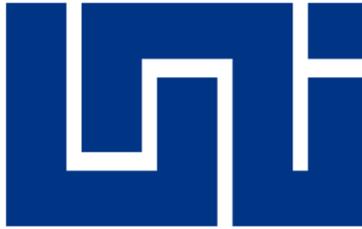


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA EL FUNCIONAMIENTO  
ACADÉMICO DE LA UNIDAD DE LÁCTEOS EN LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA QUÍMICA.**

TRABAJO DE DIPLOMA PRESENTADO POR:

**Br. Rebeca Azucena Baltodano Vega.**

**Br. Anjeensond Magdiel Villega Martínez.**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO QUÍMICO.**

TUTOR:

**MGDP Ing. Silvano Enrique Cruz Sánchez.**

Managua, Nicaragua 2023

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y a la Virgen María por iluminarme durante toda mi vida hasta la culminación de mis estudios, por darme siempre salud, fortaleza, entendimiento y levantarme en cada tropiezo sin dejarme rendirme.

A mi Alma Mater Universidad Nacional de Ingeniería por permitirme convertirme en un profesional, por la formación que se me otorgó y por el apoyo económico ofrecido a lo largo de la carrera.

A mis padres especialmente a mi madre Martha Azucena Vega Rojas por realizar su mayor esfuerzo para que pudiera cumplir mis metas, por confiar en mí y brindarme su amor, paciencia y apoyo en todo momento que fueron fundamentales para la culminación de mi tesis.

A mi padrino Ing. José Luis Sossa Pérez por brindarme su apoyo y su confianza desde el inicio de mis estudios y en el transcurso de mi carrera.

A mi tutor y asesor por acompañarme durante esta etapa importante en mi vida, brindándome su apoyo, compartiendo sus conocimientos, por su dedicación y paciencia y por las oportunidades ofrecidas en el camino.

A mis docentes quienes fueron clave en mi proceso de formación brindándome conocimientos y experiencias que son de mucha ayuda en el desarrollo de mi tesis y mi titulación profesional.

Finalmente, agradezco a los lectores de mi tesis por permitir que mi investigación, experiencias y conocimientos influyan en su formación.

Rebeca A. Baltodano Vega

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradecerle a Dios por darme vida, salud, inteligencia y fortaleza todo este tiempo de sacrificio y dedicación a mi formación profesional.

A la Universidad Nacional de Ingeniería, especialmente a la Facultad de Ingeniería Química, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mis padres Xiomara Martínez y Armando Villega, que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su amor me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

A mi pareja Génesis Toledo y a mi hija Alessandra Villega, quienes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, gracias por darle sentido a mi vida y permitirme ser cada día mejor. Son los mayores tesoros de mi vida y mi fuente de motivación. Todos mis esfuerzos han valido la pena porque han estado a mi lado.

A mi tutor, MGDG Ing. Silvano Cruz por la motivación, orientación y ayuda brindada para la realización de esta tesis.

A todos mis docentes que compartieron de forma tan generosa sus conocimientos, que ahora son la base de este trabajo.

Finalmente, especial mención merecen las personas cuyo apoyo y amistad han sido importante en el desarrollo de este trabajo, Ing. Marvin Chavarría, Ing. Cristian Sánchez, Ing. Arnoldo Hidalgo y al TA. Alejandro Hernández, quienes supieron darme palabras de aliento cuando las necesité, contribuyendo a mi crecimiento personal y profesional.

Anjeensond M. Villega Martínez.

## DEDICATORIAS

A mis padres los cuales amo y quienes, con su amor, paciencia, apoyo incondicional y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, perseverancia y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A los demás integrantes de mi familia, por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles, por darme alegrías en momentos que sentía desfallecer y por el amor brindado cada día.

A la persona que siempre estuvo ahí para mí, dispuesto a ayudarme y acompañarme en todo momento por su apoyo incondicional brindado durante toda mi carrera.

A ti mi pequeño motor que fuiste mi mejor regalo este año y a pesar de las adversidades lograste conmigo este nuevo logro en mi vida por ti luchare cada día para que siempre estés orgullos@ de mí.

A mis mascotas y a Morat por acompañarme en mis momentos de desvelos y darme ánimos en todo el proceso.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis abuelos, quienes fueron mi inspiración durante este camino recorrido espero haber logrado hacerlos sentir orgullosos.

Rebeca A. Baltodano Vega

## **DEDICATORIA**

A Dios, una vez más, por haberme dado la dicha de vivir en una familia tan linda como la que tengo y por haber puesto en mi camino a todas aquellas personas que llenaron mi vida de felicidad.

A mis padres, porque me dieron una vida de amor y buenos ejemplos, por que creyeron en mí, porque a pesar de que hemos pasado por malos momentos, estuvieron dispuestos siempre a sacrificar cualquier cosa por sacarme adelante. Los amo con todo mi corazón y este trabajo que saben cuánto me costó hacerlo para ustedes, es solo el fruto de todo lo bueno que ustedes sembraron en mí.

A mi pareja y a mi hija, quienes han sido parte de mi inspiración en lo largo de este camino, han sido un pilar fundamental en mi vida, dándome fuerzas para seguir adelante.

A mis abuelitas y Tíos queridos; por su entusiasmo apoyo incondicional y por ser el principal protagonista de este sueño alcanzado.

Y finalmente a mis amigos y segunda familia ANEIQUI, quienes me brindaron su amistad incondicional, con quienes compartí tantos años y experiencias inolvidables, siempre los voy a llevar en mi corazón.

Anjeensond M. Villega Martínez.

Managua, 06 de junio de 2023

MSc. Ing. María Reyes

Decana

Facultad de Ingeniería Química

En sus manos:

Le presento el trabajo monográfico titulado "ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA EL FUNCIONAMIENTO ACADÉMICO DE LA UNIDAD DE LÁCTEOS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA", realizado por los Bachilleres Rebeca Azucena Baltodano Vega y Anjeensond Magdiel Villega Martínez, para optar al título de Ingeniero Químico.

Para la realización del tema los bachilleres aplicaron sus conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Química, siguiendo las normativas de la Facultad de Ingeniería Química y de la Universidad.

Sin más que agregar y en espera de su comunicación, nos despedimos de Usted.

Atentamente,

Ing. Silvano Cruz Sánchez

Tutor

## **RESUMEN.**

En la presente investigación se elaboró un Estudio Técnico Económico para el funcionamiento de la Unidad Quesera Polivalente de la Planta Piloto de Lácteos, de la Facultad de Ingeniería Química, en la Universidad Nacional de Ingeniería, considerando el análisis cualitativo del equipo, proponiendo lotes de producción de acuerdo con el plan de estudio vigente para determinar la rentabilidad económica.

Con el fin de cumplir los objetivos expuestos dicha investigación de tipo bibliográfico, apoyada metodológicamente en estudios documentales, sobre estudios técnico - económicos, procesos productivos y plan de estudio universitario, permitió abordar con certeza las herramientas necesarias para determinar la rentabilidad al operar la Unidad Quesera Polivalente de la Planta Piloto de Lácteos ante los requerimientos de la comunidad universitaria.

Posteriormente, se realizó una evaluación a la Unidad Quesera Polivalente de la Planta Piloto de Lácteos con el fin de realizar un análisis crítico para determinar las conclusiones sobre la rentabilidad y el impacto de la operatividad de dicha planta en la comunidad universitaria.

Con los datos obtenidos y las condiciones de operación definidas, se efectuaron los balances de materia en cada etapa del proceso para poder seleccionar los equipos necesarios para la elaboración de quesos: Artesa de recepción, bomba de trasiego, tanques móviles de almacenamiento, mesa de trabajo, cuba de salmuera, envasadora al vacío y armarios frigoríficos.

En el estudio económico se obtuvo que la TMAR es de 30.90%, el VPN es de U\$ 27,384.52 y la TIR es de 70.05% con una relación beneficio costo de 1 y su periodo de recuperación de 1.41 por ende la inversión inicial se recuperaría en aproximadamente dos años.

## Contenido

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	I
<b>DEDICATORIAS</b> .....	III
<b>RESUMEN</b> .....	V
<b>I. INTRODUCCIÓN.</b> .....	7
<b>II. OBJETIVOS.</b> .....	8
2.1 Objetivo General .....	8
2.2 Objetivos Específicos .....	8
<b>III. MARCO TEÓRICO</b> .....	9
3.1 Escalamiento de Plantas Pilotos. ....	10
3.2 Diseño de un Proceso. ....	10
3.3 Diseño de Procesos de Producción.....	11
3.4 Modelos del Diseño de Producción. ....	12
3.4.1 Procesos de Operación Continúa.....	12
3.4.2 Producción en Masa. ....	13
3.4.3 Producción en Flujo. ....	13
3.4.4 Producción Intermitente.....	14
3.4.5 Producción por Lotes.....	14
3.4.6 Producción Contra Stock y Sobre Pedido. ....	14
3.4.7 Producción por Proyecto. ....	14
3.5 Estudio técnico.....	15
3.5.1 Determinación del Tamaño Óptimo de la Planta .....	16
3.5.2 Determinación de la localización de la planta .....	16
3.5.3 Ingeniería del Proyecto.....	16
3.5.4 Determinación de los Equipos y Maquinaria .....	17
3.5.5 Distribución de la planta .....	17
3.5.6 Productos Lácteos .....	17
3.6 Queso.....	18
3.6.1 Materia Prima e Insumos de los Equipos. ....	18
3.6.2 Procesamiento de Quesos.....	19
3.6.3 Clasificación de los Quesos.....	22
3.6.4 Queso fresco. ....	25
3.6.5 Queso Seco.....	29

3.7 Estudio Económico Financiero.....	31
3.7.1 Costos de operación.....	31
3.7.2 Inversión financiera.....	31
3.7.3 Métodos de Evaluación y Criterios Financieros.....	32
3.7.4 Resultado del análisis financiero.....	35
<b>IV. METODOLOGÍA.....</b>	<b>36</b>
4.1 Diagnóstico de la situación actual.....	36
4.1.1 Antecedentes y Situación Actual de la Planta Piloto de Lácteos.....	37
4.1.2 Evaluación cualitativa de la Unidad Quesera Polivalente de la planta piloto de lácteos.....	37
4.1.3 Evaluación del Flujograma de la carrera de Ingeniería química en relación con la operatividad de la Unidad Quesera Polivalente.....	37
4.1.4 Estudio Técnico.....	37
4.1.5 Evaluación Económica.....	38
<b>V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
5.1 Antecedentes de la Planta Piloto de Lácteos.....	39
5.2 Situación Actual de la Planta Piloto de Lácteos.....	39
5.3 Evaluación Cualitativa de la Unidad Quesera Polivalente.....	40
5.3.1 Unidad Quesera Polivalente.....	40
5.4 Flujograma de la carrera de Ingeniería Química y su relación con la Unidad Quesera Polivalente de la Planta Piloto de Lácteos.....	42
5.5 Estudio Técnico.....	47
5.5.1 Macro y Micro localización de la Planta Piloto de Lácteos.....	47
5.5.2 Volumen de Producción.....	48
5.5.3 Programa Productivo.....	48
5.5.4 Materia Prima e Insumos.....	49
5.5.5 Producto a Elaborar.....	50
5.5.6 Balance Materias Primas.....	51
5.5.7 Mano de Obra.....	54
5.5.8 Descripción del Proceso Productivo.....	54
5.5.9 Diagramas de Bloques.....	58
5.5.10 Maquinaria y Mobiliario.....	62
5.5.11 Calendario Productivo y Horario de Trabajo.....	63
5.5.12 Resumen de los Productos y Subproductos Generados.....	66

5.6 Evaluación Económica.....	67
5.6.1 Costos de operación.....	67
5.6.2 Costos de Producción.....	67
5.6.3 Costos administrativos.....	69
5.7 Inversión financiera.....	70
5.7.1 Inversión Fija .....	70
5.7.2 Inversión diferida.....	71
5.7.3 Capital de Trabajo.....	72
5.7.4 Inversión Inicial Total .....	72
5.7.5 TMAR .....	72
5.7.6 Financiamiento .....	72
5.8 Ingresos .....	72
5.8.1 Costos Unitarios .....	72
5.8.2 Precio de venta. ....	73
5.8.3 Depreciación.....	73
5.9 Resultado del Análisis Financiero.....	74
5.9.1 Punto de equilibrio. ....	74
5.9.2 Estado de resultado sin financiamiento. ....	75
5.9.3 Resultados obtenidos según los métodos. ....	76
5.10 Análisis de sensibilidad.....	78
5.10.1 Estado de Resultado sin Financiamiento con Aumento de 30% en Costos.....	78
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>82</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>88</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1 Tipos, Composición y Característica de los Quesos. ....	23
Tabla 2 Clasificación de Quesos Fresco según su porcentaje de Humedad.....	25
Tabla 3 Composición Química del Queso Fresco (%).....	26
Tabla 4 Asignaturas relacionadas con la Unidad Quesera. ....	43
Tabla 5 Volumen de producción de Queso Fresco y Queso Seco. ....	48
Tabla 6 Resultados de Encuesta a Comedores. ....	50
Tabla 7 Línea de Producción de Quesos. ....	63
Tabla 8 Tiempos de Elaboración por Etapas.....	64
Tabla 9 Líneas productivas de Queso fresco y Queso seco. ....	65
Tabla 10 Calendario de producción de Queso Fresco y Queso Seco.....	65
Tabla 11 Productos y Subproductos generados.....	66
Tabla 12 Productos de Comercialización. ....	67
Tabla 13 Costo de Materia Prima. ....	67
Tabla 14 Costos de Mano de Obra. ....	67
Tabla 15 Costos de Mantenimiento.....	68
Tabla 16 Costos de Electricidad.....	68
Tabla 17 Costos de Agua. ....	68
Tabla 18 Costos Totales de Producción Anual.....	69
Tabla 19 Costos de Transporte. ....	69
Tabla 20 Costos de Materiales.....	69
Tabla 21 Costos de Materiales de Oficina.....	70
Tabla 22 Costos Totales Administrativos Anuales. ....	70
Tabla 23 Costos de Equipos Mayores.....	70
Tabla 24 Costo de Equipos de Control de Calidad.....	71
Tabla 25 Costos Totales de Inversión Fija. ....	71
Tabla 26 Costos Totales de Inversión Diferida.....	71
Tabla 27 Capital de Trabajo. ....	72
Tabla 28 Inversión Total. ....	72
Tabla 29 Costos Unitarios. ....	73
Tabla 30 Precio de Venta. ....	73
Tabla 31 Depreciación de equipos. ....	73
Tabla 32 Depreciación de equipos de oficina.....	74
Tabla 33 Tipo de Financiamiento. ....	74
Tabla 34 Estado de Resultado sin Financiamiento. ....	75
Tabla 35 Tasa Media Anual de Retorno. ....	76
Tabla 36 Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno.....	76
Tabla 37 Periodo de Recuperación. ....	76
Tabla 38 Beneficio/Costo. ....	77
Tabla 39 Resultado de Métodos de Evaluación. ....	77
Tabla 40 Resultado Métodos de Evaluación en Análisis de Sensibilidad.....	78
Tabla 41 Análisis de Sensibilidad.....	79

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 Cuentas por cobrar .....	32
Ecuación 2 Pasivo Circulante .....	32
Ecuación 3 Activo circulante.....	32
Ecuación 4 Valor Presente Neto .....	33
Ecuación 5 Tasa interna de retorno .....	33
Ecuación 6 Periodo de recuperación.....	34
Ecuación 7 Relación B/C.....	34
Ecuación 8 Análisis de sensibilidad.....	34
Ecuación 9 Punto de Equilibrio.....	35
Ecuación 10 Calculo TMAR.....	72

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Sistema de Producción. ....	11
Ilustración 2 Estudio técnico.....	15
Ilustración 3 Diagrama de bloque y equipos producción de queso .....	24
Ilustración 4 Flujograma Queso fresco.....	28
Ilustración 5 Flujograma queso seco.....	30
Ilustración 6 Localización del laboratorio de operaciones unitarias.....	47
Ilustración 7 Edificio del Laboratorio de operaciones unitarias.....	47
Ilustración 8 Diagrama de Balance de Masa del proceso de elaboración de Queso Fresco .....	52
Ilustración 9 Diagrama del Balance de Masa del proceso de elaboración de Queso Seco .....	53
Ilustración 10 Diagrama de bloque del proceso de elaboración de Queso Fresco	59
Ilustración 11 Diagrama de bloque del proceso de elaboración de Queso Fresco	60
Ilustración 12 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de Queso Fresco ....	61

## I. INTRODUCCIÓN.

Murcia Luis (2015) explica que " Los productos lácteos a nivel mundial constituyen gran parte del segmento alimentario con mayor innovación en la empresa Mintel en Estados Unidos, debido a sus variedades de sabores y texturas enfocados en el bienestar del consumidor y su amplio abanico de productos lácteos tales como leches, yogures, quesos, helados o preparados lácteos".

En Centroamérica, Nicaragua es el principal productor de leche con una industria eficiente y tecnificada siendo este un rubro muy importante para exportaciones, ya que se cuenta con plantas de industrialización y procesamiento de leche tales como Centrolac, Lala y Nicafruit.

Se estima que la producción de leche en Nicaragua, para el año 2022 tuvo un crecimiento de 3% en la producción, con 1519.5 millones de litros y se contó con ingresos por exportación de 231\$ millones. Actualmente, más de 65% de las exportaciones nicaragüenses se dirigen a El Salvador y el queso es el producto con la mayor demanda. En 2021, el valor de las exportaciones a El Salvador fue de 166\$ millones, (CANISLAC, 2022).

El Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) hace referencia que la cadena de comercialización de los productos lácteos generalmente es la misma para los productos terminados desde que la materia prima llega a la industria, luego el proceso de transformación y finalizando con los productos elaborados, variando si su producción es para el mercado interno o para exportación, (Compal, 2008).

El nivel de desarrollo y el éxito de empresas lácteas están íntimamente ligados a la adecuada cualificación de profesionales. El privilegio de contar con una planta piloto de lácteos en la universidad facilita al estudiante a incorporarse en el mundo laboral consiguiendo la experiencia necesaria para su desarrollo profesional en la industria láctea.

La Universidad Nacional de Ingeniería se ha caracterizado como una institución de prestigio, responsable de educar profesionales especializados en Ingeniería y Arquitectura. Cuenta con un laboratorio de Operaciones Unitarias, perteneciente, al Departamento de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ingeniería Química, donde se ubican 4 plantas pilotos las cuales son la Planta de Procesamiento de Frutas y Vegetales, Planta Piloto de Lácteos, Planta de Procesamiento de Cárnicos y Planta Polivalente de Alimentos, que en la actualidad no están operativas en su totalidad.

El presente estudio está enfocado en la operatividad de la Unidad Quesera Polivalente de la Planta Piloto Lácteos, de la cual se pueden obtener múltiples beneficios en diferentes áreas académicas favoreciendo a estudiantes, egresados, posgrados y en la línea de investigación ofrecer capacitaciones a pequeñas empresas.

## **II. OBJETIVOS.**

### **2.1 Objetivo General**

- Elaborar un estudio Técnico Económico para el funcionamiento académico de la Unidad Quesera Polivalente de la Planta Piloto de Lácteos de la Facultad de Ingeniería Química.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico de la gestión de la Unidad Quesera Polivalente de la Planta Piloto de Lácteos.
- Determinar los recursos tecnológicos necesarios para el funcionamiento académico de la Unidad Quesera Polivalente de la Planta Piloto de Lácteos de la Facultad d Ingeniería Química.
- Estimar la rentabilidad de la Unidad Quesera Polivalente de la Planta Piloto de Lácteos de la Facultad d Ingeniería Química.

### III. MARCO TEÓRICO.

“Se define como Planta Piloto al proceso que consiste en partes específicas ensambladas que operan como un todo armónico con el propósito de reproducir, a escala, procesos productivos.”, (Anaya, 2008).

Peters et al. (1968), Comentan que la planta piloto constituye "una réplica a pequeña escala de la planta industrial"; pero esta definición resulta, en nuestra opinión, demasiado amplia y consideramos más apropiada la definición empleada por otros autores, por ejemplo; Conn, A.L (1975), para los que la planta piloto se define como "una pequeña unidad que contempla todos los pasos importantes de un proceso que requieren investigación experimental"

"La planta piloto constituye una unidad a pequeña escala que contempla los pasos más importantes de un proceso que requieren investigación experimental imprescindible para el diseño o selección de la futura unidad industrial", (Diaz, 1996).

El término "planta piloto" está estrechamente asociado a los conceptos de scale-up y scale-down. En el sentido de que una buena planta piloto realmente constituye un scale-down de la futura planta industrial y no un scale-up del experimento de laboratorio, (Diaz Manuel, 1996).

El uso de plantas de proceso a escala piloto tiene como propósitos:

- ✓ Predecir el comportamiento de una planta a nivel industrial, operando la planta piloto a condiciones similares a las esperadas.
- ✓ Estudiar el comportamiento de plantas industriales ya construidas, replicándolas en una planta piloto sujeta a las condiciones de operación prevista para la planta industrial.

Las plantas pilotos puede tener diferentes finalidades:

- Alcance pedagógico.  
Permite llevar practicas interdisciplinaria a estudiantes con procesos productivos promoviendo en ellos habilidades como la toma de decisiones, trabajo en equipo, manejo y manipulación de variables, resolución de problemas, comprensión de procesos entre otros.
- Finalidad comercial.  
Permite realizar estudios de factibilidad económico para la producción en masa de nuevos productos o implementando mejora en algún proceso existente optimizando la producción y mejorando la calidad prediciendo el comportamiento que presentaría una planta a nivel industrial.
- Alcance técnico.  
Permite experimentar de forma económica y eficaz el comportamiento al escalar ya sea de condiciones de operación, parámetros de diseño, operaciones industriales, problemas ambientales entre otros.

### **3.1 Escalamiento de Plantas Pilotos.**

En la actualidad escalar un proceso o equipo es convertirlo de su escala de investigación (laboratorio o piloto) a escala industrial (producción).

El ingeniero químico es el capacitado para llevar un nuevo producto al mercado mediante el escalamiento encargándose del análisis de condiciones de reacciones, factores de influencia para la definición de equipos necesarios y el proponer el proceso productivo en masa del producto.

El paso fundamental en el escalamiento (Anaya-Durand y Gutiérrez, 1999) consiste en pasar los datos obtenidos en la planta piloto a un modelo que puede ser:

- Fenomenológico: Fundamentado en algunos razonamientos teóricos, pero de tipo microscópico. No involucra consideraciones moleculares y permite hacer predicción en rangos o intervalos de operación no estudiados experimentalmente.
- Empírico: El cual se postula sin bases teóricas y se espera solamente que ajuste la interacción entre los datos en el rango o intervalo de experimentación.
- De Similaridad: Obtenido a partir de un análisis de similaridad con respecto a analogías físicas de tipo térmico, mecánico, geométrico, químico, etc.

El tipo de modelo de escalamiento depende tanto del proceso en cuestión como de la geometría de los equipos involucrados.

El principio de similaridad está relacionado con el concepto de forma a partir del hecho de que ésta es independiente del tamaño y la composición. En términos más precisos, este principio establece lo siguiente: La configuración espacial y temporal de un sistema físico está determinada por las relaciones de las magnitudes dentro del propio sistema y no dependen del tamaño ni de la naturaleza de las unidades en las cuales se miden esas magnitudes.

El ingeniero químico está relacionado con sistemas complejos compuestos por cuerpos sólidos y fluidos, en donde se llevan a cabo transferencias de materia y energía, al igual que transformaciones químicas.

### **3.2 Diseño de un Proceso.**

El diseño es “El enfoque estratégico para que alguien logre una expectativa única o singular. El diseño define las especificaciones, planes, parámetros, costos, actividades, procesos, y cómo y qué hacer con las condiciones legales, políticas, sociales, ambientales, de seguridad y económicas, para lograr el objetivo”. (Don Kumaragamage, Y. 2011).

