 1800 kg de producto. Cada cuarto frío puede tener la capacidad de almacenar 70 cajas plásticas, cada caja plástica puede contener en promedio 30 kg de producto terminado. Por lo que se tiene una capacidad de almacenamiento máximo de 2100 kg de producto. El cuarto frío para almacenamiento de producto intermedio puede tener capacidad para almacenar 450 kg de producto, sin embargo, este cuarto está diseñado para almacenar la crema antes

de ser pasteurizada. Los compresores se encuentran ubicadas hacia el exterior de la planta para que estos puedan liberar el calor hacia el ambiente.

Vestidores, Baños y Servicios Sanitarios

La planta cuenta un área de vestidores con duchas para hombres y mujeres. Esta área se encuentra separada de los baños para evitar una posible contaminación cruzada. Según la norma debe tener una ducha por cada 15 empleados. Cada vestidor cuenta con una banca de $1.92 \times 0.70\text{m}$, además cuenta dos duchas para agilizar el tiempo de espera del personal. Adema se cuentan con casilleros de $0.40 \times 0.80 \times 0.60\text{ m}$, cada vestidor cuenta con seis de estos casilleros. Se decidió utilizar dichos casilleros ya que estos son los que actualmente cuenta la finca. Así mismo, la planta cuenta con baños para ambos sexos. El baño de hombres está equipado con lavamanos, inodoro y mingitorio. El baño de mujeres es igual, la única diferencia es que este no cuenta con mingitorio, la norma indica que se debe tener un inodoro por cada 15 empleados. Los baños no están conectados de manera directa hacia las áreas de producción y es necesario pasar por el área de sanitación para poder regresar al área de producción. Además, se colocó un rotulo que recuerda el lavado de manos después del uso del baño, debido a que esto es exigido por la norma.

Lavado de Manos en las Áreas de Proceso

En la entrada al área de producción se colocó una estación de lavado de manos, esto con el fin de asegurar que cada vez que algún operario ingrese pueda lavarse las manos. Se decidió utilizar un lavamos accionado por pedal para que evitar el contacto al momento de abrir o cortar el flujo de agua. Así mismo, se colocó un dispensador sin contacto de desinfectante de manos. Además, se colocaron rótulos para recordar a los empleados que deben limpiar y desinfectar sus manos al momento de entrar a la planta o cuando tocan un objeto o superficie contaminado. La planta se diseñó para que desde cual entrada de la planta o cada vez que un operario salga del área de producción tenga que pasar por el área de lavado de manos para volverá ingresar.

Limpieza y Desinfección

La norma indica las áreas utilizadas para la preparación, elaboración, empaque y demás operaciones del proceso de la leche y los productos lácteos deben estar provistas de instalaciones adecuadas para realizar las actividades de limpieza de los utensilios. Por este motivo se colocó un área de lavado con un lavaplatos de acero inoxidable esta área tiene acceso desde las zonas de producción y empackado, ya que en estas áreas es donde se utilizan diversos utensilios para las distintas etapas de producción.