El proceso es una serie de actividades interrelacionadas que convierten entradas en resultados (salidas); los procesos consumen recursos y requieren estándares para que el rendimiento sea repetible.

El diseño de proceso se refiere a la planeación de pasos rutinarios con el fin de lograr resultados. Generalmente es una herramienta que incluye diagrama de flujos, software que simulan procesos y modelos a escala.

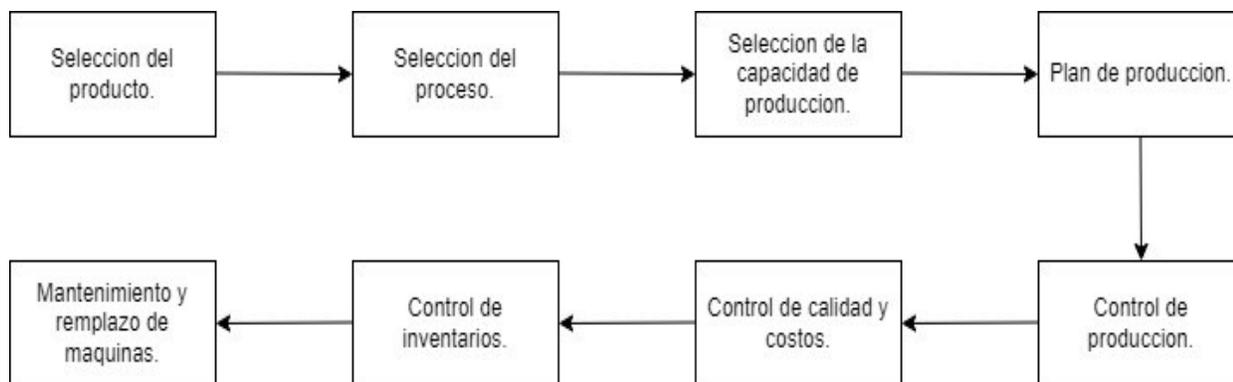
El término de diseño de procesos inicialmente se usaba para el diseño industrial de procesos químicos y procesos industriales, pero actualmente se puede aplicar a cualquier campo deseado.

### 3.3 Diseño de Procesos de Producción.

Los procesos de producción son los encargados de transformar recursos en bienes y servicios. Habitualmente a esos recursos se les llama factores de producción; y aunque en algunos modelos aún se conservan esos factores de producción como tierra, trabajo y capital; realmente no es una división que sea real desde hace muchos años.

Otra propuesta para proceso de producción la hace el diccionario de los negocios ([www.businessdictionary.com](http://www.businessdictionary.com)) que afirma que un proceso de producción corresponde a los pasos químicos o mecánicos empleados para crear un objeto. Usualmente se repiten esos pasos para crear múltiples unidades de este ítem. Generalmente involucra el uso de materia prima, maquinaria y mano de obra para crear el producto.

Un sistema de producción tiene un sistema definido y no opera de manera aislada de otros sistemas de organización a como se muestra a continuación:



*Ilustración 1 Sistema de Producción.  
Fuente: Elaboración Propia.*

La primera etapa del diseño de producción consiste en seleccionar el producto a ofrecer, una vez diseñado dicho producto se debe evaluar para comprobar si cumple con los requerimientos de los clientes, empleando técnicas de valoración y análisis de valor.

La siguiente etapa es seleccionar el proceso de producción adecuado, esto incluye:

- Costo de fabricación.
- Inversión de capital en planta e inventario.
- Tamaño de planta.
- Requerimientos técnicos.
- Estructura de la organización.
- Flexibilidad de producción.
- Tipos de productos a fabricar.
- Manejo de materiales.
- Seguridad en el trabajo.
- En la tercera etapa se planea el diseño de producción donde se selecciona la capacidad correcta de producción que debe coincidir con la demanda del producto.

Existen diferentes etapas en proceso de producción:

- La etapa de planeación de producción define la mejor ruta y más económica secuencia de operaciones a seguir usando cronogramas.
- La etapa de control de producción monitorea la producción real con la planeada corrigiendo desviaciones si las hay.
- La etapa de control de calidad y de costos define la competitividad del producto y de la organización en busca de mejor calidad y menos costos.
- Y por último tenemos la etapa de inventarios donde se monitorea la cantidad del producto y se evalúa la incidencia en el capital de trabajo y en los materiales y la producción.
- También se debe considerar el mantenimiento y remplazo de máquinas y equipos y desarrollo de sistemas de inspección continua.

### **3.4 Modelos del Diseño de Producción.**

Estos se pueden clasificar según la variación del producto a la salida o el volumen de producto de salidas. Se pueden clasificar los tipos de modelos de producción:

#### **3.4.1 Procesos de Operación Continúa.**

Son sistemas de fabricación repetitivos que producen altos volúmenes del mismo producto, generalmente tienen inventarios y emplean equipos automatizados. Su éxito se basa en la continuidad de la demanda.

Los beneficios son:

- 1) Es fácil de usar las técnicas de justo a tiempo para eliminar desperdicios y minimizar costos.
- 2) La mano de obra y otros costos de producción se reducirán gracias a la planeación detallada y al uso de la robótica y la automatización.
- 3) No hay descanso entre las operaciones, se pueden mantener bajos los niveles de trabajo en proceso.
- 4) La necesidad para espacio de almacenamiento es mínima.
- 5) La inversión en materia prima y partes se convierte rápidamente en ventas.
- 6) El control es más fácil.

### **3.4.2 Producción en Masa.**

Se refiere a la fabricación de partes discretas o ensambles utilizando un proceso continuo de producción. La producción en masa se usa cuando hay:

- 1) Estandarización de productos y procesos.
- 2) Máquinas de propósito especial dedicadas a la producción y que cuentan con altas capacidades de producción y volúmenes altos de producción.
- 3) Cuando se deben acortar los tiempos.
- 4) Cuando disminuyen los inventarios.
- 5) Cuando el flujo de partes y material es continuo sin que sea necesario retornar partes para alguna labor.
- 6) Cuando la planeación de producción y el control son fáciles.
- 7) Cuando el manejo de material es completamente automático.

Algunas ventajas del proceso de producción en masa son:

- 1) Mayor tasa de producción con ciclos reducidos de tiempo.
- 2) Mayor capacidad de uso de las instalaciones cuando se hace balanceo en las líneas de producción.
- 3) Se requiere operadores menos calificados.
- 4) El costo de fabricación por unidad es bajo.

Algunas limitaciones son:

- 1) El daño de una máquina puede detener toda una línea de producción.
- 2) El cómo se haya dispuesto una línea de producción se puede ver bastante afectado cuando hay cambios en el diseño de lo que se produce.
- 3) Se requiere de altos niveles de inversión en instalaciones.

### **3.4.3 Producción en Flujo.**

Productos que fluyen continuamente a través de un proceso lineal. Se utilizan cuando hay:

- 1) Estandarización de productos y procesos.
- 2) Mayor tasa de producción con menor ciclo de tiempo.
- 3) No se requiere mano de obra para manipular materia prima.
- 4) Personas con habilidades limitadas se pueden emplear en el proceso de producción.
- 5) El costo unitario es bajo debido al alto volumen de producción.

Este tipo de producción se utiliza cuando:

- 1) Cuando se tienen plantas y equipos con cero flexibilidades.
- 2) Cuando el flujo de materia prima está completamente automatizado.
- 3) Cuando el proceso sigue una secuencia predeterminada de operaciones.
- 4) Cuando los componentes de la materia prima no pueden ser fácilmente diferenciados del producto final.
- 5) Cuando la planeación y los horarios son una acción rutinaria.
- 6) Cuando la diferenciación de productos es limitada; o lo que en otras partes de este curso hemos llamado la "comoditización" de lo que se produce.
- 7) Cuando se involucran altos niveles de inversión.

### **3.4.4 Producción Intermitente.**

En este tipo de proceso de producción el volumen de cada producto es bajo, y generalmente se produce para satisfacer una orden de un cliente en particular, por lo que en ocasiones el diseño va de acuerdo con unas características suministradas por el cliente.

### **3.4.5 Producción por Lotes.**

Se refiere a un grupo específico de componentes que van a un proceso de producción juntos. Las empresas que producen por lotes pueden hacer el lote de un producto y luego acondicionar su línea de producción para hacer un lote de otro ítem.

Los equipos de producción en este tipo de proceso deben ser más flexibles que en la fabricación repetitiva y generalmente son menos flexible que en los procesos sobre pedido. Los productos que en este tipo de producción tengan los mismos o similares procesos, pueden agruparse en familias de productos.

La producción por lotes se usa:

- 1) Cuando hay un tiraje de producción más corto.
- 2) Cuando la planta y la maquinaria son flexibles.
- 3) Toda producción por lotes requiere cambios en la configuración de la planta y de la maquinaria.

### **3.4.6 Producción Contra Stock y Sobre Pedido.**

Este tipo de proceso de producción se emplea en fábricas donde trabajan artículos en madera o metálicos. En este caso la mayor parte de inventario es de trabajo que está en proceso; nos referimos con esto al que se acumula de trabajos que están siendo procesados y aún se encuentran entre diferentes etapas del proceso.

### **3.4.7 Producción por Proyecto.**

Este tipo de producción es única en la medida que el proyecto se considera de una sola operación que requiere de la atención completa del operario, antes de pasar al siguiente trabajo o proyecto.

En líneas generales las operaciones de manufacturas se pueden dividir en:

- 1) Proceso de producción para tener en stock o inventario.
- 2) Proceso de producción para satisfacer una orden.
- 3) Proceso de producción donde la compañía produce módulos estándar y ensambla estos módulos de acuerdo con el cliente.

Los componentes de un proceso de producción nos permiten convertir los insumos o recursos en productos o servicios que generan valor, estos componentes son:

- 1) Maquinaria.
- 2) Facilidades o instalaciones.
- 3) Trabajo.

Las consideraciones para tomar para implementar dicho proceso deben ser:

- 1) Un conjunto de facilidades para la definición de reglas.
- 2) Mecanismos para acceder a información como bases de datos.
- 3) Orden en que se procesaran las reglas.
- 4) Especificar el comportamiento del sistema.
- 5) Mecanismo que se encargue de la aplicación de las reglas.

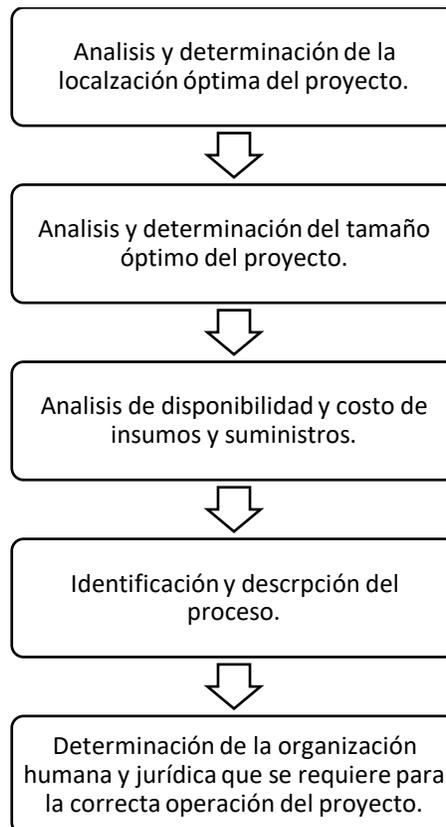
Para esto debemos definir conceptos tales como:

- 1) Capital: Es la designación de un conjunto de bienes y dinero con los que esperamos obtener ingresos a futuro.
- 2) Mano de obra: Es el esfuerzo humano realizado para asegurar el beneficio económico de una empresa.
- 3) Materia prima: Es lo que se transforma en el proceso de producción para convertirlo en bienes o servicios.

### 3.5 Estudio técnico.

En el estudio técnico se analizan elementos que tienen que ver con la ingeniería básica del producto y/o proceso que se desea implementar, para ello se tiene que hacer la descripción detallada con la finalidad de mostrar todos los requerimientos para hacerlo operativo.

Un estudio técnico está conformado por:



*Ilustración 2 Estudio técnico*  
*Fuente: Tomado de (Baca, 2010)*

### **3.5.1 Determinación del Tamaño Óptimo de la Planta**

El tamaño de un proyecto es su capacidad instalada, y se expresa en unidades de producción por año (Baca, 2001).

Es importante desarrollar un método estandarizado para determinar de manera óptima la capacidad de una planta productiva. Para determinar el tamaño adecuado se necesita conocer el proceso y diseñar y calcular datos con precisión. En algunos casos es imposible desarrollar un método estandarizado para determinar de manera óptima la capacidad de una planta, dada la complejidad del proceso y la enorme variedad de procesos productivos. Sin embargo, existe una guía para realizarla, donde el uso del ingenio y un buen juicio es fundamental para lograr la optimización.

Luego de esto procede a un proceso iterativo donde intervienen los siguientes factores:

- ✓ La cantidad que se desea producir.
- ✓ La intensidad en el uso de mano de obra que se quiere adoptar.
- ✓ La cantidad de turnos de trabajo.
- ✓ La optimización física de la distribución del equipo de producción dentro de la planta.
- ✓ La capacidad individual de cada máquina que interviene en el proceso productivo.
- ✓ La optimización de la mano de obra.

### **3.5.2 Determinación de la localización de la planta**

La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital u obtener el costo unitario mínimo. En la práctica, determinar el tamaño de una nueva unidad de producción de una tarea limitada por las relaciones recíprocas que existen entre el tamaño, la demanda, la disponibilidad de las materias primas, la tecnología, los equipos y el financiamiento. (Baca, 2001)

Los factores para tomar en cuenta para la determinación de la localización de la planta son:

- ✓ Tamaño y demanda.
- ✓ Tamaño y organización.
- ✓ Materia prima.
- ✓ Tecnología y equipos.
- ✓ Tamaño y financiamiento.

### **3.5.3 Ingeniería del Proyecto**

Esto concierne en resolver la instalación y funcionamiento de planta, desde la descripción del proceso, adquisición de equipos y determinación de la maquinaria y su distribución. El proceso de producción es el procedimiento técnico que se utiliza para obtener los bienes y servicios a partir de los insumos, y se puede identificar como la transformación de una serie de materias primas para convertirlas en un artículo de valor agregado.

Al momento de elegir la tecnología que se va implementar, se debe tomar en cuenta los resultados de la investigación de mercado, este nos dictara las normas de calidad y cantidad que se requieren producir.

### **3.5.4 Determinación de los Equipos y Maquinaria**

En esta etapa muchos factores son importantes y se deben de tomar en cuenta entre estos, los proveedores, precios, dimensiones de acuerdo a la capacidad de producción que quiere tener, costos de mantenimiento, consumo energético, equipos auxiliares, costos de fletes y seguros, costos de instalación este se debe verificar si ya se incluye en el precio original, y finalmente si se cuenta con repuestos o refacciones en el país, muchos de ellos por ser de tecnología avanzada solo se pueden adquirir al importarlos.

### **3.5.5 Distribución de la planta**

La distribución optima de una planta es la proporciona condiciones de trabajo aceptables y permite operaciones a bajo costo pero que garantiza la seguridad y bienestar de los colaboradores. Existen tres tipos básicos de distribución:

- ✓ Distribución por proceso: el equipo es poco costoso, pero se requiere mano de obra especializada.
- ✓ Distribución por producto: El costo del manejo de materiales es bajo y la mano de obra no es especializada
- ✓ Distribución por componente fijo: Tiene la ventaja que el control del proyecto puede realizarse usando técnicas como CPM (ruta crítica) y PERT.

### **3.5.6 Productos Lácteos**

Según el Codex Alimentario, por producto lácteo se entiende un “producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración”. La diversidad de productos lácteos varía considerablemente de región a región y entre países de la misma región, según los hábitos alimentarios, las tecnologías disponibles de elaboración de la leche, la demanda de mercado y las circunstancias sociales y culturales.

Considerando el volumen, la leche líquida es el producto lácteo más consumido en todo el mundo en desarrollo. Tradicionalmente, la demanda de leche líquida es mayor en los centros urbanos y la de leche fermentada en las zonas rurales, pero los productos lácteos procesados están adquiriendo una creciente importancia en muchos países.

Dentro de los productos lácteos más comunes se pueden encontrar:

- Leches Acidificadas como el yogurt.
- Productos Grasos como la mantequilla y la crema de leche.
- Leches Modificadas como la leche descremada, semidescremada y deslactosada.
- Leches Pasteurizadas y Ultra pasteurizadas.
- Quesos frescos, secos, maduros, etc.

## 3.6 Queso

La NTON – 03 065 – 06, se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y extraduro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante:

- a) Coagulación total o parcial de las siguientes materias primas: leche y/o productos obtenidos de la leche por efecto del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial el suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación; y/o
- b) Técnicas de elaboración que permitan la coagulación de la leche y/o de productos obtenidos de leche y que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido en el apartado a).

Según el código alimentario se define queso al producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido a partir de la coagulación de la leche (a través de la acción del cuajo u otros coagulantes, con o sin hidrólisis previa de la lactosa) y posterior separación del suero, (Licata, 2010).

### 3.6.1 Materia Prima e Insumos de los Equipos.

Medina (2013) afirma que “la leche es obviamente la materia prima principal para la elaboración de los quesos. Siempre partiremos de leche natural, desnatada total o parcialmente, de la nata del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos estos productos” (p. 57).

Para Spreer (1994) sostiene que el uso de “leche cruda, sin tratar, el queso conserva más su sabor y toda su grasa. La leche se pasteurizada es aquella que se somete a un elevado efecto de temperatura, destruyéndose así las bacterias alterar su composición y cualidades” (p.45)

Como insumos tenemos:

- Cuajo: Según la RAE es el fermento de la mucosa del estómago de los mamíferos en el período de lactancia, que coagula la caseína de la leche.
- Cultivo láctico: Según Fung (2009) afirma que: “Las bacterias del ácido láctico (BAL), o también bacterias ácido-lácticas y cultivos lácticos -por razón de sus características al ser procesadas y multiplicadas para su utilización como grupo- comprenden un caldo de bacterias fermentadoras y productoras de ácido láctico” (p. 87).
- Cloruro de calcio: El cloruro de calcio o cloruro cálcico ( $\text{CaCl}_2$ ) es una sal de calcio muy utilizada como aditivo alimentario. En la elaboración de quesos, se utiliza para reforzar el contenido en calcio de una leche que ha sido pasteurizada, proceso que en parte destruye el calcio natural.

### 3.6.2 Procesamiento de Quesos.

Para la transformar la leche en queso tenemos que pasar por siete etapas fundamentales:

- 1) Recepción: Al recibir la leche se mide para saber la cantidad que se va a procesar, filtrándose para evitar cualquier contaminación de residuos.
- 2) Análisis: Según Sottiez, (1999) afirma que “deben hacerse pruebas de acidez, antibióticos, porcentaje de grasa y análisis organoléptico (sabor, olor, color). La acidez de la leche debe estar entre 16 y 18 ° (grados Dornic)” (p. 78).
- 3) Pasteurización: Según Vásquez, (2010) Consiste que: “para eliminar los microorganismos patógenos y mantener las propiedades nutricionales de la leche, para luego producir un queso de calidad. Aquí debe agregarse el cloruro de calcio en una proporción del 0.02-0.03% en relación con la leche que entró a proceso” (p. 77).
- 4) Enfriamiento: Para Scott (1991) sostiene que “el queso sale muy caliente, siendo necesario enfriarlo, los quesos pasan al aire frío. Dentro del túnel, los quesos se someten a corriente de aire frío, temperaturas por debajo de 0°C En dicho túnel el queso permanece una hora aproximadamente” (p. 26).
- 5) Adición del cultivo láctico: Cuando “la leche es pasteurizada es necesario agregar cultivo láctico (bacterias seleccionadas y reproducidas) a razón de 0.3%”.
- 6) Adición del cuajo: Hay que aumentar entre siete y diez centímetros cúbicos del cuajado en líquido, para 100 litros de la leche o de lo contrario hechas dos capsulas para 100 litros de leche también, luego agitamos la leche por un minuto para diluir el cuajo, para dejar descansar el producto de veinte a treinta minutos (Scott, 1991).
- 7) Corte: Según Moreno (2013) afirma que: “La masa cuajada se corta, con una lira o con cuchillos, en cuadros pequeños para dejar salir la mayor cantidad de suero posible. Para mejorar la salida del suero debe batirse la cuajada.” (p. 78). Esta operación de cortar y batir debe durar 10 minutos y al finalizar este tiempo se deja reposar la masa durante 5 minutos. La acidez en este punto debe estar entre 11 y 12°D.
- 8) Desuerado: Según Meyer (1999) dice que “consiste en separar el suero dejándolo escurrir a través de un colador puesto en el desagüe del tanque o marmita donde se realizó el cuajado. Se debe separar entre el 70 y el 80% del suero.” (p. 98) El suero se recoge en un recipiente y por lo general se destina para alimentación de cerdos.
- 9) Lavado de la cuajada: Para Licata (2017) afirma que “la cuajada se lava para eliminar residuos de suero y bloquear el desarrollo de microorganismos dañinos al queso. Se puede asumir que por cada 100

litros de leche que entra al proceso, hay que sacar 35 litros de suero” (p. 2) y reemplazarlo con 30 litros de agua tibia (35°C), que se escurren de una vez.

- 10) Salado: Podemos agregar entre cuatrocientos a quinientos gramos de la sal para cada cien litros de leche, procediendo a revolver con un cucharón, probando el sabor salado dependiendo del gusto del cliente (Licata, 2017).
- 11) Moldeo: Según Scott (1991) afirma que: “los moldes, que pueden ser de acero inoxidable o de plástico PVC, cuadrados o redondos, se cubren con un lienzo y se llenan con la cuajada. En este momento, se debe hacer una pequeña presión al queso para compactarlo mejor” (p. 56).
- 12) Pesado: El pesado es el registro de kilaje de los productos obtenidos del proceso de la leche que se convertirán en unidades de queso.
- 13) Empaque: Se denomina empaque al material con el que ese va a tapar o envolver el producto, suele usarse material plástico para ello.
- 14) Almacenado: El almacenado del producto tiene que estar en una temperatura adecuada para que los microorganismos no crezcan y el queso este fresco.

### ***Control de Calidad de la Materia Prima***

Medina (2013) afirma que: “se debe usar leche de buena calidad, es decir, con la acidez requerida (acidez mayor que el 0.18% debe rechazarse), libre de impurezas y sin agregarle agua” (p. 33).

Antes de empezar el proceso de elaboración es indispensable determinar la calidad de la leche cruda que se va a procesar. Del conocimiento sobre el estado físico, químico e higiénico de la materia prima depende directamente el futuro rendimiento del proceso y la calidad del producto terminado.

El control de la leche es para determinar si ésta es pura, limpia y apta para elaborar lácteos. Las principales pruebas son las siguientes:

- **Determinación de Acidez**

La acidez nos da una idea de la cantidad de microorganismos de la leche, el cuidado en cuanto a higiene y conservación. La acidez se expresa en Grados Dornic.

La acidez normal de la leche está entre 14° y 18° Dornic, valores más altos indican una elevada acidez y por ende una alta contaminación microbiana y no es recomendable para la elaboración de los quesos. Valores menores indican un abaja acidez y puede indicar presencia de mastitis en las vacas.

- **Determinación de pH**

Es importante para detectar impurezas, deterioro y signos de infección por mastitis. Si bien hay una serie de factores que afectan la composición de la leche, las mediciones de pH pueden ayudar a los productores a comprender qué podría estar causando ciertos cambios en la composición.

- **Determinación del contenido de grasa**  
La determinación del contenido de grasa en la leche es esencial en el control de calidad para detectar adulteraciones fraudulentas que pueden modificar las propiedades organolépticas e incluso alterar la salud de los consumidores, determinar el contenido nutricional y la obtención de productos derivados de la leche.
- **Determinación de Sólidos No Grasos**  
Nos permite determinar la concentración de sólidos en la leche (sólidos no grasos + sólidos grasos = sólidos totales). Conocido el porcentaje de sólidos totales podremos proyectar el rendimiento que obtendremos de queso.
- **Determinación de Densidad**  
La prueba de densidad (peso específico) nos permite detectar con rapidez si la leche viene mezclada con agua o está descremada. Esto se logra a través de la medición del peso específico, que es el peso de un litro de leche expresado en kilogramos.
- **Determinación de Ceniza**  
Las cenizas, o también llamadas materia inorgánica, corresponden a la parte no orgánica del producto (principalmente minerales esenciales para la correcta nutrición como el calcio, fósforo, zinc, hierro, etc.) y en ningún caso son cenizas añadidas al producto.

## **Proceso**

Para Sottiez (1991), dice que “usar agua hervida y clorada, agregar el cuajo y cloruro de calcio en las cantidades adecuadas. Realizar un corte adecuado de la cuajada para lograr un buen desuerado y un grano de tamaño uniforme” (p. 67).

Todas las operaciones desde la recepción de la materia prima pasando por la inspección, tratamiento térmico, transformación, envasado, almacenamiento y distribución; deben realizarse de acuerdo con principios establecidos que garanticen la buena conservación y eviten la contaminación del alimento.

## **Producto Final**

Para finalizar el producto debe estar libre de impurezas, y de buen sabor, con el color que lo caracteriza, blanco.

### 3.6.3 Clasificación de los Quesos.

Según el Codex Alimentario.

1) Por su contenido en grasa.

- Magros: - del 25% de grasa.
- Semi magros: si tienen entre un 25% y un 45%.
- Grasos: si tiene entre un 45% y no más de 60%.
- Extra grasos: si tienen un 60 % o más.

2) Por su proceso de elaboración.

- Frescos. Son los que se hacen fermentar la leche antes consumirlos.
- Madurados. Los quesos madurados son los además de la fermentación láctica, tiene otro proceso que se llama maduración.
- Queso tierno: menos de 21 días.
- Queso oreado: maduración de 21 a 90 días.
- Queso semicurado: maduración de 3 a 6 meses.
- Quesos curados: más de 6 meses.
- Fundidos.
- Quesos de suero.

3) Por su humedad de la pasta.

- Duros.
- Semidura.
- Blanda.
- Semiblanda.

4) Según su corteza.

- Sin corteza.
- Corteza seca.

5) Por la textura de sus pastas.

- Con agujeros redondos.
- De textura granular.

6) Según el tratamiento de la leche

- Quesos de pasta cruda.
- Quesos de pasta cocida o pasteurizada.

## Composición Química de los Quesos.

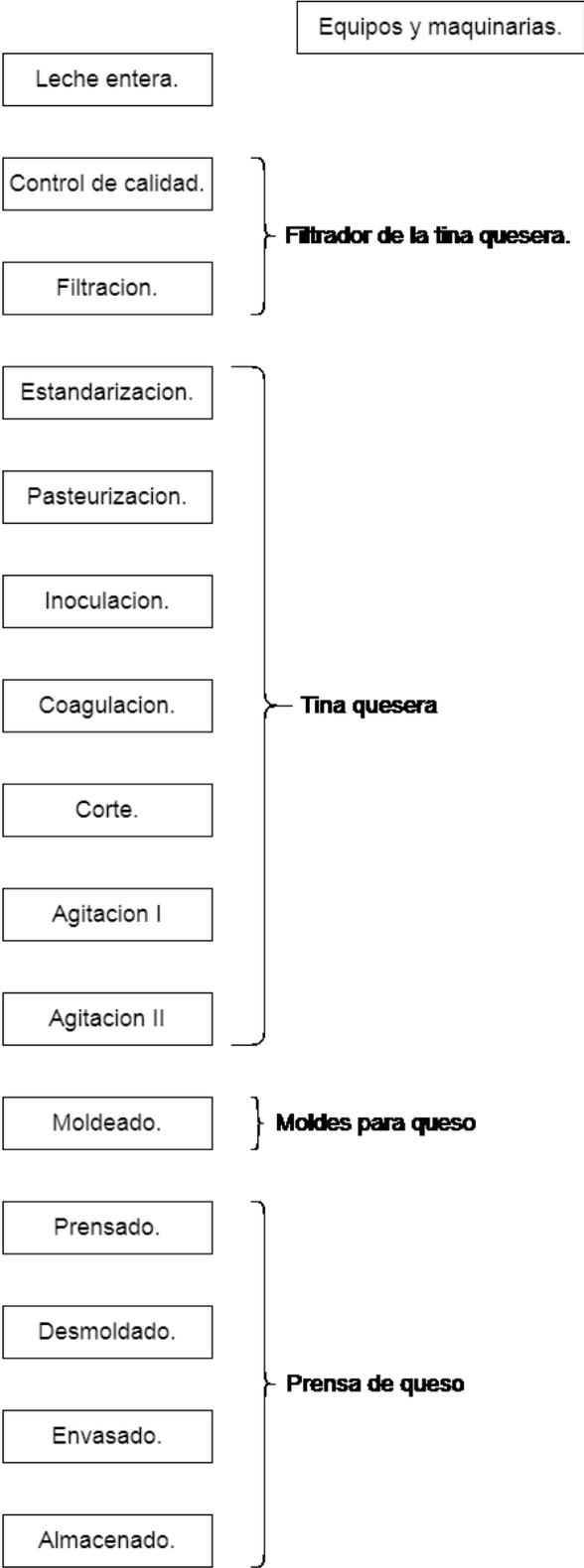
Licata (2014), se muestra la tabla comparativa de diferentes quesos cada 100 gramos.

Tabla 1 Tipos, Composición y Característica de los Quesos.

Tipos de Queso	Energía (Kcal)	Proteínas (gr)	Grasa Total (gr)	Grasa Saturada (gr)	Grasa Monoinsaturada (gr)	Grasa Poliinsaturada (gr)	Colesterol (mg)	Hidratos de Carbono (gr)
Blanco Desnatado	78	13.3	1.4	0.9	0.4	Trazas	5	3.3
Azul	353	21	29.5	18.5	8.6	0.9	88	0.7
Brie	329	20	27.5	17.5	8	0.8	80	Trazas
Camembert	297	20	24	15	6.5	0.6	92	0.4
Cheddar	414	26	34	21.5	9.4	1.4	110	Trazas
De Bola	350	29	25	14.8	7.2	0.6	85	2
De Burgos	203	15	15	8.8	4.3	0.9	14.5	2.5
De Cabrales	390	21	33	17	9.5	0.83	*	2
Emmental	380	28	30	18.4	9.2	1.3	100	0.2
Gallego	350	23	28	15	8	0.7	85	2
Gruyere	268	8	25	*	*	*	*	3
Manchegocurado	467	36	36	19	8.4	6.2	74.4	0.5
Manchego Fresco	332	26	25	13.6	7.2	0.7	*	Trazas
Manchego Semicurado	392	29	30	19	9	0.7	87	0.5
Requesón (Ricota)	97	13.6	4	2.5	1	0.1	19	1.8

Fuente: Elaboración propia basada de (Datsa Candy, 2017).

**Diagrama de bloque para la elaboración de queso.**



*Ilustración 3 Diagrama de bloque y equipos producción de queso*  
*Fuente: Tomado de (Mitta Ayca Alvaro, 2012)*

### 3.6.4 Queso fresco.

El Queso fresco es el queso no madurado ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, levemente granular. Preparado con leche entera, semidescremada, coagulada con enzimas y/o ácidos orgánicos, generalmente sin cultivos lácticos. También se designa como queso blanco. [NTON 03 022 -99]

El queso fresco es un queso que está listo para el consumo después de la fabricación y no será sometido a ningún cambio físico o químico adicional. Es un producto no madurado, de corta duración y que se debe conservar a temperaturas bajas [BYLUND, 2003; LUQUET, 1993]

El queso fresco se caracteriza por tener bordes regulares y caras lisas, una textura suave no esponjosa, su color puede ir del blanco a la crema, libre de colorantes. Deben presentar un sabor y olor lácteo característico, una humedad mayor al 65% pero no superar el 80%; su contenido de grasa puede variar según su condición de semigraso, graso o rico en grasa.

#### ***Materia Prima e Insumos de Queso Fresco.***

Según Keating y Gaona (1999), citado por Fung, Ling) “es importante destacar que para producir buenos quesos se tiene que partir de leche de buena calidad. La leche no debe tener olores o sabores anormales y debe proceder de animales sanos” (p. 170).

Cuajo es una sustancia de origen vegetal (leche del higo) que contiene principalmente la enzima llamada ficina cuya función es la coagulación de la caseína presente en la leche y la separación del suero. [ESCOBAR J, 1980]

#### ***Clasificación Queso Fresco.***

Tabla 2 Clasificación de Quesos Fresco según su porcentaje de Humedad.

<b>Clases</b>	<b>Agua %</b>
Frescos	60 – 80
Blandos	55 – 57
Semiduros	42 – 55
Duros	20 – 40

*Fuente: Tomado de (Madrid, 1999, p. 89)*

## **Composición Química del Queso Fresco.**

Tabla 3 Composición Química del Queso Fresco (%).

<b>Tipo de Queso no Madurado</b>	<b>Humedad % en masa, Máximo</b>	<b>Grasa Láctea, % en masa, en Base Húmeda</b>
Queso Cottage	80.0	No mayor de 2.0
Queso Cottage con Crema	80.0	No menor de 4.0
Queso Quart	80.0	No mayor de 8.0
Queso Quart alto en Grasa	60.0	No menor de 18.0
Queso Ricotta (Elaborado solamente con suero de leche)	80.0	No menor de 0.5
Queso Crema	65.0	(*)
Queso Fresco bajo en Grasa	70.0	No menor de 24.0
Queso Fresco	70.0	No mayor de 1.2
Queso de Capaz	45.0	No menor de 1.23
Queso Duro	39.0	No menor de 1.4
Queso Mozzarella	60.0	No menor de 9.0
Quesillo alto en Grasa	60.0	No menor de 18.0
Quesillo bajo en Grasa	60.0	No menor de 18.0
Queso de Suero	80.0	No mayor de 18.0
Queso con Quesillo	75.0	>10 <33
Queso Descremado	75.0	No menor de 24.0
Queso Frescal Criollo	80	>1,2 <2

Fuente: Tomado de FAO.org (2000, 28 abril).

## **Conservación de Queso Fresco.**

Dos factores fundamentales en la conservación del queso son la temperatura y la humedad del ambiente. El proceso de fermentación del queso se acelera cuando la temperatura es alta y se disminuye cuando la temperatura es baja. En cuanto a la humedad ambiental, si ésta es excesiva se produce un enmohecimiento de la corteza, por el contrario, si la humedad es baja, la consecuencia es que el queso se endurece y se seca, produciéndose en algunos casos grietas en la corteza. [SCOTT R. 1991].

## **Procesamiento de Quesos Frescos.**

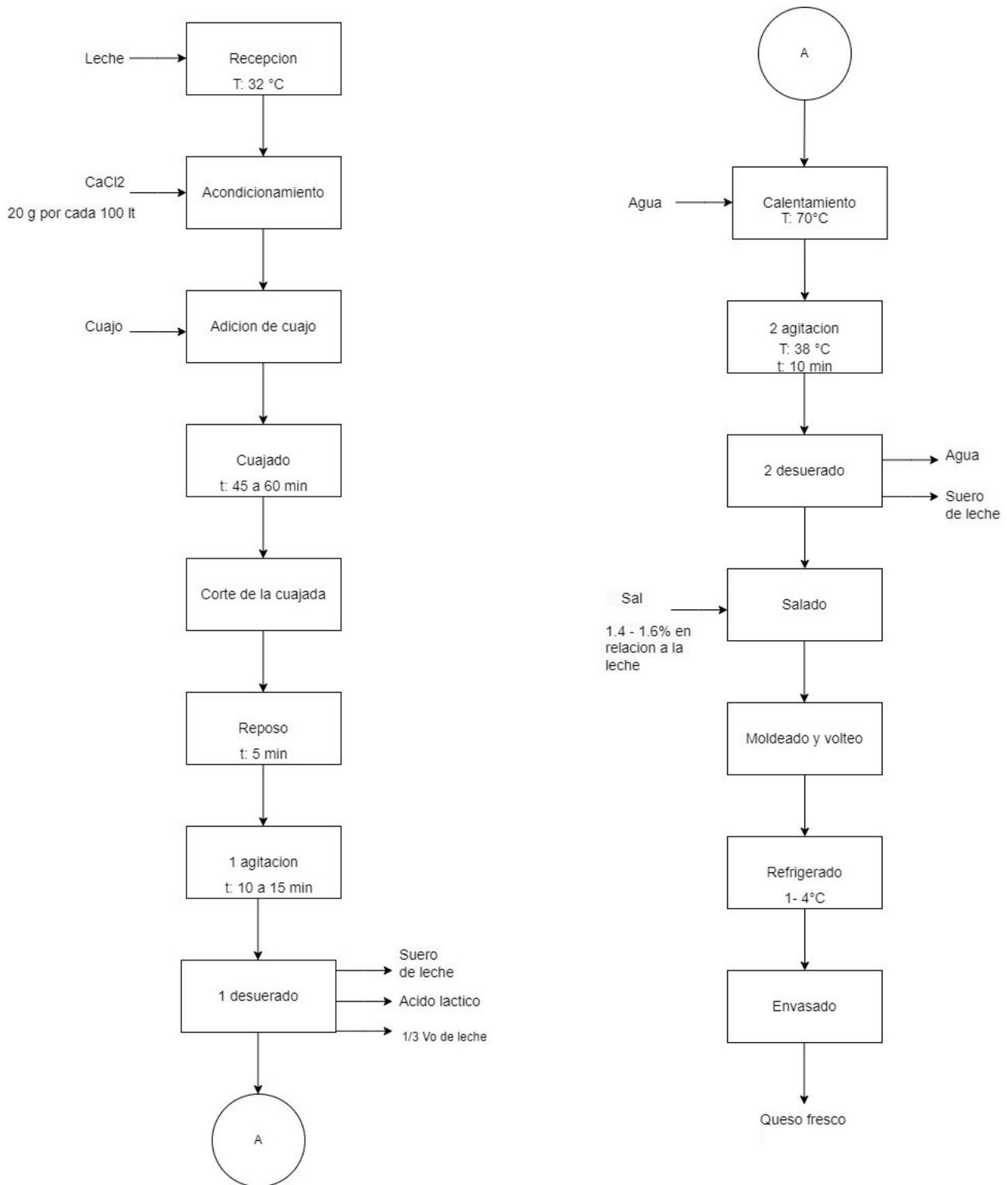
- 1) Recepción y Análisis de la leche: Sottiez (1991) “Deben hacerse pruebas de acidez, antibióticos, porcentaje de grasa y análisis organoléptico (sabor, olor, color). La acidez de la leche debe estar entre 16 y 18 ° (grados Dornic)” (p. 56).
- 2) Pasteurización: Sottiez (1991) sostiene “luego la leche es bombeada al equipo de pasteurización de placas por donde circula y calentada a 72 °C por 15 minutos. También la pasteurización puede realizarse a 63°C por 30 minutos en una cacerola” (p. 56).
- 3) Coagulación: Se adiciona Cuajo para generar la coagulación de la proteína a 32°C. y se deja en reposo por 45 min.

Vásquez (2010) afirma que: “tomar la dosis de cuajo, diluirla en un poco de leche de la cazuela y agregarla al resto removiendo cuidadosamente. Dejar reposar durante 1 o 2 horas, o hasta que esté cuajada y lista para desuerar” (p. 66).

Para Medina (2013) dice que “la cuajada está lista para desuerar cuando al introducir un cuchillo y levantemos la punta hacia arriba se produzca una grieta en la superficie. Esto significará que la leche se ha coagulado y por lo tanto la cuajada está a punto” (p. 100).

- 4) Adición de cloruro cálcico: Con la agregación del cloruro de calcio facilitamos la coagulación, mejoramos el rendimiento y en definitiva la calidad final del queso.
- 5) Adición de fermentos (sólo cuando la leche es pasteurizada): El objetivo es reinstaurar la flora microbiana para obtener quesos con características más definidas, y en definitiva una obtención de queso con buena calidad. Una vez añadidos el cloruro cálcico y los fermentos se adiciona el cuajo en la cuba de cuajado obteniendo la formación del coágulo, el cual se origina del precipitado de los sólidos de la leche. Una vez que tenemos la cuajada formada en la cuba de cuajado, procedemos a su corte mediante unas liras. La fragmentación de la cuajada tiene el fin de facilitar la evacuación del suero. La fase de cuajado se lleva a cabo a una temperatura de unos 32 °C durante unos 30-45 minutos.
- 6) Cortado y desuerado. Ahora, se “corta la cuajada con una lira si tenemos una o con un cuchillo. Intentamos cortar dados de cuajada de aproximadamente un cm de lado.” Se procede a realizar el corte, de manera suave, se corta la cuajada en cuadros y se deja en reposo 5 min a 32°C.
- 7) Agitación: Se efectúa para homogenizar la cuajada. Se realiza agitación suave por 30 minutos mientras se incrementa levemente la temperatura a unos 37°C y luego dejar reposar para obtener una Acidez de 11,5 – 12,5°Th. y nuevamente se deja en reposo por 2 min.
- 8) Lavado: Se lava con agua potable a 38°C la cuajada generada para impedir que la Acidez del suero no nos incremente los parámetros del queso.
- 9) Salado: Se adiciona la salmuera para la cuajada obtenida a una temperatura 36°C. se mezcla y se deja en reposo por 5 min
- 10) Moldeado: Se introduce la cuajada en los moldes donde se deja escapar el suero y se deja por una hora.
- 11) Volteo: Luego se voltea el molde y se deja en reposo y posteriormente se retira el queso del molde.
- 12) Almacenamiento: Se dispone el queso en cavas de refrigeración o cuarto frío 4°C.

## Diagrama de Flujo para la Elaboración de Queso Fresco.



*Ilustración 4 Flujograma Queso fresco  
Fuente: Tomado de Paredes, 2018*

### **3.6.5 Queso Seco.**

Queso Seco se conoce simple y llanamente como al tipo de queso madurado, añejado o reposado meses en estanterías, que hace que este queso no sea fresco (es decir, elaborado y consumido casi en el momento). Su principal característica es que no posee suero, al secarse suele ser más compacto. Podemos caracterizar que su sabor es acentuado o salado. (rcarnelos, 2022).

Término que puede referirse a cualquier queso madurado o añejado, que no sea fresco. Tiene la característica de haber perdido todo su suero, ser más compacto, de sabor más salado y con mayor porcentaje de grasa. Casi siempre es de leche de vaca, aunque existen también de leche de cabra. (Larousse Cocina, 2018)

#### ***Composición Química de Quesos Secos.***

Según Amador (2001), este tipo de queso debe tener características que sean: grasa mínima (en materia seca) 45%, humedad máxima 45%, materia seca mínima 60%, mínimo de sal en la humedad 3.9%.

#### ***Clasificación de Quesos Secos.***

Según leche de vaca tenemos el Gruyère, el gouda, el parmesano; quesos de oveja como el manchego; o quesos muy secos, como el Grana Padano o el pecorino. (Garrido, 2018)

#### ***Procesamiento de los Quesos Secos.***

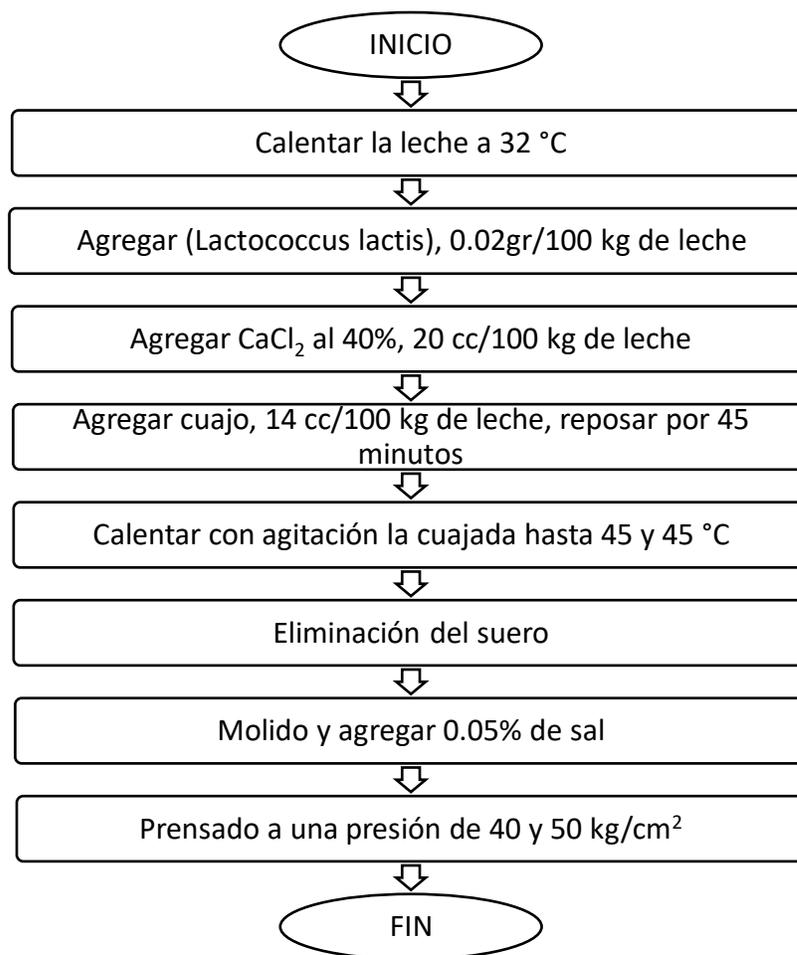
- 1) Recepción y Análisis de la leche: Sottiez (1991) “Deben hacerse pruebas de acidez, antibióticos, porcentaje de grasa y análisis organoléptico (sabor, olor, color).
- 2) Adición de cultivo: Se calienta la leche a 32°C y se agrega *Lactococcus lactis* (0.02 g/ 100 kg leche).
- 3) Adición de cloruro cálcico al 40%: Con la agregación del cloruro de calcio facilitamos la coagulación, mejoramos el rendimiento y en definitiva la calidad final del queso. (20 cc/100 kg de leche)
- 4) Coagulación: Adiciona cuajo para generar la coagulación de la proteína y se deja en reposo por 45 min.

Vásquez (2010) afirma que: “tomar la dosis de cuajo, diluirla en un poco de leche de la cazuela y agregarla al resto removiendo cuidadosamente. Dejar reposar durante 1 o 2 horas, o hasta que esté cuajada y lista para desuerar” (p. 66).

Para Medina (2013) dice que “la cuajada está lista para desuerar cuando al introducir un cuchillo y levantemos la punta hacia arriba se produzca una grieta en la superficie. Esto significará que la leche se ha coagulado y por lo tanto la cuajada está a punto” (p. 100).

- 5) Agitación: Se efectúa para homogenizar la cuajada. Se realiza agitación suave por 45 minutos mientras se incrementa levemente la temperatura a unos 45°C
- 6) Cortado y desuerado. Ahora, se “corta la cuajada con una lira si tenemos una o con un cuchillo. Intentamos cortar dados de cuajada de aproximadamente un cm de lado.” Se procede a realizar el corte, de manera suave, se corta la cuajada en cuadros y se deja en reposo.
- 7) Salado: Se adiciona 0.05% de sal.
- 8) Prensado: Se prensa a una presión de 40 y 50 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Diagrama de Flujo para la Elaboración de Queso Seco.**



*Ilustración 5 Flujograma queso seco  
Fuente: Tomado de Zamorano (2007, diciembre)*

## 3.7 Estudio Económico Financiero.

Conforma la tercera etapa de los proyectos de inversión, figura de manera sistemática y ordenada la información de carácter monetario.

Su principal objetivo es evaluar la rentabilidad económico del proyecto a través de métodos de evaluación financiera.