Identificación del Equipo

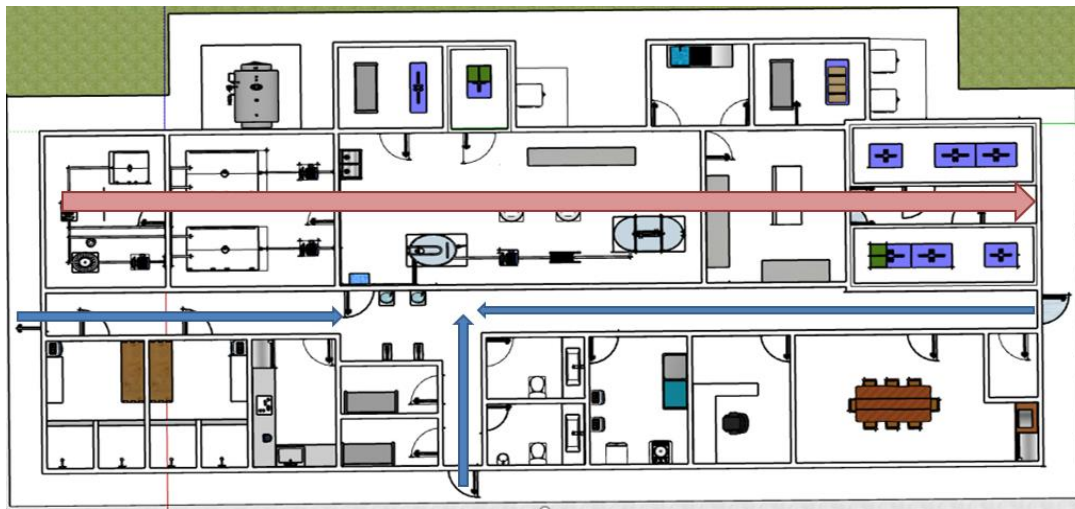
La norma indica, “el equipo empleado para el manejo de materias primas, productos en proceso, productos terminados deben identificarse con rotulación”. Por este motivo el equipo dentro de las áreas de recepción de leche, almacenamiento de leche, área de producción, área de empaque y cuartos fríos se encuentra rotulado.

Movimiento del Personal Dentro de la Planta

La planta fue diseñada para que el personal dentro del área de producción no tenga que cambiarse de su zona de trabajo ni tenga que salir del área de producción para traer insumos o materiales. Así mismo, la planta está diseñada para evitar retrocesos dentro del flujo. La flecha roja indica el movimiento del producto dentro de la planta y las flechas azules el movimiento del personal para ingresar al área de producción, esto se observa en la Figura 15.

Figura 15

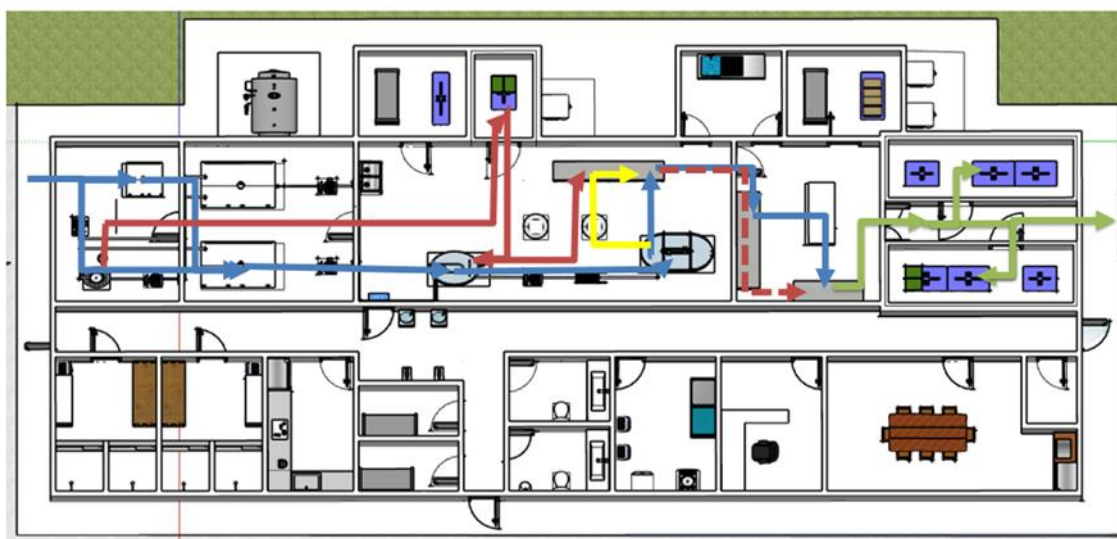
Movimiento del producto y personal en la planta.



En la Figura 16 se identifica el movimiento que tiene cada producto dentro de la planta. Las flechas azules indican el movimiento que tiene el producto para la elaboración de fresco, blanco mexicano, de capas y panela. La línea amarilla indica el paso extra que tiene el queso pita en el proceso de hilado. La línea roja indica el flujo de la crema dentro de la planta. Por último, la línea verde indica el movimiento del producto terminado hacia almacenamiento y despacho.