### 3.7.1 Costos de operación.

Muestra el monto total de costos que implicaría la operación normal de proyecto mediante un periodo considerado. Este incluye costos tales como:

- ✓ Costos de producción que corresponden a la materia prima e insumos que se estiman respecto a las cantidades obtenidos por medio de balance de materia además considera costos de envase y etiquetas, costos de energía eléctrica y agua, costos de mando de obra directa e indirecta, costos de mantenimiento, costos de control de calidad.
- ✓ Costos administrativos se refieren a los salarios de los trabajadores según la política salarial en Nicaragua.
- ✓ Costos de comercialización y ventas donde se conocen los flujos de ingresos y egresos además de la relación directa con el canal de comercialización.

### 3.7.2 Inversión financiera.

- **Inversión Fija**  
Contempla la inversión en activos fijos tangibles tales como terreno, obras civiles, así como adquisición de mobiliario y equipo para su inicio de operación.
- **Inversión Diferida.**  
Hace referencia a la inversión de activos intangibles los cuales se realizan sobre activos constituidos por servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto.
- **Capital de trabajo.**  
Constituye el conjunto de recursos necesarios para la operación normal del proyecto cuya función es financiar el desfase que se produce entre egresos y generación de ingresos.  
  
El capital de trabajo es la inversión adicional líquida que debe aportarse para que la empresa empiece a elaborar el producto. Contablemente se define como activo circulante menos pasivo circulante. El activo circulante se compone de rubros valores e inversiones, inventario y cuentas por cobrar. Por su lado, el pasivo circulante se conforma de los rubros sueldos y salarios, proveedores, impuestos e intereses.
- **Valores e inversiones.**  
Es el dinero invertido a muy corto plazo con el fin de tener efectivo disponible para apoyar básicamente las actividades de venta del producto.

- **Cuentas por cobrar.**

Es el crédito que se extiende a los compradores. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$(Costo\ total\ anual)/(Meses\ del\ año) \qquad \qquad \qquad Ecuación\ 1$$

- **Activos y pasivos circulantes.**

Un activo es un recurso controlado por la entidad resultado de sucesos pasados y que de este se espera obtener algún beneficio económico en el futuro.

Un pasivo es una obligación o deuda de una entidad generada en el pasado y al vencimiento de esta la empresa para cancelarla debe desprenderse de recursos como bienes, servicios o efectivo.

Los activos circulantes son aquellos que la empresa va realizar en menos de 12 meses y los pasivos circulantes son deudas u obligaciones que la empresa espera cancelar en menos de 12 meses.

Para calcularlo se utilizan las siguientes formulas:

$$Pasivo\ Circulante = NP + CP + GA + ID + PCDLP + ODCP \qquad \qquad \qquad Ecuación\ 2$$

Dónde:

- ✓ NP = Notas por Pagar.
- ✓ CP = Cuentas por Pagar.
- ✓ GA = Gastos Acumulados.
- ✓ ID = Ingresos no Devengados.
- ✓ PCDLP = Porción Corriente de la Deuda a Largo Plazo.
- ✓ ODCP = Otras Deudas a Corto Plazo

$$Activo\ circulante = Suma\ de\ los\ activos\ que\ se\ transforman\ en\ dinero\ en\ un\ año \qquad \qquad \qquad Ecuación\ 3$$

### **3.7.3 Métodos de Evaluación y Criterios Financieros.**

Las evaluaciones para analizar proyectos de inversión se basan normalmente en el análisis de los ingresos y gastos relacionados con el proyecto, teniendo en cuenta cuándo son efectivamente recibidos y entregados. Para evaluar la viabilidad de un proyecto de inversión los métodos más utilizados son: Valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio costo (RBC) y periodo de recuperación (PR).

#### **Valor Presente Neto.**

Este método consiste en determinar a equivalencia en el año de los flujos netos de efectivos que generan el proyecto y de esa manera compararlo con la inversión inicial realizada.

Para calcularlo, solo se traslada los flujos de los años futuros al tiempo presente y se resta de la inversión inicial que ya está en tiempo presente. Los flujos se

descuentan a una tasa que corresponde a la TMAR, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(i+1)^1} + \frac{FNE_2}{(i+1)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(i+1)^n} \quad \text{Ecuación 4}$$

Criterios para tomar una decisión con el VPN:

- Si  $VPN > 0$ , es conveniente aceptar la inversión ya que se estaría ganando más del rendimiento solicitado.
- Si  $VPN < 0$ , se debe rechazar la inversión porque no se estaría ganando el rendimiento mínimo solicitado.
- Si  $VPN = 0$ , el proyecto es indiferente.

### **Tasa Interna de Retorno**

TIR es la tasa del descuento que hace que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial, dicho de otra forma, es la tasa de descuento que hace el  $VPN=0$ .

$$VPN = -F_o + \sum_{k=0}^N \frac{F_k}{(1+i)^k} \quad \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

- $i$  = tasa efectiva de interés, o TREMA.
- $k$  = índice de cada periodo de composición ( $0 \leq k \leq N$ ).
- $F_o$  = inversión inicial.
- $F_k$  = flujo de efectivo futuro al final del periodo  $k$ .
- $N$  = periodo de estudio.

El criterio para tomar decisiones con la TIR es el siguiente:

- Si  $TIR \geq TEMAR$  es recomendable aceptar la inversión.
- Si  $TIR < TEMAR$  es preciso rechazar la inversión.
- Si  $TMAR = TIR$  es decisión del inversionista.

### **Periodo de Recuperación**

El periodo de recuperación de la inversión es un indicador que mide en cuanto tiempo se recuperara el total de la inversión a valor presente, este nunca se debería utilizar como la medida primaria de valor para seleccionar una alternativa.

Para realizar su cálculo se toman en cuenta la siguiente ecuación:

Con flujo efectivo variable:

$$np = a + \frac{b}{c} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde a: año último del flujo acumulado negativo, b: ultimo flujo acumulado negativo, c: flujo no acumulado del año siguiente.

### **Relación Beneficio/ Costo.**

Es un indicador financiero que compara de forma directa los beneficios y los costos de un proyecto de inversión. Sirve para medir la rentabilidad del proyecto estableciendo la ganancia obtenida por unidad monetaria gastada.

Para realizar el cálculo de la relación B/C convencional o simple se usan las siguientes formulas:

$$B/C = \frac{\text{Valor Actual de los Ingresos Totales Netos}}{\text{Valor Acual de los Costos de Inversión}} \quad \text{Ecuación 7}$$

Criterio B/C

- Si la relación B/C =1, entonces se obtiene al menos la ganancia esperada (TMAR).
- Si la relación B/C >1, entonces se obtiene más que la ganancia esperada (TMAR).
- Si la relación B/C <1, entonces no se obtiene la ganancia esperada (TMAR).

### **Análisis de sensibilidad.**

El análisis de sensibilidad se realiza con el fin de predecir qué tipo de casos se podrían presentar durante la puesta en marcha del proyecto lo que podría ocasionar altas y bajas de divisas y es de suma importancia en la determinación de la rentabilidad del proyecto.

Se calcula mediante la ecuación:

$$AS = (\Delta TIR) / \Delta PF \quad \text{Ecuación 8}$$

Dónde:

- $\Delta TIR$ :  $(TIR_1 - TIR_2)$  (en valor absoluto)
- $\Delta PF$ : Variación porcentual del parámetro financiero.

Criterio

- $AS < 1$ , poco sensible a la variación del parámetro disponible.
- $AS > 1$ , muy sensible a la variación del parámetro correspondiente.

### **3.7.4 Resultado del análisis financiero.**

#### ***Ingresos Netos.***

Los ingresos netos son aquellos que resultan de la sustracción de los egresos brutos menos los ingresos brutos.

En donde los ingresos son generados por la venta de servicios ofrecidos y los egresos comprenden costos de producción directos e indirectos y gastos de operación tales como gastos de ventas, financieros y de administración.

#### ***Flujo Neto de Efectivo.***

Flujo neto de efectivo es la diferencia entre ingresos y egresos de una empresa que vuelve a ser utilizado en su proceso productivo, lo que representa disponibilidad neta de dinero en efectivo para cubrir aquellos costos y gastos en que incurre la empresa, lo que le permite obtener un margen de seguridad para operar durante el horizonte del proyecto, siempre y cuando dicho flujo sea positivo.

#### ***Estado de Resultado.***

Es el estado de pérdidas y ganancias obtenidas por la empresa en términos de utilidades o pérdidas en un determinado periodo (generalmente un año) como consecuencia de sus operaciones. Su importancia radica en calcular la utilidad y los flujos netos de efectivo que de manera general representan el beneficio real que dicha empresa haya podido generar.

#### ***Balance General.***

El balance general muestra sintetizadamente su situación financiera durante un periodo determinado, así como la relación valorada de todo cuanto poseen los propietarios directos y accionistas de la empresa o incluso terceras personas como instituciones bancarias o de crédito; a través de la relación de valores de activo, pasivo y capital.

#### ***Punto de Equilibrio***

El punto de equilibrio es el nivel de producción que deberá mantener una empresa para cubrir todos sus costos de operación, sin incurrir en pérdidas o utilidades. El nivel de equilibrio se alcanza cuando los ingresos por ventas son iguales a la suma de los costos fijos y variables, siendo ese el nivel en el cual no se pierde ni gana dinero. Su principal utilidad consiste en que se puede calcular el punto mínimo de producción al que debe operar la empresa para no contraer pérdidas; al igual que determinar el nivel al que tendrá que producir y vender un bien o servicio, para que el beneficio que ello genere sea suficiente para cubrir todos sus costos de producción.

Se calcula por la fórmula:

$$PE = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio de venta} - \text{Costos de venta}}$$

*Ecuación 9*

## **IV. METODOLOGÍA.**

El tema seleccionado corresponde a una evaluación tecnológica, de acuerdo a que el instructivo para la realización del trabajo de diploma de la Facultad de Ingeniería Química (2010) establece: “En los cuales se estudia la implementación de un nuevo proyecto o ampliación de uno ya existente en una empresa, a fin de conocer su grado de factibilidad tanto técnica como económica”.

El tipo de estudio utilizado en dicho trabajo es exploratorio o formativo debido a que no se había realizado un estudio sobre este tema con anterioridad y cuenta con pocos antecedentes y por lo que se construyó un marco teórico a partir de referencias bibliográficas e información no escrita que poseían las personas de acuerdo con sus experiencias.

Para su ejecución se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Recolección bibliográfica existente de Plantas Pilotos con operatividad académica.
- ✓ Recolección de información no documentada, pero de conocimiento de los encargados de la Planta Piloto de Lácteos.
- ✓ Información obtenida a partir de empresas o universidades que cuentan con plantas pilotos de lácteos para el desarrollo de productos.

Las técnicas para la recolección de información fueron las siguientes:

- ✓ La observación.
- ✓ La entrevista.
- ✓ La encuesta.

### **4.1 Diagnóstico de la situación actual.**

El diagnóstico y análisis de la situación actual contempla:

- ✓ Antecedentes de la Planta Piloto de Lácteos.
- ✓ Situación Actual de la Planta Piloto de Lácteos.
- ✓ Evaluación cualitativa de la Unidad Quesera Polivalente de la planta piloto de lácteos.
- ✓ Evaluación del Flujograma de la carrera de Ingeniería química en relación con la operatividad de la Unidad Quesera Polivalente.
- ✓ Estudió técnico.
- ✓ Evaluación económica.

#### **4.1.1 Antecedentes y Situación Actual de la Planta Piloto de Lácteos.**

Para determinar los antecedentes y la situación actual de la Planta Piloto de Lácteos, se realizaron visitas periódicas a la Planta durante meses, interactuando con el personal, revisando la documentación existente de la Planta y posibles proveedores.

Se realizaron también, entrevistas al personal de la Planta para poder determinar las operaciones de mantenimiento que se estaban llevando a cabo, las condiciones en que se efectúan las mismas, así como la descripción del funcionamiento de los equipos durante un proceso productivo.

#### **4.1.2 Evaluación cualitativa de la Unidad Quesera Polivalente de la planta piloto de lácteos**

Para realizar la evaluación del equipo para un proceso de elaboración de queso, se solicitó al personal encargado los manuales de operación y mantenimiento respectivos, suministrados por el fabricante de ese equipo.

Además, se realizó visitas periódicas que permitieron verificar en sitio las condiciones y los mantenimientos efectuados al equipo para su funcionalidad y operatividad y también la maquinaria necesaria para hacer el proceso productivo.

#### **4.1.3 Evaluación del Flujograma de la carrera de Ingeniería química en relación con la operatividad de la Unidad Quesera Polivalente.**

Para esta evaluación se realizó un análisis de la malla curricular 2015 vigente de la carrera de Ingeniería Química. Considerando los dos semestres académicos y determinar las asignaturas que poseen una relación con la operatividad de la Unidad Quesera Polivalente, de acuerdo con el plan de asignatura de cada una de estas.

Cabe mencionar que por cuestiones de tiempo y que será de manera representativa, se tomarán las 4 asignaturas con mayor relación al tema y se elaboraron guías de trabajo tomando como referencia el compendio de guías de la carrera de Ingeniería Química, y que de esta manera los estudiantes pueden ser parte de la experiencia de un proceso semi-industrial y adquirir nuevos conocimientos.

#### **4.1.4 Estudio Técnico**

Para la determinación del proceso productivo para la elaboración de quesos en la Unidad Quesera Polivalente, se realizó una investigación bibliográfica detallada de cada uno de los aspectos destacados para garantizar la eficiencia del proceso productivo.

Los aspectos considerados incluyen:

Ingeniería de proyecto, donde se encuentra la macro y micro localización de la Planta, especificaciones del tamaño de la planta, el volumen de producción, el programa productivo, la materia primas, insumos e insumos auxiliares, los tipos de productos a elaborar, subproductos y residuos, el control de calidad tanto para la materia prima y producto terminado como para el proceso, el balance de materia, mano de obra, líneas de producción, descripción del proceso productivo, maquinaria y mobiliario, calendario productivo y horario de trabajo.

#### **4.1.5 Evaluación Económica**

Una vez concluido el diagnostico la Planta y la determinación de todo el proceso productivo, se realizó una evaluación económica donde se describen los Costos de Operación, Inversión Financiera, Capital de Trabajo, Inversión Inicial Total, Ingresos, Resultados del Análisis Financiero y Análisis de Sensibilidad.

Se conocen los costos de operación para esto se consideraron los costos totales de producción tomando en cuenta el costo de materia prima, costo de mano de obra considerando dos operarios con un salario anual de \$1641.60, mantenimiento preventivo dos veces al año para prevenir el fallo de los equipos una vez empezada su operatividad, costo de electricidad considerando la tarifa T2 binomial aplicada para la universidad y los costos de agua. Los costos administrativos anuales considerando costos de transporte Managua a Masaya, costos de materiales y materiales de oficina.

Para la inversión financiera se calculó la inversión fija y la inversión diferida con el objetivo de conocer la inversión inicial total y se calculó también el capital de trabajo para tres meses.

Para el cálculo de análisis financiero se debe determinar la TMAR, la proyección de ingresos, punto de equilibrio obteniendo así el estado de resultado considerado con capital propio.

Posteriormente se aplicaron los métodos de evaluación y criterios financieros tales como Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno, Periodo de recuperación, Relación Beneficio costo determinando así la rentabilidad del proyecto. Y se realizó un análisis de sensibilidad considerando un aumento de 30% en costos determinando así la rentabilidad con esta variable en el proyecto.

## **V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

### **5.1 Antecedentes de la Planta Piloto de Lácteos**

La Planta Piloto de Lácteos se encuentra ubicada en el en el Laboratorio de Operaciones Unitarias el cual se inauguró en el año 2006, los equipos que encuentran es esta Planta se obtuvieron gracias a la donación de Fondo FAD (Fondo de Ayuda al Desarrollo) en el año 2012.

Como parte de un convenio de cooperación con la Facultad de Ingeniería Química, estos equipos fueron instalados por la empresa nacional RETECSA, empresa dedicada a la venta, mantenimiento e instalación de maquinaria para control de fluidos utilizadas en diversas industrias. Dicho servicio consistió en las instalaciones de las tuberías de vapor, tuberías eléctricas y tuberías de agua.

La planta Piloto de Lácteos fue diseñada con un área de 63.28 m<sup>2</sup>, una habitación donde se instalaría un laboratorio de análisis, con piso de cerámica, una pared rugosa con pintura no antideslizante y el techo recubierto de plycem. Desde la instalación de los equipos, estos solamente han recibido mantenimientos inductivos de limpieza y en, algunos casos, mantenimientos correctivos.

Esta información fue obtenida durante las visitas a la Planta, realizando un recorrido para conocer los aspectos de procesamiento de lácteos, entrevistándose al personal del laboratorio, quien proporciono la información recabada.

### **5.2 Situación Actual de la Planta Piloto de Lácteos**

Se realizaron visitas a la Planta Piloto de Lácteos para realizar un análisis crítico del estado actual de la Planta y de sus equipos. Estos equipos actualmente no se encuentran operativos debido a problemas de funcionamiento que estos presentan.

Los problemas que presenta la caldera son el Relais, Programador y Estabilizador, este último debido a las fluctuaciones de energía eléctrica comercial. Por otro lado, la pasteurizadora tiene como principal dificultad la dependencia de la Caldera, ya que sin esta no puede operar.

De igual manera, a la pasteurizadora se le realizó un cambio de electroválvula, esta fue instalada en la Unida Quesera Polivalente en el año 2017, bajo la supervisión del Ing. Javier Ramírez (jefe del Departamento de Operaciones Unitarias 2015 a 2018), esta quedo inhabilitada desconociéndose el motivo, Se precisa que pudo haber quedado bloqueada, produciéndose un escape en el controlador de la Pasteurizadora.

Al no operar la Caldera ni la Pasteurizadora, dejan inhabilitados equipos como el Homogenizador, la Estación de Frío Integrada y la Unidad de Yogurt, debido a que estos constituyen un solo equipo.

Por otro parte, equipos como la mantequera y la descremadora se encuentran en buen estado y pueden operar de manera independientes, al igual que la Unidad Quesera Polivalente, siendo esta última el tema de estudio. Cabe mencionar que estos Equipos se encuentran en custodia del responsable del Laboratorio de Operaciones Unitarias, MPA. Onell Morales y el Técnico Docente de Laboratorio, Brian Víctor. Actualmente esta Planta Piloto cuenta con 9 equipos los cuales son:

1. Caldera y sistema de ablandamiento del agua de proceso
2. Pasteurizadora
3. Homogenizador
4. Estación de Frío Integrada
5. Unidad de Yogurt
6. Mantequera
7. Descremadora
8. Unidad Quesera Polivalente
9. Prensa de Tornillo

Las especificaciones de estos equipos se encuentran en Anexo 1.

### **5.3 Evaluación Cualitativa de la Unidad Quesera Polivalente.**

En la Planta Piloto de Lácteos como ya se mencionó, cuenta con 9 equipos, dentro de los cuales se encuentra el de interés de estudio, como lo es la Unidad Quesera Polivalente que se describe posteriormente.

#### **5.3.1 Unidad Quesera Polivalente**

##### ***Especificaciones Técnicas***

La Unidad Quesera, es modelo 3069, fabricada 2007 por la empresa italiana TECMON SRL, proveniente de España con un valor de U\$ 5,000. El tanque de esta unidad tiene una capacidad de volumen de 113.5 litros de leche, su equipo eléctrico consta con una potencia instalada de 7.5 kilovoltios y sus dimensiones son 2200 x 650 x 650 mm (Altura x Ancho x Longitud).

La máquina es adecuada para procesar leche, para producir diferentes tipos de queso. En esta unidad la leche viene a la temperatura correcta y pasteurizada por lo que es posible comenzar inmediatamente con la producción de queso. El operador puede verificar la temperatura de la leche en el tablero de control y si es necesario ajustarla eligiendo si enfriar o calentar la leche.

Si ambos circuitos de agua funcionan correctamente, la temperatura de la leche se ajustará automáticamente haciendo fluir el fluido térmico en la chaqueta. En este momento el operario añadirá el fermento lácteo y mantendrá estabilizada la temperatura utilizando el agua fría.

Cuando la cuajada esté lista, el operador podría descargarla a la mesa de formación usando la válvula HV.03.27 La unidad funciona para el proceso de calefacción y refrigeración de forma automática y cuando se alcanza la temperatura fijada, el panel de control detiene las válvulas neumáticas ON-OFF (para calefacción y refrigeración) y mantiene la temperatura fija.

El operador podría cambiar los siguientes parámetros:

- Pasteurización y temperatura de trabajo.
- Temperatura de la cuajada.
- Velocidad del agitador para cortar la cuajada.
- Tipo de agitador.

La temperatura de pasteurización y la temperatura de la cuajada se muestran en el panel de control. En caso de que el operador desee partir de leche fresca y pasteurizarla en la unidad el procedimiento es el siguiente: La leche fresca después de una filtración normalmente operada manualmente se pone en la máquina a una temperatura de 38°C o si la leche proviene de un tanque refrigerado su temperatura será de alrededor de 3°C.

La primera operación es calentar la leche hasta la temperatura de pasteurización (normalmente 72°C) y mantenerla fijada manualmente durante un cierto tiempo. En este caso la unidad que utilizará el agua caliente disponible en el circuito calentará la leche.

Cuando se realiza el proceso de pasteurización, es necesario enfriar la leche a la temperatura de elaboración del queso (generalmente 34 °C) para que se introduzca agua fresca automáticamente en la camisa del tanque y la temperatura se ajuste automáticamente.

En este caso el sistema verificará la temperatura de la leche en el tablero de control y cuando la alcance, cerrará la válvula. En este momento el operario añadirá el fermento lácteo y mantendrá estabilizada la temperatura utilizando el agua fría. Cuando la cuajada esté lista el operador podría descargarla a la mesa de formación usando la válvula HV.03.27

### ***Evaluación Cualitativa***

Esta Unidad al igual que todos los equipos de la Planta Piloto de Lácteos fue instalada en el año 2010 por operarios de la empresa RETECSA. En el año 2017, esta presentó problemas en la Electroválvula, y esta fue reemplazada por la Electroválvula de la Pasteurizadora. Debido a la inactividad y los problemas de fluctuación de energía en la Planta esta presentó daños en el Controlador.

Actualmente la Unidad Quesera Polivalente se encuentra en una fase de pruebas de su funcionamiento, gracias al mantenimiento recibido a inicios de este año 2023, que consistió en el cambio del controlador, dicho controlador fue reemplazado por el de la Pasteurizadora.

Las pruebas realizadas han consistido en la pasteurización de agua, esto para verificar el desempeño de la Unidad Quesera en llegar a la temperatura de pasteurización, el tiempo que esta tarda en alcanzar dicha temperatura, el funcionamiento óptimo del panel de control y de cada uno de los elementos que la componen.

En estas pruebas se han encontrados daños en las mangueras del sistema y daños en una de las bombas de agua, lo que ha retrasado poder realizar pruebas con la materia prima adecuada.

Una de las ventajas de esta Unidad, es que puede trabajar independiente al sistema de pasteurización de la Planta Piloto de Lácteos. Dentro de las mejoras correctivas que necesita este equipo, se recomienda una evaluación por parte de un personal especializado para realizar:

- Mantenimiento de la bomba de agua y al motor del sistema de agitación y corte.
- Mantenimiento al tanque de calentamiento.
- Mantenimiento del sistema de suspensión.

#### **5.4 Flujograma de la carrera de Ingeniería Química y su relación con la Unidad Quesera Polivalente de la Planta Piloto de Lácteos.**

Para la realización de dichas prácticas será necesario que el grupo de estudiantes de las asignaturas previstas, dispongan de un día en específico para que pueden ser capaces observar y operar la instrumentación y los equipos que componen el proceso de elaboración de queso en la Unidad Quesera Polivalente.

Para esto se recomienda que entren grupos de 4 a 5 estudiantes a las diferentes etapas del proceso de interés según la asignatura.

De acuerdo con la malla curricular (planes de asignaturas 2015) vigente, en la carrera de Ingeniería Química y tomando en cuenta los 2 semestres correspondientes a un año académico, se analizaron las asignaturas de Formación Básica, Básicas Específicas y de Ejercicio Profesional.

En la siguiente tabla se presentan las asignaturas tienen una relación con la Unidad Quesera Polivalente.

Tabla 4 Asignaturas relacionadas con la Unidad Quesera.

Semestre	Formación Básica	Básica Especifica	Ejercicio Profesional
II	- Dibujo Técnico para Procesos Industriales. - Introducción a la Ingeniería Química.	-	-
IV	-	- Termodinámica Química.	-
V	-	- Fenómeno de Transporte.	- Balance de Materia y Energía.
VI	-	- Mecánica General para Ingenieros Químicos.	- Mecánica de Fluidos.
VII	-	-	- Operaciones Mecánicas. - Transferencia de Calor. - Procesos industriales. - Transferencia de Masa. - Diseño de Reactores.
VIII	-	- Ingeniería Económica.	- Fundamento de los Procesos Biológicos. - Tecnología y Medio Ambiente. - Control de Procesos. - Diseño de Equipos. - Control de Calidad.
IX	-	-	- Fundamento de Ingeniería de los Alimentos. - Diseño de Plantas. - Procesos Tecnológicos de la Industria Alimentaria.
X	-	-	- Seminario de Culminación de estudios.
	-	-	-

Fuente: *Elaboración Propia*

Tomando en cuenta las clases mencionadas, se eligieron 4 asignaturas para demostrar la relación que existe entre el Plan de Asignatura de la carrera de Ingeniería Química con la operatividad de la Unidad Quesera Polivalente. A continuación, se mencionan y se describe la relación de las asignaturas con el proceso operativo de la Unidad Quesera Polivalente. Por cada asignatura seleccionada, se elaboró una guía de laboratorio que se presenta en Anexos 2.

Cabe mencionar que los datos de matrícula de los grupos de clases fueron brindados por Secretaria de Facultad de Ingeniería Química, a cargo del MSc. Ing. Luis Porras.

### ***Balance de Materia y Energía***

Se tomó en consideración esta asignatura, dado que en todas las plantas se deben definir sus procesos y objetivos para lograr una buena organización dentro de las mismas, estas tienen que crearse una concepción global del proceso productivo de toda la planta, esto implica realizar un flujo de proceso en donde abarque los procesos de flujo de la materia prima, insumos de los productos, descargas dentro de la planta y los gastos energéticos producidos.

Para la asignatura de Balance de Materia y Energía se tomó en consideración la matrícula del primer semestre del año 2023, de los estudiantes de tercer año, habiendo 3 grupos de clases de esta asignatura, con un total de 74 estudiantes, donde se podrían formar 15 grupos de trabajo. Gracias a que son dos procesos productivos, cada grupo de clase podrá dividirse en dos partes, para que el 50% de los estudiantes este en unos de los dos procesos productivos.

Los estudiantes deberán estar presentes en todo el proceso productivo, desde la recepción de materia prima hasta el almacenamiento de producto final. Deberán entrar en grupos de 5 estudiantes en cada etapa del proceso tomando notas de los porcentajes de entrada y salida en el proceso en el que se encuentren presentes, así también poder observar el funcionamiento de los equipos.

Estos deberán crear una concepción global del proceso productivo, realizando un balance de masa del cual se obtenga un conocimiento preciso de las cantidades necesarias de cada material para cada proceso. Con el balance de materia y energía, se cuantificará el flujo de residuos que se dan en la planta, que tan grande son, en que pasos del proceso ocurren y el gasto energético en cada etapa del proceso.

Esto les ayudará para visualizar en donde se pueden introducir medidas para evitar las emisiones y cuales se pueden aprovechar reduciendo así el desperdicio de materia utilizable y reducir costos.

### ***Fundamento de los Procesos Biológicos***

Se optó por esta asignatura, puesto que el queso es considerado un producto biotecnológico, ya que para su producción se requieren diferentes tipos de microorganismos: bacterias (diferentes especies del género *Lactobacillus*), y en algunos tipos de quesos, también hongos. Pero, además, en su producción, se necesitan otros componentes de origen biológicos como lo son el cuajo y los fermentos lácticos.

Se sabe, que la leche constituye un excelente sustrato para el desarrollo de microorganismos. Estos pueden proliferar rápidamente en ella y provocar transformaciones deseables o indeseables.

Para la asignatura de Fundamentos de los Procesos Biológicos, se tomó en consideración la matrícula del segundo semestre del año 2022, de los estudiantes de cuarto año, donde se crearon 3 grupos de clases de esta asignatura, con un total de 68 estudiantes, donde se podrían formar 14 grupos de trabajo, el 50% de los estudiantes se presentarían al proceso de toma de muestra para los análisis de queso fresco y el otro 50% en la toma de muestra para los análisis de queso seco.

La distribución de los estudiantes deberá de ser de 2 grupos por día, un grupo por la mañana en la toma de muestra para los análisis de la materia prima recepcionados y el otro grupo por la tarde, en la toma de muestra para los análisis del producto terminado.

### ***Control de Calidad***

Se eligió esta asignatura puesto que, en la obtención de un queso de calidad, los parámetros químico-físicos y microbiológicos, así como los parámetros del proceso, juegan un papel vital en el proceso de fabricación, entre ellos se encuentran: densidad, grasa, sólidos no grasos, proteínas, acidez y pH.

Estos parámetros influyen tanto en la calidad sensorial del producto final como en la eficiencia tecnológica del proceso, ya que los componentes que pasan al queso dependen de las propiedades de la leche y de los métodos de elaboración empleados.

Para la asignatura de Control de Calidad, se tomó en consideración la matrícula del primer semestre del año 2023, de los estudiantes de quinto año, habiendo 3 grupos de clases de esta asignatura, con un total de 69 estudiantes, utilizando la misma metodología que en las otras asignaturas, el 50% de los estudiantes se presentarían al proceso de elaboración queso fresco y el otro 50% al proceso de elaboración de queso seco.

Entre las tareas que se podrían orientar se encuentran los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la materia prima y productos terminados, parámetros de control de todo el proceso productivos. Para esta asignatura podrán trabajar 3 grupos de clases al día, uno para cada tarea a realizarse.

### ***Procesos Tecnológicos de la Industria Alimentaria***

Se escogió esta signatura, ya que es una de las 3 clases de la mención de alimentos y está en su plan de asignatura cuenta con un laboratorio programado para la elaboración de productos Lácteos. Esta asignatura tiene como objetivo tanto la elaboración como la conservación de los alimentos, es por esto que es importante conocer las bases para el procesado y transformación de materias primas, así como los controles de calidad a los que se deben someter los productos a lo largo de la cadena de producción.

Para la asignatura de Procesos Tecnológico de la Industria Alimentaria, se tomó en consideración la matrícula del primer semestre del año 2023, de los estudiantes de quinto año, habiendo 2 grupos de clases de esta asignatura, con un total de 52 estudiantes, utilizando la misma metodología ya empleada en las demás clases, el

50% de los estudiantes se presentarían al proceso de elaboración queso fresco y el otro 50% al proceso de elaboración de queso seco.

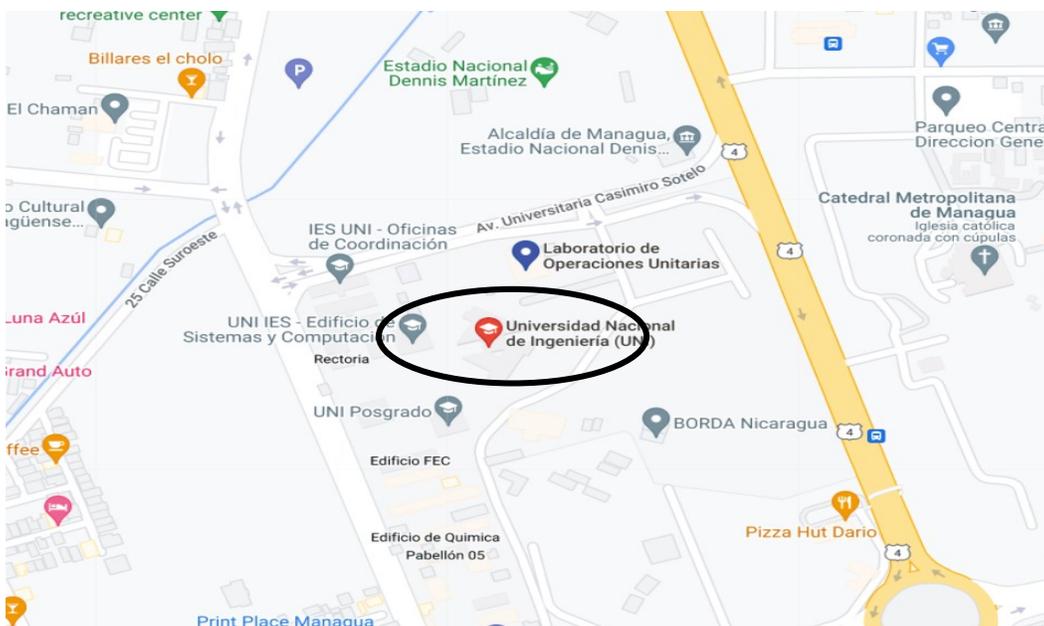
Al igual que en la clase de Balance de Materia y Energía, los estudiantes deberán estar presentes en todo el proceso productivo, desde la recepción de materia prima hasta el almacenamiento del producto final. Podrán entrar en grupos de 4 estudiantes por día para que estos sean capaces de hacerse con el conocimiento de cada una de las etapas del proceso, así como de aprender la operatividad de los equipos para la elaboración de quesos.

## 5.5 Estudio Técnico.

### 5.5.1 Macro y Micro localización de la Planta Piloto de Lácteos

El presente estudio se realizó en la Planta Piloto de Lácteo, ubicada en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ingeniería Química, contiguo al Edificio Rigoberto López Pérez del Recinto Universitario Simón Bolívar, de la Universidad Nacional de Ingeniería, la cual se encuentra ubicada en la Avenida Universitaria, Managua, Nicaragua.

Está organizado para que se realicen funciones de Docencia (Académicas), Investigación y Extensión Universitaria. Este Laboratorio finalizó su construcción en el año 2006, con el objetivo de crear un laboratorio propio de Ingeniería Química, un área para instalar y llevar a cabo talleres de las materias relacionadas con operaciones unitarias.



*Ilustración 6 Localización del laboratorio de operaciones unitarias  
Fuente: Google Maps*



*Ilustración 7 Edificio del Laboratorio de operaciones unitarias.  
Fuente: Elaboración Propia*

## 5.5.2 Volumen de Producción

Los productos por elaborar son 2 tipos distintos de quesos (fresco y seco) de vaca. Su proceso es prácticamente el mismo, pero se diferencian en su proceso de maduración.

Se eligieron estos dos tipos de quesos ya que son fáciles de procesar, tienen menor costo de producción y son de los de mayor demanda a nivel local tanto dentro como alrededores de la Universidad, por la cantidad de establecimientos de comida.

De acuerdo con la encuesta realizada a dichos locales, los quesos seleccionados son de los más utilizados para la preparación de alimentos. Ver datos de la encuesta en Anexo 6.

Debido a que este estudio está basado en una planta y equipos previamente instalados, se analizaron adaptaciones y propuestas de mejora. Por lo anteriormente mencionado, la producción teórica máxima bajo condiciones es de 100 L/lote (88% de la capacidad real del equipo), se procesará un lote por día, esta será considerada la capacidad de diseño inicial.

Tabla 5 Volumen de producción de Queso Fresco y Queso Seco.

<i>Queso Fresco</i>	<i>Diario [Kg/día]</i>	<i>Semanal [Kg/Sem]</i>	<i>Anual [Kg/año]</i>
<i>Capacidad de Diseño</i>	14.28 kg/lote	14.28 kg	599.76 kg

<i>Queso Seco</i>	<i>Diario [Kg/día]</i>	<i>Semanal [Kg/Sem]</i>	<i>Anual [Kg/año]</i>
<i>Capacidad de Diseño</i>	10 kg/lote	40 kg	1,600 kg

*Fuente: Elaboración propia.*

## 5.5.3 Programa Productivo

El programa productivo de la Unidad Quesera Polivalente se diseñó para la elaboración de 2,199.76 kg de queso anuales, lo que se traduce en la entrada de 20,800 litros de leche de vaca anuales. Teniendo en cuenta los picos de abastecimiento de leche fresca de vaca, se dimensionó la quesería para la recepción de leche 5 días a la semana, de lunes a viernes, de 100 litros de leche. Bajo estos parámetros se hicieron los cálculos de la Demanda Potencial Insatisfecha (DPI) a nivel local de la Universidad.

#### **5.5.4 Materia Prima e Insumos.**

Según la investigación documental realizada, la materia prima e insumos requeridos para la elaboración de los quesos son las siguientes:

##### ***Leche***

En nuestro caso la leche utilizada para la fabricación de queso fresco y queso seco será leche de vaca. Esta podrá ser distribuida por productores cercanos a Managua como los de la Comunidad San Jerónimo, Masaya. La leche se recibirá en la planta de lunes a viernes por la mañana. Procederá de las explotaciones ganaderas cercanas y tras su recepción será recepcionada en la artesa de filtración para realizar su primer acondicionamiento.

##### ***Fermentos Lácticos***

Se opta por la utilización de fermentos lácticos para hacer que la producción anual sea la más homogénea posible y darle al queso el sabor, aroma y textura más adecuados ya que permiten la acidificación controlada y enfatizan los perfiles del sabor. Cada sobre de este fermento láctico contiene 3 gramos, que servirá para acondicionar 100 litros de leche.

##### ***Cloruro de Calcio***

Se usará luego del proceso de pasterización. La dosificación será de 20 mililitros por cada 100 litros de leche. Para la fabricación de los quesos se utilizará cloruro cálcico líquido, el cual se debe conservar a temperatura ambiente, siempre superior a 10°C.

##### ***Cuajo***

Para la elaboración de los dos tipos a elaborar de queso de vaca se utilizará Cuajo Líquido. Este es adicionado a la leche, 10 ml por cada 100 litros de leche. La temperatura ideal de la leche antes del cuajado, por lo general, es 34 – 36°C.

provocando el desdoblamiento de la caseína dando como resultado la obtención del queso. Para todo tipo de quesos de doble fuerza se adiciona de 7-14 ml por cada 100 litros de leche.

##### ***Sal***

Para la adición de sal al queso se opta por salado en seco, que consiste en añadir sal en la cuajada cuando se ha hecho ya el desuerado y sin presión. En este momento, con la cuajada granulosa, es fácil incorporar la sal. Para la elaboración de Queso en la Planta Piloto se añadirá un 2% de sal según el peso de la cuajada.

Se dimensionó la quesería para una producción de queso de 2,199.76 kg de queso de vaca anuales, por lo tanto, se necesitan unos aprovisionamientos de 20,800 litros de leche fresca de vaca procedentes de nuestros proveedores.

Para el procesado anual de esa leche se necesitan 2.912 litros de cuajo, 1362 UFC del fermento láctico, 14.12 litros de cloruro cálcico y 59.66 kg de sal. Ver en Anexo 3 las especificaciones técnicas y cotizaciones de estos productos.

### **Necesidades de Materias Primas Auxiliares**

Existen otras materias primas como las mantas filtrantes que se adquirirán y se irán reponiendo según el deterioro de las mismas, las bolsas empacadoras para el producto final, por ello se describirán dentro del apartado de maquinaria dentro del proceso productivo.

### **5.5.5 Producto a Elaborar**

De acuerdo a los resultados de la encuesta realizada (Ver Formato de encuesta en Anexo 6) a los comedores de la Universidad Nacional de Ingeniería, se seleccionaron los dos tipos de quesos de mayor demanda por estos. En la siguiente tabla se podrán observar los resultados de dicha encuesta:

Tabla 6 Resultados de Encuesta a Comedores.

Nombre	Tipo de Queso	Compra	Frecuencia de Compra Semanal	Cantidad (lb)	Cantidad Total (lb)	Precio Unitario (U\$)	Precio Total (U\$)	Aceptación
<b>Fritanga Fasta Food</b>	Fresco	Mercado	3	8	24	55.00	1,320	Si
<b>Güegüense</b>	Seco	Mercado	4	12	48	47.00	2,256	Si
<b>UNI-IES</b>	Mozzarella	Mercado	4	12	48	56.00	2,688	Si
<b>Güegüense</b>	Seco	Mercado	2	10	20	47.00	940	Si
<b>UNI-Central</b>	Quesillo	Mercado	2	10	20	56.00	1,120	Si
<b>Cafetín El Joker</b>	Seco	Mercado	1	2	2	106.00	212	Si
<b>Cafetín Duarte</b>	Crema	Mercado	5	60	60	57.00	3,420	No
<b>El Sombrero del Jabalí</b>	Seco	Mercado	2	1	2	60.00	120	Si
	Crema	Mercado	2	1	2	60.00	120	Si

*Fuente: Elaboración propia.*

Es muy importante mencionar que, en la elaboración de quesos seco se trabajará 4 días a la semana ya que es el que tiene el menor rendimiento y el de mayor demanda. Para la elaboración de queso fresco llevada solo se elaborará una vez a la semana.

### **Queso Fresco**

El queso fresco es un queso que está listo para el consumo después de la fabricación y no será sometido a ningún cambio físico o químico adicional. Es un producto no madurado, de corta duración y que se debe conservar a temperaturas bajas.

El queso fresco se caracteriza por tener bordes regulares y caras lisas, una textura suave no esponjosa, su color puede ir del blanco a la crema, libre de colorantes.

Para la obtención del queso fresco se destinarán alrededor de 100 litros de leche pasteurizada de vaca semanales. El rendimiento aproximado de acuerdo con su consistencia es de 1 kg de queso a partir de 7 litros de leche.

En base a ello se estima que se obtendrán a la semana 14.28 kg, lo que se traduce a 30 unidades de queso de 0.45 kg. Al año se obtendrán alrededor de 574.56 kg de queso fresco.

### **Queso Seco**

Es un queso de pasta dura, madurado o añejado, que hace que este queso no sea fresco (es decir, elaborado y consumido casi en el momento). Su principal característica es que no posee suero, al secarse suele ser más compacto. Podemos caracterizar que su sabor es acentuado o moderadamente salado y tiene apariencia sólida, bien compacta.

Para la obtención de queso seco se destinan 400 litros semanales de leche fresca de vaca pasteurizada. El rendimiento del queso seco es de 1 kg de queso por cada 10 litros de leche, se obtienen unos 40 kg de queso a la semana, traduciéndose en una producción aproximada de 84 unidades de quesos de 0.45 kg. Anualmente se obtienen 1,600 kg de queso seco.

### **5.5.6 Balance Materias Primas**

Para la realización del balance de materia se realizaron diagramas de los balances de masas de las etapas de elaboración en las que se producen entradas, salidas o cambios en el estado de las materias que intervienen.

A continuación, se muestran los balances y de materia para un turno de un lote, de cada uno de los tipos de queso a elaborar.

### Diagrama del Balance de Masa del Queso Fresco

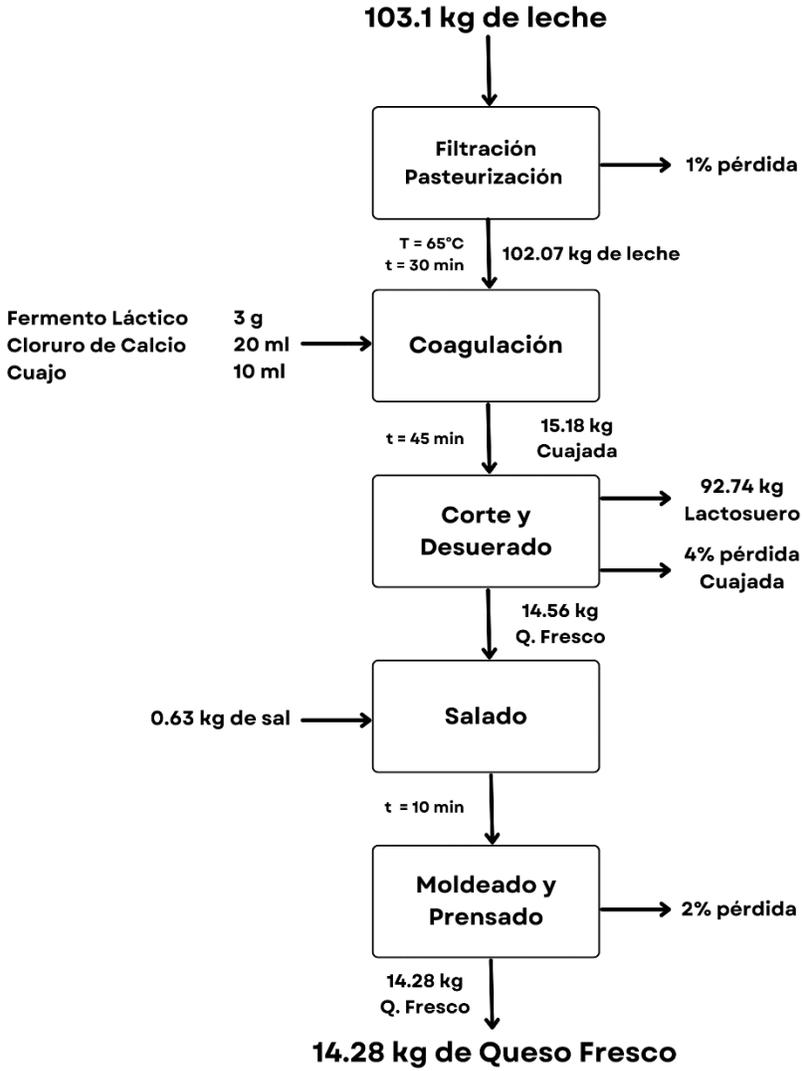


Ilustración 8 Diagrama de Balance de Masa del proceso de elaboración de Queso Fresco  
Fuente: Elaboración propia

## Diagrama de Bloque del Balance de Masa del Queso Seco

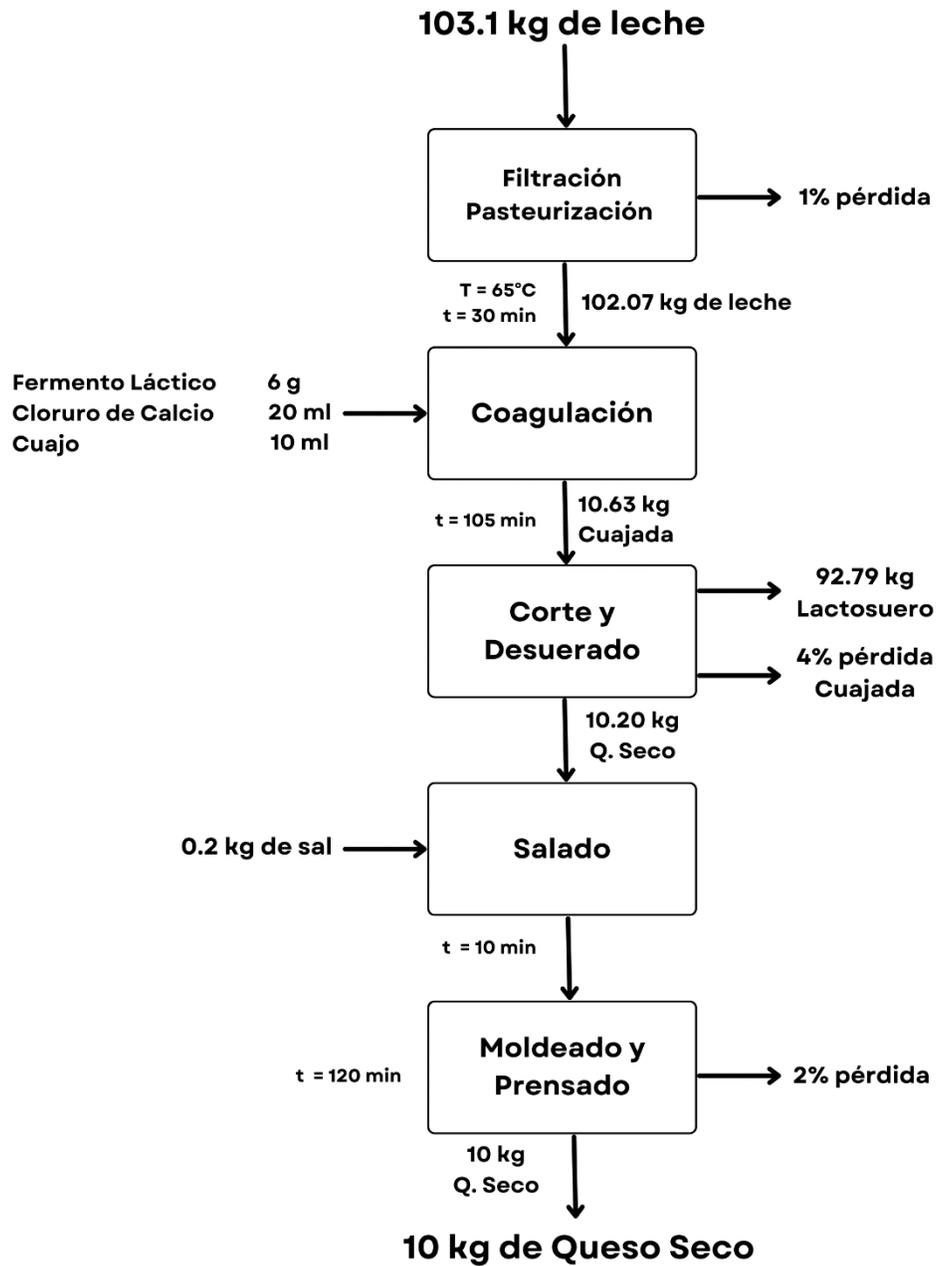


Ilustración 9 Diagrama del Balance de Masa del proceso de elaboración de Queso Seco  
Fuente: Elaboración propia

### **5.5.7 Mano de Obra**

Puesto que se trata de una Planta Piloto de tamaño semi-industrial, será suficiente con 2 operarios/as, trabajando 8 horas al día, 5 días a la semana (de lunes a viernes). Las personas que operen la planta desempeñarán las funciones de control calidad de la materia prima y producto terminado, de elaboración del queso, limpieza de la planta, comercialización del queso y administración.