Figura 16

Movimiento del producto dentro de la planta.



Análisis de Proximidad de Áreas

Se realizó un estudio de proximidad de áreas, usando variables de proximidad en el diagrama de Muther. Este tipo de distribución es un método sistemático para la configuración de plantas industriales. El objetivo de este sistema es relacionar las áreas que intervienen en la fabricación de un producto y la relación que existe entre sí. De esta manera se reducen los tiempos de distribución entre los departamentos para aumentar la productividad de manera considerable (Villao, 2019). En el Cuadro 7 se presentan las áreas principales de la planta tomadas en cuenta para el análisis de proximidad.

Cuadro 7

Principales Áreas de la Planta.

Identificación	Área
A1	Recepción de leche
A2	Almacenamiento
A3	Procesamiento
A4	Empaque
A5	Bodega de utensilios
A6	Cuarto frio 1
A7	Área de lavado
A8	Bodega de empaques
A9	Cuarto frio 2
A10	Cuarto frio 3
A11	Vestidor de mujeres
A12	Vestidor de hombres
A13	Laboratorio
A14	Bodega de químicos
A15	Bodega de desinfectantes
A16	Área sanitación
A17	Baños de hombres
A18	Baños de mujeres
A19	Lavandería
A20	Oficina
A21	Comedor
A22	Cuarto eléctrico

En el Cuadro 8, se detallan las variables que se pueden asignar a la interacción que presenten las áreas entre sí. Con las variables establecidas se procede a realizar la matriz de proximidad o diagrama de Muther.

Cuadro 8

Variables para proximidad de áreas.

Variables	Relación
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Ordinario
U	No importante
X	No deseable

Siguiendo con la metodología para la asignación de la distribución de las áreas en la planta, se procede a cuantificar las variables asignadas para cada zona de producción, como se detalla en el Cuadro 9.

Cuadro 9

Resumen del número de variables para cada área.

Área	A	E	I	O	U	X	Total	
A1		1	0	3	1	9	7	21
A2		1	0	2	1	10	7	21
A3		5	0	0	0	10	6	21
A4		5	1	0	0	11	4	21
A5		1	1	2	0	13	4	21
A6		2	0	0	2	13	4	21
A7		1	1	0	0	15	4	21
A8		1	0	0	0	14	6	21
A9		2	0	0	0	13	6	21
A10		0	0	0	0	8	4	12
A11		0	0	0	0	9	2	11
A12		0	0	1	0	18	2	21
A13		0	0	0	0	21	0	21
A14		0	0	0	0	21	0	21
A15		0	0	0	0	21	0	21
A16		3	0	0	0	18	0	21
A17		1	0	0	0	8	12	21
A18		1	0	0	0	8	12	21
A19		0	0	0	0	21	0	21
A20		0	0	0	0	21	0	21
A21		0	0	0	0	21	0	21
Total		24	3	8	4	303	80	422

Cada una de las variables tiene asignado un valor numérico que representa la importancia de la interacción de cercanía entre las áreas. Siendo 10,000 absolutamente necesario y negativo 10,000

no deseable (Cuadro 10). A su vez, se realizó la cuantificación individual de las áreas detalladas en el Cuadro 10.

Cuadro 10

Valor numerico de las variables de cercania.