Como parte de la oportunidad académica que presenta la operatividad de la Unidad Quesera Polivalente, se analiza la opción de pasantías por parte de estudiantes de IV y V año de la carrera. Así estos podrán experimentar una experiencia de trabajo real de trabajo.

Estas pasantías pueden tener una duración de 2 meses, con el objetivo de ganar experiencia en el mundo laboral y poner en práctica los conocimientos y competencias que han adquirido durante su tiempo de estudio o bien Prácticas Profesionales como Trabajo de Culminación de Estudios, esto con el fin de garantizar la calidad profesional de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química. Ver en Anexo 8 Organigrama del Personal.

### **5.5.8 Descripción del Proceso Productivo.**

#### ***Línea de Producción***

Se describen las fases seguidas en el proceso de elaboración de queso fresco y queso seco. El proceso comienza en el momento que la leche es acopiada en la planta y termina en el momento que el queso es expedido a su establecimiento de venta. Los procesos de recepción de la leche, filtración y pasteurización son los mismos para ambos quesos.

#### ***Recepción de la Leche.***

La materia prima principal con la que se va a trabajar es leche cruda procedente de vacas, esta será transportada a las instalaciones de la Planta Piloto de Lácteo por medio de latas de transporte de leche de acero inoxidable. Para este será necesario el préstamo de un medio de transporte, el cual puede ser la camioneta de la Facultad de Ingeniería Química.

#### ***Filtración.***

Luego de la llegada de la leche a la planta esta será trasegada desde las latas de transporte directamente a la Quesera, esto mediante a una manguera filtrante y la bomba de trasiego. La leche recién llegada se introducirá en la carcasa del filtro a través de la boquilla de entrada inferior y, bajo la influencia de la presión de bombeo, pasará a través del cartucho desde el centro hacia la periferia, a través de la boquilla de baile en la pared del cuerpo.

## ***Pasteurización.***

La pasteurización de la leche destinada para la elaboración de queso, normalmente se hace a 72 °C durante 20 segundos en el tratamiento rápido, o a 65°C durante 30 minutos en el tratamiento lento. En la Planta Piloto, se utilizará el método de pasteurización lenta a 65 °C durante 30 minutos con el sistema de pasteurización de la Unidad Quesera. El tratamiento completo de la leche diaria recepcionada durará alrededor de 1 hora.

Una vez realizado el proceso de pasteurización, es necesario enfriar la leche a la temperatura de elaboración del queso (generalmente 40 °C), se abre la válvula para que se introduzca agua fresca automáticamente en la camisa del tanque y la temperatura se ajuste automáticamente. En este caso el sistema verificará la temperatura de la leche en el tablero de control y cuando la alcance, cerrará la válvula.

## ***Queso Fresco***

- ***Cuajado***

Se dispone de la Unidad Quesera, en la que se procesarán 100 litros de leche, el corte y la agitación se realizan de forma automática con el sistema de paleta de agitación y lira de corte horizontal-vertical. Al ser de poca capacidad, la quesera está dotada de un solo brazo con regulación de velocidad, con posibilidad de agitación de la leche.

En el proceso de Coagulación del queso fresco, se realiza un acondicionamiento previo que consiste en la adición de 1 UFC de Fermento Láctico y luego se agrega el Cloruro de Calcio 20ml/100lt.

A continuación, se agrega 14ml de cuajo líquido. Después de haberle agregado el cuajo, se debe dejar reposar de 30 a 45 minutos y verificar la consistencia de la cuajada.

- ***Corte y Agitación de la Cuajada***

Una vez alcanzada el grado de firmeza requerido, se comienza a cortar la cuajada con las liras que incorpora la misma quesera. La operación de corte es automática y de ella dependerá el tamaño de los granos. El corte realizado por las liras debe ser limpio para evitar las mayores pérdidas de grasa posibles.

En la elaboración de **Queso Fresco** de realizarán dos procesos de agitación, luego del corte se procederá a la primera agitación, esta será lenta durante 15 minutos, cuidando de no romper los cubitos de cuajada y luego se dejará reposar de 1 a 2 minutos. Posteriormente en la segunda agitación luego del primer desuerado, se agregará 20% de agua caliente a una temperatura de 55 a 60 °C pasteurizada y se agitará por 15 minutos. Se debe determinar la consistencia de la cuajada, y se debe hacer a una temperatura de 38 a 40 °C.

- **Desuerado y Salado**

Esta fase consiste en la eliminación del lactosuero atrapado entre las mallas del coagulo. Una vez cortada la cuajada con el tamaño de grano óptimo, se abre la válvula de la parte inferior de la quesera para eliminar el lactosuero que será recogido en el tanque de desuerado y luego a través de la válvula de la quesera se procede a extraer la cuajada que pesará directamente a los moldes de la prensa a través de un tanque móvil para su traslado completo.

En el caso del **Queso Fresco**, según su procedimiento de elaboración se realizan dos desuerados. En el primer desuerado se elimina el 30% del volumen total, posteriormente a este desuerado se realiza un proceso de agitación, al finalizar este proceso de agitación, se realiza el segundo desuerado en donde se elimina el lactosuero restante dentro de la quesera. Luego se le agrega 0.63 kg de sal y se agita para que se realice una homogenización completa entre la sal y la cuajada.

- **Moldeado y Prensado**

Se retirará la cuajada de la Quesera a través de un tanque móvil para facilitar el traslado de la cuajada al área de moldeado y así recoger el suero sobrante. Los moldes marcan la forma y el tamaño final del queso.

Una vez introducida la cuajada en los moldes se procede al prensado para darle forma, estructura y firmeza al queso para el salado posterior. Con el prensado se elimina prácticamente todo el suero de la cuajada, dejando el queso con una humedad cercana a la del producto final.

Al final de esta fase, la superficie del queso debe quedar cerrada, suave y sin grietas o fisuras que favorezcan la penetración de mohos. El tiempo estimado para el Queso Fresco será de 2 horas.

- **Oreo**

Antes de proceder al empaquetado se realiza un oreo de los quesos durante 1 o 2 horas a 3 o 4 °C. Un exceso de oreo puede provocar una excesiva desecación y coloración anormal. Esta etapa de oreo se realizará en los armarios frigoríficos para controlar los parámetros de temperatura y humedad.

- **Corte y Empaquetado**

Previo al empaquetado se procederá a cortar el queso en las presentaciones que este será comercializado. Para los quesos frescos se obtendrán 30 unidades de 0.45 kg. Los quesos serán empaquetados, por una maquina empaquetadora al vacío, para aumentar su vida comercial.

- **Almacenamiento**

Una vez que el producto se encuentra envasado serán conducidos a los armarios frigoríficos de producto terminado, donde se colocará en estanterías a la espera de que se produzca su expedición. En la cámara de almacenamiento de producto terminado se mantendrán unas condiciones de 5° C y 90% de humedad relativa evitando corrientes de aire que impacten directamente sobre los palets.

- **Expedición y Venta**

La expedición y venta del producto se realizará según la demanda del mercado, abierta a todo el público que forma parte de la universidad y a los quioscos que se encuentran en esta misma. Durante los días que no hay salida de producto, estos se mantendrán en los armarios frigoríficos.

## **Queso Seco**

- **Cuajado**

De igual manera que el queso fresco, el Queso Seco se cuajará en la Unidad Quesera, se trabajará con la misma capacidad de 100 litros, el corte y la agitación se realizan de forma automática con el sistema de paleta de agitación y lira de corte horizontal-vertical.

Al Queso Seco se le hará un proceso de acondicionamiento previo al cuajado. Este acondicionamiento se realiza agregando 2 UFC de Fermento Láctico. Luego se deja la leche para su fermentación en reposo de la siguiente manera: durante los primeros 30 minutos la temperatura de la leche debe ser de 35°C. Los siguientes 30 minutos la temperatura de la leche debe ser 37°C o hasta que la acidez alcance entre 18 a 19°D.

Luego del tiempo de fermentación por parte de la mezcla de cultivos, se agregan 20ml de Cloruro de Calcio y se agita bien la leche. Luego se agrega 14 ml de cuajo líquido. La temperatura de la leche debe ser 35°C. A continuación, se agita la leche no más de 1 minuto para distribuir bien el cuajo en toda la leche. Por último, se deja la leche en reposo durante 30 a 45 minutos para que cuaje.

- **Corte y Agitación de la Cuajada**

Una vez alcanzada el grado de firmeza requerido, se comienza a cortar la cuajada con las liras que incorpora la quesera. El corte realizado por las liras debe ser limpio para evitar las mayores pérdidas de grasa posibles.

En el proceso de agitación del **Queso Seco**, al igual que el queso fresco se realizarán dos procesos de agitación, con la diferencia que en el queso seco se realizarán una después de la otra, en donde en la primera agitación se hará un quebrado de la cuajada y se agitará lentamente por 10 minutos. En la segunda agitación se deberá de hacer, de manera rápida durante 20 a 30 minutos y se dejará reposar de 5 a 15 minutos.

Con estas operaciones lo que se persigue es facilitar la salida del suero de la cuajada, y así, el queso resultante tendrá un menor contenido de humedad.

- **Desuerado y Salado**

Una vez cortada la cuajada con el tamaño de grano óptimo, se abre la válvula de la parte inferior de la quesera para eliminar el lactosuero que será recogido en el tanque de desuerado y luego se procederá a salar con el método de salado en seco, donde se añadirán 0.2 kg de sal y se agitará con el fin de homogenizar la sal con la cuajada.

Para el desuerado del **Queso Seco**, se elimina el volumen total de lactosuero una vez terminado el proceso de coagulación, luego del salado, a través de la válvula de la quesera se procede a extraer la cuajada que pesará directamente a los moldes de la prensa a través de un tanque móvil para su traslado completo.

- ***Moldeado y Prensado***

Una vez introducida la cuajada en los moldes se procede al prensado para darle forma, estructura y firmeza al queso para el salado posterior. Con el prensado se elimina prácticamente todo el suero de la cuajada, dejando el queso con una humedad cercana a la del producto final. El tiempo estimado para el Queso Seco también será de 2 horas.

- ***Maduración***

Esta fase de maduración se realizará para el **Queso Seco** y consiste en un almacenamiento más o menos prolongado, en condiciones muy controladas de temperatura y humedad para que el queso desarrolle su aroma y sabor característico, para que se produzca la pérdida de humedad necesaria para alcanzar las características típicas del queso.

El armario frigorífico tendrá una temperatura de 12 a 14 °C, con una humedad relativa del 85-90%, en la cual los quesos permanecerán de 24 a 48 horas.

- ***Corte y Empaquetado***

Previo al empaquetado se procederá a cortar el queso en las presentaciones que este será comercializado. Para los quesos frescos se obtendrán 21 unidades de 0.45 kg. Los quesos serán empaquetados al vacío.

- ***Almacenamiento***

Una vez que el producto se encuentra envasado serán conducidos a los armarios frigoríficos de producto terminado, donde se colocará en estanterías a la espera de que se produzca su expedición. En la cámara de almacenamiento de producto terminado se mantendrán unas condiciones de 5° C y 90% de humedad relativa.

- ***Expedición y Venta***

La expedición y venta del producto se realizará según la demanda del mercado, abierta a todo el público que forma parte de la universidad y a los quioscos que se encuentran en esta misma. Durante los días que no hay salida de producto, estos se mantendrán en los armarios frigoríficos.

### **5.5.9 Diagramas de Bloques**

Para mejorar y facilitar la gestión del proceso productivo, se emplean los diagramas de bloques. Éstos muestran de forma general y sencilla el conjunto de procesos, haciendo más fácil su comprensión. Permite también identificar posibles problemas que se puedan presentar a lo largo de los procesos y facilita el análisis de los procedimientos.

## Diagrama de Bloques del Queso Fresco.

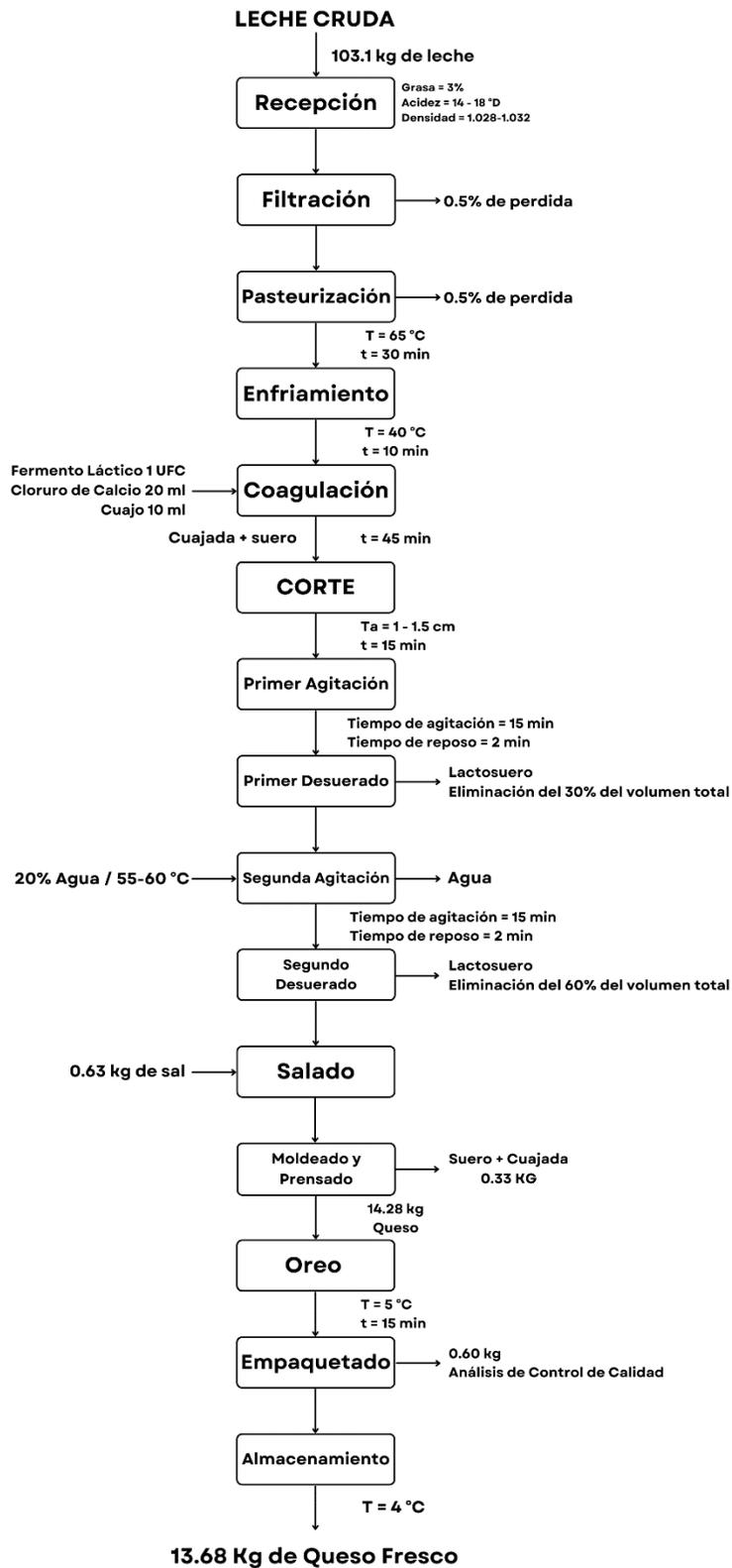


Ilustración 10 Diagrama de bloque del proceso de elaboración de Queso Fresco  
Fuente: Elaboración propia

## Diagrama de Bloque del Queso Seco.

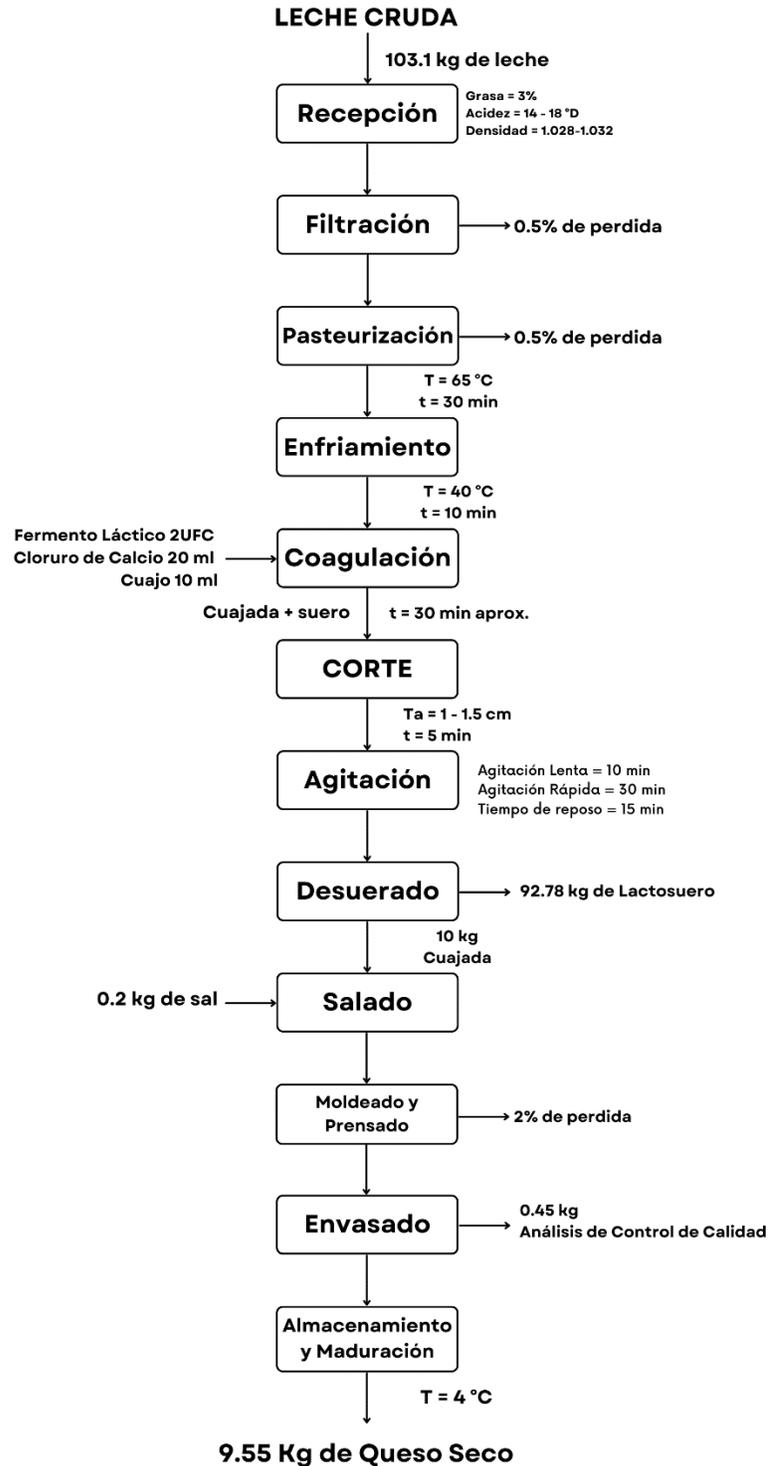


Ilustración 11 Diagrama de bloque del proceso de elaboración de Queso Fresco  
Fuente: Elaboración propia

# Diagrama de Control

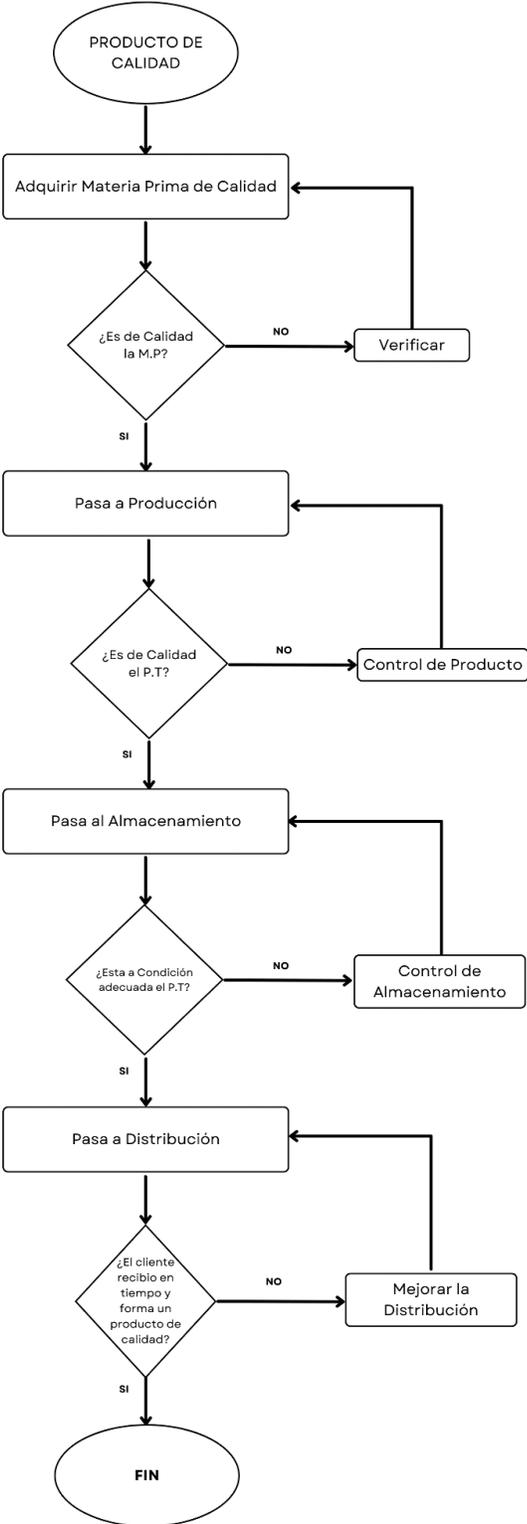


Ilustración 12 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de Queso Fresco  
Fuente: Elaboración propia

## **5.5.10 Maquinaria y Mobiliario**

Para ambos tipos de queso se utilizará la misma maquinaria para simplificar su empleo por parte de los trabajadores y el diseño de la Planta Piloto.

Las especificaciones técnicas de la maquinaria destinada a cada actividad del proceso se encuentran detalladas en Anexo 8, indicando su dimensionamiento, las casas comerciales a las que pertenecen los equipos y su precio sin IVA.

A continuación, se describen los equipos con los que cuenta la Planta de Lácteos para el proceso de elaboración de queso y los equipos que se necesitan adquirir.

### ***Equipos Instalados***

#### **1. Unidad Quesera Polivalente**

Se utilizará la Unidad Quesera Polivalente para la pasteurización de la leche, para el proceso de coagulación, el corte de la cuajada y el desuerado, el volumen con el que se trabajara es de 100 L.

#### **2. Prensa de Tornillo**

Para el moldado y el prensado del queso, se cuenta con una prensa de tornillo de acero inoxidable, que cuenta con dos moldes con capacidad de 20.4 kg de queso cada uno.

### ***Equipos Necesarios***

#### **1. Manguera de Filtración de Leche**

Para la filtración de la leche se utilizará una manguera filtrante de limpieza súper fina, con capacidad de hasta 500 litros de leche. La leche que ingrese a la planta será bombeada desde las latas de transporte de leche, a la Unidad Quesera.

#### **2. Bomba de Trasiego**

Para el trasiego de la leche de las latas de transporte de leche se utilizará una bomba de trasiego, apta para el traslado de líquidos alimentarios como lo es la leche, auto aspirante y con una capacidad máxima de 4500 l/h.

#### **3. Lata de Transporte de Leche**

Lata lechera de acero inoxidable de 50 litros, su material está diseñado con grado alimenticio. La lata lechera será utilizada para el transporte de la leche desde el centro de acopio hasta la planta.

#### **4. Tanque de Lactosuero**

Para la recolección del lactosuero también se utilizará un tanque móvil con capacidad de 95 litros, totalmente de acero inoxidable marca Sammic. Permitirá transportar y almacenar el lactosuero. Provistos de asas y tapas con soportes de

sujeción, el tanque cuenta con 4 ruedas giratorias recubiertas con goma insonorizante. Tiene dimensiones exteriores de Ø 45 cm x 68 cm.

### **5. Cubeta de Cuajada**

Para facilitar el traslado de la cuajada al área de moldeado y prensado se utilizará una cubeta de acero inoxidable con tapa y soportes de sujeción haciendo más práctico la descarga de la Quesera y fácil traslado a los moldes para su posterior prensado.

### **6. Empaquetadora**

Se utilizará una envasadora de mesa al vacío, el empaque combina el vacío y el sellado. Marca BROTHER, modelo VM300TE/A, con carcasa de acero inoxidable y tapa transparente alta. Este será envasado en bolsas de empaques al vacío de 22" x 24".

### **7. Armarios Frigoríficos**

Para el almacenamiento de los quesos, se necesitará de 2 armarios frigoríficos. Estos serán almacenados de acuerdo con sus parámetros de almacenamiento, ya que por ejemplo para el queso seco se necesita una humedad del 90% para que este pueda hacer su proceso de maduración correctamente.

## **5.5.11 Calendario Productivo y Horario de Trabajo**

Se precisan dos trabajadores para el funcionamiento completo de la Unidad Quesera Polivalente. Uno que se encargue principalmente de las labores administrativas y comerciales, ayudando en las labores de proceso y el otro que se encargue de todas las labores que conlleva el proceso productivo. Se podrían incorporar a 2 pasantes que ayuden en alguna parte del proceso que se necesite.

## **Productos a Elaborar y Línea de Producción**

La planta de elaboración de queso que se describe en el presente proyecto posee una capacidad productiva anual total de 2,199.76 kg de los que se comercializarán 2,159.86 kg.

En la siguiente tabla se detallan las producciones semanales, anuales y unidades producidas anualmente de cada uno de los productos que son necesarias para satisfacer la demanda:

Tabla 7 Línea de Producción de Quesos.

<b>Producto</b>	<b>Producción Semanal (kg/sem)</b>	<b>Producción Anual (kg/anu)</b>	<b>Unidades Producidas Anualmente (0.45 kg)</b>
<i>Queso Fresco</i>	14.28 kg	599.76 kg	3,486
<i>Queso Seco</i>	40 kg	1,600 kg	1,260
<i>Total</i>	54.28 kg	2,199.76 kg	4,746

*Fuente: Elaboración propia.*

Para desarrollar estos tipos de queso se va a disponer de dos líneas de procesado totalmente separadas cuyo funcionamiento es independiente y están destinadas a la elaboración de diferentes productos:

- **Línea productiva 1:** Estará destinada a la elaboración de quesos frescos. Tendrá una capacidad de transformación máxima de 100 litros de leche en cada lote de producción.
- **Línea productiva 2:** Estará destinada a la elaboración de queso Seco. A capacidad máxima de trabajo se obtendrán 10 kg de queso seco en cada lote de producción.

### ***Planificación de las jornadas productivas***

En la Planta Piloto de Lácteos se trabajará todos los días de la semana excepto los sábados y domingos. Tomando como referencia el año académico 2023 de la Universidad, también se descansará los días de fiesta nacional y local, con lo que el total de días trabajados al año será de aproximadamente 208.

### ***Líneas de Producción de Quesos***

En las líneas de procesado destinada a la elaboración de quesos, se establecerán turnos diarios de 8 horas cada uno, donde se trabajará con un lote por día. La leche se recibirá en la fábrica procedente de las explotaciones todos los días a las 7:00 h, antes del comienzo de la jornada de trabajo.

El turno comenzará a las 8:00 h una vez realizada la recepción de la leche, y finalizará a las 15:00 h, tras la limpieza de los equipos utilizados. La jornada de trabajo finalizará con la limpieza y desinfección de todos los equipos, utensilios y locales.

Tabla 8 Tiempos de Elaboración por Etapas.

<b>OPERACIÓN</b>	<b>QUESO FRESCO (min)</b>	<b>QUESO SECO (min)</b>
<i>Recepción</i>	60	60
<i>Filtración</i>	30	30
<i>Pasteurización</i>	30	30
<i>Enfriamiento</i>	10	10
<i>Adiciones y cuajado</i>	45	80
<i>Corte</i>	15	45
<i>Desuerado</i>	45	10
<i>Moldeado y Prensado</i>	60	60
<i>Desmoldado y Salado</i>	60	30
<i>Oreo</i>	15	60
<i>Corte y Envasado</i>	60	60
<b>Total</b>	<b>7 horas</b>	<b>7.9 horas</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

En la elaboración de queso fresco la duración máxima del proceso será de 7 horas y para el que seco de 7.9 horas, hasta completar el empaquetado y almacenamiento de los quesos.

### **Calendario de Producción**

Una vez que se conocen los datos de turnos implantados y los horarios de trabajo se pueden conocer las producciones diarias, semanales y anuales para cada uno de los productos, así como el total de los días que se realizará cada producto a lo largo del año.

En la tabla siguiente se recogen los datos de producciones de los distintos productos elaborados en cada una de las líneas:

Tabla 9 Líneas productivas de Queso fresco y Queso seco.

<b>Producto</b>	<b>Producción Diaria (kg/día)</b>	<b>Días Productivos</b>	<b>Producción Semanal (kg/sem)</b>	<b>Producción Anual (kg/anu)</b>
<i>Línea Productiva 1 Queso Seco</i>	10 kg	4 días	40 kg	1,600 kg
<i>Línea Productiva 2 Queso Fresco</i>	14.28 kg	1 día	14.28 kg	599.76 kg

*Fuente: Elaboración propia.*

Para poder satisfacer las necesidades de los compradores cada semana se producirán los 2 tipos de productos. De esta manera los stocks serán más equilibrados y la expedición de los productos se podrá realizar de manera más constante. La distribución de la producción a lo largo de la semana se muestra en la tabla 13.

Tabla 10 Calendario de producción de Queso Fresco y Queso Seco

<b>Producto</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
Línea 1	Queso Seco	Queso Seco	-	Queso Seco	Queso Seco
Línea 2	-	-	Queso Fresco	-	-

*Fuente: Elaboración propia.*

Hay que destacar que los quesos producidos se comercializarán en un solo formato. Esta premisa será necesario tenerla en cuenta a la hora de elaborar los quesos con unas dimensiones y pesos concretos. Para ambos tipos de quesos los formatos a elaborar serán de 0.45 kg.

## 5.5.12 Resumen de los Productos y Subproductos Generados

A continuación, se detallan las cantidades de cada uno de los efluentes generados en la elaboración de cada tipo de queso según la producción por turno de cada uno de ellos:

Tabla 11 Productos y Subproductos generados.

Producto	Producción (kg)	Lactosuero (l)
Queso Fresco	14.28	89.96
Queso Seco	10	90

*Fuente: Elaboración propia.*

### **Destino y utilización de los Subproductos**

Durante el proceso de elaboración de los distintos tipos de queso se producen diversos subproductos y aguas residuales. Los principales son el lactosuero y el efluente salino utilizado durante el salado de los quesos. El lactosuero se produce en varias etapas durante la elaboración de quesos frescos y secos, pero indistintamente de la etapa en la que se genere se conducirá al tanque de almacenamiento de suero dispuesto en la planta.

Este lactosuero no se utilizará en la propia planta, por lo que se propone realizar una bebida saborizada o puede ser vendido a empresas especializadas en la transformación de este producto y darle un valor agregado. Periódicamente será recogido en camiones adecuados para su envío a estas fábricas.

En cuanto al efluente salino producido durante la etapa de salado se trata de un producto que no tiene una segunda utilización, por lo que estas aguas con sales serán descartadas y serán vertidas por los drenajes de la planta. Aunque se podrían formular temas de investigación para un aprovechamiento.

El resto de los productos de desecho que pueden generarse en la planta como cortezas de queso, aguas de lavado de equipos, etc. llevarán un tratamiento similar al de los desechos urbanos.

### **Estrategia de Comercialización**

Como se ha comentado anteriormente el producto obtenido podrá ser comercializado a los comedores que se encuentran en la Universidad y a los trabajadores administrativos. Los precios de venta al público de cada uno de los formatos se detallan en la siguiente tabla 12.

Tabla 12 Productos de Comercialización.

Producto	Ud./año	Precio de Venta (0.45 kg)
Queso Seco	3,486	\$ 2.74
Queso Fresco	1,260	\$ 2.74

Fuente: Elaboración propia.

Para llevar un mejor control en los registros de venta de los productos, se recomienda entregar una factura a los compradores, anotar en un libro de notas y estos datos ingresarlos a una hoja de cálculo. De esta manera se podrán tener registros oficiales de los ingresos generados por la comercialización de los productos. Al realizar los 3 registros

## 5.6 Evaluación Económica.

### 5.6.1 Costos de operación.

En este acápite se detallan los costos a cubrir por año en el proceso de operación de la planta.

### 5.6.2 Costos de Producción

#### Costo de Materia Prima

Considerando la densidad de la leche de 1.030 g/cm<sup>3</sup>

Tabla 13 Costo de Materia Prima.

Materia Prima	Cantidad	Costo unitario	Costo anual	Costo anual (\$)
Leche de vaca (kg)	21,424	C\$ 30.00	C\$ 642,720.00	\$ 17,584.68
Cloruro de Calcio (kg)	2	C\$ 116.98	C\$ 233.96	\$ 6.40
Fermento Láctico (kg)	214.24	C\$ 165.79	C\$ 35,518.85	\$ 971.79
Cuajo (kg)	4	C\$ 49.80	C\$ 199.20	\$ 5.45
Sal (kg)	4	C\$ 54.51	C\$ 218.04	\$ 5.97
Tela Filtrante	10	C\$ 73.10	C\$ 731.00	\$ 20.00
Empaque	1	C\$ 1,169.23	C\$ 1,169.23	\$ 31.99
Total			C\$ 680,790.28	\$ 18,626.27

#### Costos de Mano de Obra

Tabla 14 Costos de Mano de Obra.

Mano de obra	Cantidad	Salario Bruto mensual	INSS Patronal (22.5%)	Costo mensual	Costo anual
Operarios	2	\$ 200.00	45	\$ 245.00	\$ 2,450.00

### **Costos de Mantenimiento**

Considerando dos mantenimientos preventivos al año para asegurar el funcionamiento correcto de los equipos una vez que la planta piloto se empiece a operar.

Tabla 15 Costos de Mantenimiento.

<b>Costo de mantenimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo anual \$</b>
\$ 100.00	2	\$ 200.00

### **Costos de Electricidad**

Se considera la Tarifa T2 binomial. Tomando en cuenta la Tabla 8 Tiempo de elaboración por etapas para conocer el consumo por hora. En donde el costo total diario se conoce con la formula ((requerimiento\*consumo) /1000) \*costo.

Tabla 16 Costos de Electricidad.

<b>Equipo</b>	<b>Consumo (h)</b>	<b>Requerimiento (W)</b>	<b>Costo \$/KWh</b>	<b>Costo total diario (kWh)</b>	<b>Costo total anual (kWh)</b>
Bomba de Trasiego	0.5	230	\$ 0.04	\$ 0.00	\$ 1.02
Envasadora al Vacío	1	220	\$ 0.04	\$ 0.01	\$ 1.95
Armario Frigorífico	12	950	\$ 0.04	\$ 0.49	\$ 101.04
Quesera					
Unidad Polivalente	1.7	220	\$ 0.04	\$ 0.02	\$ 3.31
Total	15.2	1.620		\$ 0.52	\$ 107.33

### **Costos de Agua**

Tabla 17 Costos de Agua.

<b>Costo de agua</b>	<b>Requerimiento (m3/día)</b>	<b>Costo (\$/m3)</b>	<b>Costo total diario \$</b>	<b>Costo total anual (m3/anual)</b>
Lavado	10	\$ 0.05	\$ 0.48	\$ 99.84

## **Costos Totales de Producción Anual**

Tabla 18 Costos Totales de Producción Anual.

<b>Costos de producción anual</b>	<b>Monto (\$)</b>
Materia prima	\$ 18,626.27
Mano de obra	\$ 2,450.00
Mantenimiento	\$ 200.00
Electricidad	\$ 107.33
Agua	\$ 99.84
<b>Total</b>	<b>\$ 21,483.44</b>

### **5.6.3 Costos administrativos**

#### **Costos de Transporte**

Se solicitará a la universidad el préstamo de una camioneta para el retiro de materia prima y se paga al conductor la hora extra realizada. Hora extra: Ganancia por hora\*Horas extraordinarias\*2 Según el Art 57 del Código del trabajo. Ganancia por hora: salario entre 30 y a eso se le divide las 8 h laborales.

Kilometraje: distancia de managua a Masaya es de 32.4 km duración de 37 min a una velocidad media de 52.5 km en donde los valores unitarios de consumo de combustible son de 7L/100 KM y el precio 31/l por tanto se consumirán 2L con costo de 62 córdobas

Tabla 19 Costos de Transporte.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Consumo km/l</b>	<b>Recorrido km</b>	<b>Costo \$/l</b>	<b>Costo total anual</b>
Consumo de combustible	\$ 5.00	2	32.4	1.7	\$ 353.60

<b>Descripción</b>	<b>Salario \$</b>	<b>Ganancia por hora</b>	<b>Hora extra</b>	<b>Costo anual</b>
Conductor	\$ 123.38	\$ 0.51	\$ 1.54	\$ 320.79

#### **Costos Materiales**

Tabla 20 Costos de Materiales.

<b>Materiales</b>	<b>Monto</b>
Puerta	\$ 100.00
Carretilla	\$ 80.00
<b>Total</b>	<b>\$ 180.00</b>

## **Costos de materiales de oficinas.**

Tabla 21 Costos de Materiales de Oficina.

<b>Materiales de oficina</b>	<b>Monto \$</b>
Impresora	\$ 55.00
Laptop	\$ 430.00
Archivador Ampo	\$ 4.00
Hojas para impresión	\$ 16.00
Perforadora	\$ 6.00
Total	\$ 511.00

## **Costos totales administrativos anuales.**

Tabla 22 Costos Totales Administrativos Anuales.

<b>Costos administrativos anual</b>	<b>Monto (\$)</b>
Costos materiales de oficina	\$ 511.00
Costo transporte	\$ 353.60
Costos materiales	\$ 511.00
Total	\$ 1,375.60

## **5.7 Inversión financiera.**

### **5.7.1 Inversión Fija**

En este acápite se mostrarán los costos de equipos, instrumentos y materiales que son necesarios y con los que no cuenta el laboratorio para la elaboración de los productos.

### **Costo de Equipos Mayores**

Tabla 23 Costos de Equipos Mayores.

<b>Equipo</b>	<b>Costo de Adquisición. (\$)</b>
Manguera de filtración	\$ 325.00
Lata de transporte de leche	\$ 22.00
Bomba de Trasiego	\$ 140.47
Tanque Desuerado	\$ 331.98
Cubeta de cuajada	\$ 20.40
Empaquetadora	\$ 5,000.00
Armario Frigorífico	\$ 5,419.96
Total	\$ 11,259.81

## **Costo Equipo Control de Calidad**

Tabla 24 Costo de Equipos de Control de Calidad.

<b>Equipo</b>	<b>Precio U\$</b>
Centrifuga Gerber	\$ 2,091.76
Butirómetro de Leche	\$ 20.00
Butirómetro de Queso	\$ 90.00
Butirómetro de Lactosuero	\$ 29.00
Lactodensímetro	\$ 31.35
MP Lactoscan	\$ 3.00
Balanza de Precisión	\$ 950.00
<b>Total</b>	<b>\$ 3,215.11</b>

## **Costos Obras civiles**

Tabla 25 Costos Totales de Inversión Fija.

<b>Costo de demolición concreto m2</b>	\$ 106.50
<b>Total</b>	<b>\$ 213.00</b>

## **Costos Totales de Inversión Fija**

Tabla 26 Costos Totales de Inversión Fija.

De la suma de los activos se obtiene como resultado la inversión fija.

<b>Costo inversión fija</b>	<b>Monto (\$)</b>
Equipos mayores	\$ 11,59.1
Equipos control calidad	\$ 3,215.11
Demolición	\$ 213.00
Materiales de oficina	\$ 511.00
Materia prima	\$ 18,626.27
<b>Total</b>	<b>\$ 33,825.19</b>

## **5.7.2 Inversión diferida**

Tabla 26 Costos Totales de Inversión Diferida.

<b>Inversión diferida</b>	<b>Monto (\$)</b>
Instalación Puerta	\$ 100.00
Licencia BPM	\$ 150.00
<b>Total</b>	<b>\$ 250.00</b>

### 5.7.3 Capital de Trabajo

La capital de trabajo es la suma de costos anuales de producción y administrativos divididos por el periodo de percibir ingreso lo cual se hará para 3 meses.

Tabla 27 Capital de Trabajo.

Capital de trabajo	Monto (\$)
Costo total de producción	\$21,483.44
Costo total administrativo	\$ 1,375.60
Capital de trabajo	\$ 571.48

### 5.7.4 Inversión Inicial Total

La inversión total es la suma de la inversión fija y la inversión diferida.

Tabla 28 Inversión Total.

Inversión inicial total	Monto (\$)
Inversión fija	\$ 33,825.19
Inversión diferida	\$ 250.00
<b>Total</b>	<b>\$ 34,075.19</b>

### 5.7.5 TMAR

Según la información divulgada por el banco central la inflación en Nicaragua en el presente año es de 10.9% y el premio al riesgo 20% se considera con lo cual la TMAR es 30.9%

$$TMAR = \text{tasa inflacion} + \text{premio al riesgo}$$

*Ecuación 10*

$$TMAR = 10.9\%/100 + 20\%/100$$

$$TMAR = 0.309$$

### 5.7.6 Financiamiento

La propuesta tomada es capital propio, a partir de los ingresos generados por la Facultad.

## 5.8 Ingresos

### 5.8.1 Costos Unitarios

Precio Unitario de 0.45kg (1 lb) de queso es de \$2.74 notándose un incremento del precio a lo largo de los meses de un 20%.

Tabla 29 Costos Unitarios.

<b>Año</b>	<b>Unidades necesarias (kg)</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
2023	4,746	\$ 2.74	\$ 13,004.04
2024	4,746	\$ 2.94	\$ 13,953.24
2025	4,746	\$ 3.14	\$ 14,902.44
2026	4,746	\$ 3.34	\$ 15,851.64
2027	4,746	\$ 3.54	\$ 16,800.84

### 5.8.2 Precio de venta.

El precio de venta es 70% sobre el costo unitario.

Tabla 30 Precio de Venta.

<b>Costo unitario</b>	<b>Ganancia</b>	<b>Precio de venta</b>	<b>Precio de ventas totales</b>
\$ 2.74	0.7	\$ 3.44	\$ 13,004.74

Por tanto, los ingresos totales son de \$ 44,733.90

### 5.8.3 Depreciación.

Tabla 31 Depreciación de equipos.

<b>Equipos</b>			
<b>Costo U\$ =</b>	\$ 14.474,92		
<b>Valor de Salvamento U\$ =</b>	\$ 2.894,98		
<b>Vida útil (años) =</b>	5		
<b>DLR</b>	0,14		
<b>t (años)</b>	<b>Dt (U\$)</b>	<b>Dt Acumulado (U\$)</b>	<b>VL (U\$)</b>
0			\$ 14,474.92
1	\$2,315.99	\$ 2,315.99	\$ 12,158.93
2	\$2,315.99	\$ 4,631.97	\$ 9,842.95
3	\$2,315.99	\$ 6,947.96	\$ 7,526.96
4	\$2,315.99	\$ 9,263.95	\$ 5,210.97
5	\$2,315.99	\$ 11,579.94	\$ 2,894.98

Tabla 32 Depreciación de equipos de oficina.

<b>Equipo de computo</b>			
<b>Costo U\$ =</b>		\$ 511.00	
<b>Valor de Salvamento U\$ =</b>		\$ 255.50	
<b>Vida útil (años) =</b>		2	
<b>Dlr</b>		0.5	
	<b>t (años)</b>	<b>Dt (U\$)</b>	<b>Dt Acumulado (U\$)</b>
	0		\$ 511.00
	1	\$ 127.75	\$ 127.75
	2	\$ 27.75	\$ 255.50
			<b>VL (U\$)</b>
			\$ 511.00
			\$ 383.25
			\$ 255.50

## 5.9 Resultado del Análisis Financiero.

### 5.9.1 Punto de equilibrio.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{costos fijos.}}{(\text{precio de venta} - \text{costo variable unitario})}$$

Tabla 33 Tipo de Financiamiento.

<b>Tipo de financiamiento</b>	<b>Presentación</b>	<b>Punto de equilibrio</b>
<b>Capital propio</b>	0,45 kg (1 lb)	\$ 53,995.66
<b>Costos fijos</b>	\$ 37,796.96	
<b>Precio Venta</b>	\$ 13,004.74	
<b>Costo Unitario</b>	\$ 13,004.04	

## 5.9.2 Estado de resultado sin financiamiento.

Tabla 34 Estado de Resultado sin Financiamiento.