Área	A	E	I	O	U	X	Suma
A1	10000	0	300	10	0	-70000	-59690
A2	10000	0	200	10	0	-70000	-59790
A3	50000	0	0	0	0	-60000	-10000
A4	50000	1000	0	0	0	-40000	11000
A5	10000	1000	200	0	0	-40000	-28800
A6	20000	0	0	20	0	-40000	-19980
A7	10000	1000	0	0	0	-40000	-29000
A8	10000	0	0	0	0	-60000	-50000
A9	20000	0	0	0	0	-60000	-40000
A10	0	0	0	0	0	-40000	-40000
A11	0	0	0	0	0	-20000	-20000
A12	0	0	100	0	0	-20000	-19900
A13	0	0	0	0	0	0	0
A14	0	0	0	0	0	0	0
A15	0	0	0	0	0	0	0
A16	30000	0	0	0	0	0	30000
A17	10000	0	0	0	0	-120000	-110000
A18	10000	0	0	0	0	-120000	-110000
A19	0	0	0	0	0	0	0
A20	0	0	0	0	0	0	0
A21	0	0	0	0	0	0	0

Conclusiones

Se realizaron cinco balances de materia, uno por cada tipo de queso a procesar. Se estima que la planta tendrá una producción de 450 kg de producto entre crema y quesos.

Se realizó el diseño conceptual de la planta procesadora de quesos y crema para la finca agua blanca. Esta cuenta con 21 espacios principales tiene un área de 324 metros cuadrados, se diseñó para que pueda procesar 2000 litros diarios de leche y que funcione con cinco operarios. Se conceptualizo el equipo de la planta para que esta pudiera procesar tandas de 1000 litros.

La línea de producción diseñada es unidireccional, cumpliendo con la legislación guatemalteca.

Recomendaciones

Realizar mejoras en el sistema de deposición de desechos en la finca agua blanca.

Realizar un análisis de factibilidad para determinar la viabilidad del proyecto.

Desarrollar un sistema para el manejo del lacto suero producido por la planta.

Referencias

- COGUANOR. 1997. Norma guatemalteca para Quesos no Madurados: COGUANOR NGO 34 197. [sin lugar]; [consultado 2 de jun. de 2021]. <https://cretec.org.gt/wp-content/uploads/2021/03/ngo34197quesosnomadurados.pdf>.
- COGUANOR. 2019. Agua para consumo humano (agua potable) [Norma Técnica guatemalteca COGUANOR NTG29001]. [sin lugar]; [consultado el 2 de jul. de 2021]. <https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludabmiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormaTecnicaGuatemaltecaNTG29001.pdf>.
- Comité Europeo de Normalización. 2001. Diagrama de flujo para planta de proceso. Madrid: [sin editorial]; [consultado 2 de jun. de 2021]. https://www.academia.edu/34639983/Norma_ISO_para_diagramas_de_procesos.
- De Groot O. 2018. La cadena regional de valor de la industria de lácteos en Centroamérica. Mexico: [sin editorial].
- FAO. 2011. Leche y Productos Lácteos. 2 Edición. Roma: Organización de las Naciones Unidas. ISBN: 978-92-5-305837-2.
- García CA, Montiel RA, Borderas TF. 1996. Grasa y proteína de la leche de vaca componentes, síntesis y modificación. (1):81–85.
- Ministerio de Salud Pública. 2003. Norma Sanitaria para la Autorización y Control de Fábricas Procesadoras de Leche y Productos Lácteos. [sin lugar]; [consultado el 1 de jul. de 2021]. <https://www.mspas.gob.gt/images/files/drca/nuevorenovacion/NormaSanitaria0012003.pdf>.
- Osorio LF. 2021. Clase Procesamiento de Quesos. [sin lugar]: EAP Zamorano.
- Portero MA. 2005. Análisis y perspectivas de la tecnología led en la iluminación. Ventajas de su utilización y beneficios medioambientales [Tesis Doctoral]. Zaragoza (España): Universidad de Zaragoza.
- Ramírez López C, Velez Ruiz JF. 2012. Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. 6(2).
- Revilla A. 2004. Tecnología de la Leche; microbiología de la leche. 3 ED. Honduras: EAP Zamorano.
- Tito W. 2020. Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos y el Laboratorio de Análisis Sensorial del Departamento de Agroindustria Alimentaria [Tesis pregrado]. Honduras: EAP Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6939>.
- Ulloa Cardona JA. 2005. Elaboración de un Manual para la Tecnificación de Plantas de Lácteos Artesanales. Honduras: EAP Zamorano.