Estado de resultados	Cantidades por año					
	0	1	2	3	4	5
(-) Inversión inicial	-\$34,075.19			-\$511.00		
(+) Préstamo	\$0.00					
(+) Ingresos		\$44,733.90	\$44,733.90	\$44,733.90	\$44,733.90	\$44,733.90
(-) Costos		-\$21,483.44	-\$21,483.44	-\$21,483.44	-\$21,483.44	-\$21,483.44
(-) Depreciación						
(-) Depreciación de equipos		\$2,315.99	\$2,315.99	\$2,315.99	\$2,315.99	\$2,315.99
(-) Depreciación de equipos de computo		\$127.75	\$127.75		\$127.75	\$127.75
(-) Intereses pagados		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
(=) Utilidad antes de impuestos		\$25,694.19	\$25,694.19	\$25,566.44	\$25,694.19	\$25,694.19
(-) Impuestos						
(-) Impuesto a la renta		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
(=) Utilidad después de impuestos		\$25,694.19	\$25,694.19	\$25,566.44	\$25,694.19	\$25,694.19
(-) Pago del Principal						
(+) Recuperación de capital						
(=) Flujo Neto efectivo	-\$34,075.19	\$25,694.19	\$25,694.19	\$25,566.44	\$25,694.19	\$25,694.19

Fuente: Elaboración Propia

### 5.9.3 Resultados obtenidos según los métodos.

#### ***TMAR***

Tabla 35 Tasa Media Anual de Retorno.

<b>Tasa de inflación</b>	10.90%	0.109
<b>Premio al riesgo</b>	20%	0.2
<b>TMAR</b>	30.90%	0.309

#### ***VPN y TIR***

Tabla 36 Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno

Año		
0	lo	-\$34,075.19
1	FNE1	\$25,694.19
2	FNE2	\$25,694.19
3	FNE3	\$25,566.44
4	FNE4	\$25,694.19
5	FNE5	\$25,694.19

<b>VPN</b>	\$27,384.52
<b>TIR</b>	70.05%

#### ***Periodo de recuperación***

Tabla 37 Periodo de Recuperación.

Año	FNE	FNEA
0	-\$34,075.19	
1	\$25,694.19	\$25,694.19
2	\$25,694.19	\$51,388.39
3	\$25,566.44	\$76,954.83
4	\$25,694.19	\$102,649.03
5	\$25,694.19	\$128,343.22
PR		1.41

## **Beneficio/Costo.**

Tabla 38 Beneficio/Costo.

<b>Año</b>	<b>Inversión</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Costos</b>
0	\$34,075.19		
1		\$44,733.90	\$21,483.44
2		\$44,733.90	\$21,483.44
3		\$44,733.90	\$21,483.44
4		\$44,733.90	\$21,483.44
5		\$44,733.90	\$21,483.44
Suma de ingresos		\$56,224.38	
Suma de costos		\$27,001.74	
Inversión y costos		\$61,076.93	
B/C		0.9205501	

Tabla 39 Resultado de Métodos de Evaluación.

<b>TMAR</b>	<b>VPN</b>	<b>TIR</b>	<b>PR</b>	<b>BC</b>
30.90%	\$ 27,384.52	70.05%	1.41	1

El proyecto es rentable ya que cumple con las tres condiciones requeridas:

VPN > 0; TIR ≥ TMAR; B/C > 1.

## 5.10 Análisis de sensibilidad.

### 5.10.1 Estado de Resultado sin Financiamiento con Aumento de 30% en Costos.

Tabla 40 Resultado Métodos de Evaluación en Análisis de Sensibilidad.

Estado de resultados	Cantidades por año					
	0	1	2	3	4	5
(-) Inversión inicial	-\$34,075.19			-\$511.00		
(+) Préstamo	\$0.00					
(+) Ingresos		\$44,733.90	\$44,733.90	\$44,733.90	\$44,733.90	\$44,733.90
(-) Costos		-\$6,445.03	-\$6,445.03	-\$6,445.03	-\$6,445.03	-\$6,445.03
(-) Depreciación						
(-) Depreciación de equipos		\$2,315.99	\$2,315.99	\$2,315.99	\$2,315.99	\$2,315.99
(-) Depreciación de equipos de computo		\$127.75	\$127.75		\$127.75	\$127.75
(-) Intereses pagados		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
(=) Utilidad antes de impuestos		\$40,732.60	\$40,732.60	\$40,604.85	\$40,732.60	\$40,732.60
(-) Impuestos						
(-) Impuesto a la renta		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
(=) Utilidad después de impuestos		\$40,732.60	\$40,732.60	\$40,604.85	\$40,732.60	\$40,732.60
(-) Pago del Principal						
(+) Recuperación de capital						
(=) Flujo Neto efectivo	-\$34,075.19	\$40,732.60	\$40,732.60	\$40,604.85	\$40,732.60	\$40,732.60

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41 Análisis de Sensibilidad.

<b>TMAR</b>	<b>VPN</b>	<b>TIR</b>	<b>PR</b>	<b>BC</b>
30.90%	\$ 63,389.26	117.01%	0.89	1
<b>VPN</b>	\$ 63,389.26			
<b>Inversión inicial</b>	\$ 34,075.19			
<b>Índice de rentabilidad</b>	1.860275765			

Si el índice de rentabilidad es mayor a 1 se considera rentable el análisis de sensibilidad.

## VI. CONCLUSIONES

Se logró realizar un diagnóstico de la situación actual tanto de la Planta como de la Unidad Quesera, concluyendo en que las condiciones en las que se encuentra la planta en el presente, hay numerosas situaciones que deben ser mejoradas en el corto y mediano plazo, como por ejemplo los desagües internos de la Planta, infraestructura y distribución de los demás equipos.

En la determinación de los recursos tecnológicos que son necesarios para la elaboración de quesos, se necesita una lata de transporte para trasladar la leche desde el acopio de los productores hasta la planta, una manguera filtrante para la eliminar las impurezas que contenga la leche, una bomba de trasiego para el traslado de leche de la lata de transporte a la Unidad Quesera, un tanque de lactosuero para el almacenamiento del suero dulce generado en el proceso de coagulación, una cubeta para el traslado de la cuajada de queso a la prensa de tornillo, un empaquetadora al vacío para el producto y dos armarios frigoríficos para el almacenamiento del producto terminado.

En base el flujograma de la carrera se lograron identificar las asignaturas relacionadas a la operatividad de la Unidad Quesera y gracias a ello se logró proponer 4 guías de estudio donde los estudiantes podrán hacer uso de las instalaciones de la Planta Piloto de Lácteos, estas podrán ser modificadas y así mismo propuestas en los planes de asignaturas de cada una.

La aplicación de los flujogramas y la descripción de los procesos ayudaron a obtener información de cada proceso productivo, como es la materia prima, selección de equipos, mano de obra y los costos indirectos de producción, la cual ayudará a obtener el costo de producción del producto y obtener rentabilidad en la Planta.

El proyecto se considera rentable ya que en el estudio económico se obtuvo que la TMAR es de 30.90%, el VPN es de U\$ 27,384.52 y la TIR es de 70.05% con una relación beneficio costo de 1 y su periodo de recuperación de 1.41 por ende la inversión inicial se recuperaría en aproximadamente dos años.

Se concluye que la operatividad de esta unidad presentaría una oportunidad en el crecimiento académico para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química, para que estos sean capaces de diseñar y realizar operaciones básicas para el procesamiento, transformación, conservación y almacenamiento de productos lácteos, por lo que una vez la Unidad Quesera Polivalente esté operativa, se espera afianzar adecuadamente los conocimientos teóricos de los estudiantes mediante; trabajos y proyectos de cursos, proyectos de ferias, desarrollo de temas monográficos, pasantías y prácticas a escala semi-industrial con procesos tecnificados.

## VII. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo con la rentabilidad del proyecto se recomienda ejecutarlo, que mediante su rentabilidad estaría contribuyendo al conocimiento de los estudiantes y económicamente generaría ingresos a la Facultad de Ingeniería Química.
2. Construir un Cuarto Frío para la refrigeración y conservación de los insumos para la elaboración de quesos y para el almacenamiento del producto terminado. Teniendo en cuenta que la Facultad de Ingeniería Química pretende habilitar toda la Planta Piloto de Lácteos este podrá servir para almacenar todos los insumos y los productos elaborados en la planta.
3. Definir un plan de acción e inversión a corto plazo, que permita solventar las alternativas planteadas en este trabajo, enfocado, en una primera etapa, a la adecuación de las instalaciones de la Planta Piloto de Lácteos.
4. Realizar reformas estructurales en la planta y rediseño del flujo de procesos, con el fin de minimizar los riesgos de contaminación cruzada y maximizar la eficiencia del proceso productivo.
5. Definir un plan de acción e inversión a mediano y largo plazo, que permita a la Planta dirigirse hacia la implementación y certificación en Buenas Prácticas de Manufactura.
6. Establecer e implementar un plan de mantenimiento, calibración y ajuste de los instrumentos y equipos utilizados en el proceso productivo.
7. Definir alternativas para el uso del lactosuero y suero salado generando en la Planta para minimizar la contaminación que este pudiera provocar.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Román, J. H. (Diciembre de 2005). *Elaboración de un Balance de Masa Para Yogur, Helado, Queso Zamorella y Queso Crema en La Planta de Lácteos de Zamorano*. Obtenido de Biblioteca Digital Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/62455e71-8ebf-4003-adea-4d19f3bae8a7/content>
- Alfa Editores Técnicos. (20 de Diciembre de 2014). *Industria Láctea*. Obtenido de Alfa Editores Técnicos: <https://www.alfa-editores.com.mx/>
- Alvaro, M. (16 de Diciembre de 2012). *Maquinaria y Equipo para Fabricar Queso*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/doc/117045190/maquinaria-y-equipo-para-fabricar-queso>
- Anaya, A., & Pedroza, H. (Enero-Junio de 2008). Escalamiento, el arte de la ingeniería química: Plantas piloto, el paso entre el huevo y la gallina. Tecnología, Ciencia, Educación. *Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos A.C*, 23(1), 31-39. Recuperado el 28 de Noviembre de 2023, de Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48223105>
- Artelnox. (s.f.). *Mesa de Desuerado*. Obtenido de AgroShow: <https://agroshow.info/productos/ganaderia/equipos-para-lecheria/mesa-de-desuerado/>
- Baca, G. (2001). *Evaluación de Proyectos*. México, D.F: McGRAW-HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A de C.V.
- Baca, G. (2010). *Fundamentos de Ingeniería Económica*. ((. e. McGraw-Hill, Ed.) México D.F: McGRAW-HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A de C.V. Obtenido de ACADEMIA EDU.
- Blank, L., & Tarquin, A. (2012). *Ingeniería Económica (7ma ed.)*. McGraw-Hill Education. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A de C.V. Obtenido de ACADEMIA EDU.
- Borbor Suárez, P. O. (2015). *Estudio de factibilidad para la creación de una planta procesadora dedicada a la elaboración de queso de leche del ganado vacuno, en la comuna Baños Termales de San Vicente, provincia de Santa Elena, Año 2015*. Obtenido de Repositorio Dspace: <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2702>
- Caiza Chicaiza, M. M. (2015). *Evaluación del ácido láctico a partir de lactosuero empleando (Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus), en la elaboración de queso fresco a tres concentraciones y tres temperaturas de coagulación, sobre el tiempo de proceso*. Obtenido de Repositorio Digital

Universidad Técnica de Cotopaxi:  
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2636>

Calle, M., & Pulgarin, J. (2015). *Organización de los Procesos Administrativos y Productivos a la Planta Procesadora de Lácteos PAME Ubicada en el Cantón Biblián Provincia del Cañar*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana:  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7825>.

CATHOLIC RELIEF SERVICES. (Abril de 2015). *Procesamiento de Leche y Elaboración de Productos Lácteos. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente*. Obtenido de Ciat-Library: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/biblioteca/Manual\\_de\\_procesamiento\\_de\\_productos\\_lacteos\\_CRIS\\_USDA\\_CRIS\\_2015.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Manual_de_procesamiento_de_productos_lacteos_CRIS_USDA_CRIS_2015.pdf)

CEDEPAS. (Diciembre de 2016). *Manual de Producción de Derivados Lácteos*. (S. I.-L. CEDEPAS Norte Los Corales 289, Ed.) Obtenido de Centro Ecuatoriano de Promoción y Acción Social:  
[https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual\\_lacteos.pdf](https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual_lacteos.pdf)

Chávez, J. S., & Meléndez, P. Y. (2016). *Huella de carbono parcial de un kilo de leche pasteurizada de la Planta Piloto de Leche de la UNALM [Universidad Nacional Agraria La Molina]*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/2254>

Cocinista. (2020). *Cloruro de calcio*. Obtenido de Cocinista, Tienda de Ingredientes, Especies y Kits de Cocina:  
<https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-modernos/cloruro-de-calcio.html>

Datsa, C. C. (2017). *Quesos madurados, composición química, clasificación, Características, formas de procesamiento y equipos y maquinarias*. Obtenido de DocPlayer: <https://docplayer.es/168427554-Quesos-madurados-composicion-quimica-clasificacion-caracteristicas-formas-de-procesamiento-y-equipos-y-maquinarias.html>

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Cooperación Alemana al Desarrollo-GIZ. (Agosto de 2013). *GmbH Cooperación Alemana al Desarrollo-GIZ. Catálogo de maquinaria para procesamiento de lácteos*. Obtenido de Energypedia.info:  
[https://energypedia.info/images/c/c2/Maquinaria\\_para\\_L%C3%A1cteos.pdf](https://energypedia.info/images/c/c2/Maquinaria_para_L%C3%A1cteos.pdf)

Díaz de los Ríos, M. (Noviembre de 1996). *Experimentación en Plantas Pilotos*. Obtenido de ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/286088301\\_Experimentacion\\_en\\_plantas\\_piloto](https://www.researchgate.net/publication/286088301_Experimentacion_en_plantas_piloto)

- Duran, K. P., Rojas, H. S., & Pelaez, N. S. (2019). *Contrucción y Puesta en Marcha de una Planta Procesadora de Productos Derivados de Frutas*. Obtenido de Repository Unipiloto: [http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6313/TRAB\\_AJODEGRADO-DURAN,ROJAS,SANTAMARIA-GPV30.pdf?sequence=7](http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6313/TRAB_AJODEGRADO-DURAN,ROJAS,SANTAMARIA-GPV30.pdf?sequence=7)
- El 19 Digital. (08 de Febrero de 2018). *Gobierno inaugura planta procesadora de lácteos para educación técnica en Chinandega*. Obtenido de El 19 Digital: <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:66384-gobierno-inaugura-planta-procesadora-de-lacteos-para-educacion-tecnica-en-chinandega>
- Facultad de Ingeniería Química. (2015). *Programa Académico de Ingeniería Química*. Managua.
- FAO. (08 de Abril de 2000). *Base de datos FAOLEX*. Obtenido de FAO.ORG: <https://www.fao.org/faolex/es/>
- FAO. (2011). *Buenas prácticas en el manejo de la leche. Manual 3. Procesos para la Elaboración de Productos Lácteos*. Obtenido de FAO.Org: <https://www.fao.org/3/bo954s/bo954s.pdf>
- FAO. (2014). *Fichas Técnicas: Procesados de Lácteos*. Obtenido de FAO.Org: <https://www.fao.org/3/au170s/au170s.pdf>
- Figal de Pedro, S. (Septiembre de 2011). *Planta de Elaboración de Quesos Frescos, Madurados y Fundidos*. Obtenido de Repositorio basado en DSpace: <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/4204>.
- Furtado, M., & Brasil, D. (16 de Marzo de 2017). *El Rendimiento de la Fabricación de Quesos: Métodos para Evaluación y Comparación*. Obtenido de Perulactea: [http://www.perulactea.com/wp-content/uploads/2017/03/EL-RENDIMIENTO-DE-LA-FABRICACION-DE-QUESOS-\\_12.pdf](http://www.perulactea.com/wp-content/uploads/2017/03/EL-RENDIMIENTO-DE-LA-FABRICACION-DE-QUESOS-_12.pdf)
- Gaitán, M. (Junio de 2019). *Estudio de una Línea de Elaboración de Queso Mozzarella Ecológico a Partir de Leche de Búfala y de Vaca*. Obtenido de Archivo Digital UPM: TFG\_MATIAS\_ALEJANDRO\_GAITAN\_MORENO
- Gómez, B. (2017). *Diagrama de flujo. Elaboración de quesos frescos y quesos curados*. Obtenido de DocPlayer: <https://docplayer.es/18820267-Pagina-66-diagrama-de-flujo-elaboracion-de-quesos-frescos-y-quesos-curados.html>
- GOV.CO. (27 de Marzo de 2022). *PLANTA PILOTO*. Obtenido de GOV.CO: <https://minciencias.gov.co/glosario/planta-piloto>
- Guerrero Ortiz, J., & Rodríguez Castillo, P. A. (2009). *Características físico-química de la leche y su variación. Estudio de caso, Empresa de lácteos El colonial, Leon, Nicaragua*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria: <https://repositorio.una.edu.ni/1399/>

- IACC. (2019). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Obtenido de Instituto Profesional IACC: <https://forecos.cl/wp-content/uploads/2019/10/Evaluaci%C3%B3n-de-Proyectos-Sociales.pdf>
- INATEC. (08 de Febrero de 2018). *Inauguración de Planta Procesadora de Productos Lácteos*. Obtenido de Tecnológico Nacional: <https://www.tecnacional.edu.ni/galerias/inauguracion-de-planta-procesadora-de-productos-lacteos/#:~:text=El%20Gobierno%20de%20Reconciliaci%C3%B3n%20y,garantizar%20un%20mejor%20aprendizaje%20para>
- INOXSAL. (2021). *INOXSAL. Catálogo de productos. inoxidable de El Salvador. inoxidable de El Salvador*. Obtenido de DocPlayer: <https://docplayer.es/196377119-Inoxsal-catalogo-de-productos-inoxidables-de-el-salvador-inoxidables-de-el-salvador.html>
- Kaylegian, K. E. (2021). *Introducción a la elaboración de queso. PennState Extension*. Obtenido de PennState Extension.
- MAFALDA. (20 de Diciembre de 2015). *MAFALDA IMPASTATO PLANELLES*. Obtenido de Capraispana: <https://www.capraispana.com/cuanto-queso-sacare-de-la-leche/>
- Martínez Silvestre, L. (Julio de 2020). *Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de queso artesano de cabra con una capacidad de producción de 30.000 kg de queso al año ubicada en el término municipal de La Huerce, Guadalajara*. Obtenido de Archivo Digital UPM: <https://oa.upm.es/66657/>
- Molina, H. (Octubre de 2014). *Evaluación de Factores que Afectan el Rendimiento del Queso Crema y Zamorella en la Planta de Lácteos de EAP*. Obtenido de Biblioteca Digital Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9712d26a-bae4-4e9a-a902-bfd7eb1f9090/content>
- MSC. Morales, O., MSC. Taleno, H., & Ing. Canelo, F. (10 de Septiembre de 2021). *Entrevista a personal Docente*. (R. A. Baltodano Vega, Entrevistador)
- Murcia, J. L. (2015). *Tendencias en los Mercados Mundiales de Leche y Productos Lácteos. Distribución y Consumo*, 44-50.
- Nolivos, M. R. (2011). *Uso de cuajo vegetal (Leche de Higo Verde - Ficus Carica Linnaeus) para la elaboración de queso fresco*. Obtenido de Repositorio Universidad Técnica de Ambato: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3258>
- Oliva, S. (30 de Septiembre de 2017). *Diseño de Proceso Industrial e Instalaciones Asociadas para Tratamiento Térmico y Expedición de Queso Ultrafiltrado*

- Usando el Sistema Hydrocooling*. Obtenido de CORE:  
<https://core.ac.uk/download/pdf/154807158.pdf>
- Ramírez, C., & Vélez, J. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan. *Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla.*, 131-148.
- Revilla, A. (1982). *Tecnología de la leche: procesamiento, manufactura y análisis*. Obtenido de AGRIS-FAO: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XL2012001316>
- Reynaud, D. (2013). *Evaluación del rendimiento quesero práctico y su correlación con ecuaciones predictivas de rendimiento teórico, en la producción de queso gauda elaborado a partir de leche con y sin adición de retentado proveniente de la ultrafiltración de leche*. Obtenido de Repositorio Académico de la Universidad de Chile:  
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/174043>
- Sapag, N., & Sapag, R. (2003). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A de C.V.
- SERFIQ - UNI. (2019). *Centro Tecnológico de Agroindustrias - Alimentos*. Managua.
- SNIP. (2021). *Preinversión, Iniciativas de Inversión*. Obtenido de Sistema Nacional de Inversiones Públicas: <http://www.snip.gob.ni/Normativa/Preinversion>
- Talledo, L. M. (31 de Diciembre de 2019). *Evaluación de la calidad y rendimiento del queso fresco elaborado con leche de vaca utilizando dos tipos de cuajo: natural y artificial*. Obtenido de CORE:  
[https://core.ac.uk/display/389268519?source=1&algorithmId=15&similarToDoc=11836244&similarToDocKey=CORE&recSetID=a062cde0-2ebd-4878-9a0f-4af3194f8261&position=1&recommendation\\_type=same\\_repo&otherRecs=389268519,229888443,401578937,544231463,147333458](https://core.ac.uk/display/389268519?source=1&algorithmId=15&similarToDoc=11836244&similarToDocKey=CORE&recSetID=a062cde0-2ebd-4878-9a0f-4af3194f8261&position=1&recommendation_type=same_repo&otherRecs=389268519,229888443,401578937,544231463,147333458)
- Torres Briones, R. M., Solis Torres, J. B., Carrera Castro, A. M., & García Ponce, C. M. (Noviembre de 2021). Análisis de los Costos de Producción por Procesos en la Elaboración de Quesos y Su Incidencia en la Rentabilidad de la Distribuidora Karlita Productos 3k, del Catón de la Maná Período 2020. *Revista Multidisciplinaria*, 3(2), 4.
- Vásquez Amaya, T. M. (2014). *Diseño de una Planta Piloto para el procesamineto de Frutas en La facultad de Ingeniería Química*. Obtenido de Dspace Universidad Central de Ecuador :  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3492/1/T-UCE-0017-92.pdf>

- Vásquez, I. (18 de Diciembre de 2005). *Tipos de Estudio y Métodos de Investigación*. Obtenido de Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/tipos-estudio-metodos-investigacion/>
- Villarreal, L. E., & Ramírez, C. M. (2014). *Diseño de una planta piloto para la producción de yogur en la facultad de Ingeniería Química*. (Q. UCE, Ed.) Obtenido de Repositorio Digital, Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/3037>
- Zamorán Murillo, D. J. (s.f.). *Manual de Procesamiento Lácteo; Proyecto de Cooperación de Seguimiento para el Mejoramiento Tecnológico de la Producción Láctea*. Obtenido de Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) : [https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14\\_agriculture01.pdf](https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14_agriculture01.pdf)
- Zlokárník, M. (Febrero de 2006). *Scale-up in Chemical Engineering, 2.<sup>a</sup> edición completamente revisada y ampliada*. Obtenido de WILEY: <https://www.wiley.com/en-ie/Scale+up+in+Chemical+Engineering,+2nd,+Completely+Revised+and+Enlarged+Edition-p-9783527314218>

## **IX. ANEXOS**

### **Índice de Anexos**

#### **Anexo 1 Especificaciones de los Equipos de la Planta Piloto de Lácteos**

- Anexo 1.1 Caldera
- Anexo 1.2 Pasteurizadora, Homogenizador, Estación de Frío Integrada y Unidad de Yogurt
- Anexo 1.3 Mantequera y Descremadora
- Anexo 1.4 Unidad Quesera Polivalente y Prensa de Tornillo

#### **Anexo 2 Compendio de Guías de las Asignaturas relacionadas con la Unidad Quesera Polivalente.**

- Anexo 2.1 Balance de Materia y Energía
- Anexo 2.2 Control de Calidad
- Anexo 2.3 Fundamento de los Procesos Biológicos
- Anexo 2.4 Procesos Tecnológicos de la Industria Alimentaria

#### **Anexo 3 Especificaciones de Materia Prima y Materia Prima Auxiliares.**

- Anexo 3.1 Materias Primas e Insumos
- Anexo 3.2 Materias Primas Auxiliares

#### **Anexo 4 Balance de Materia Primas.**

#### **Anexo 5 Especificaciones de los Controles de Calidad.**

- Anexo 5.1 Control de Calidad de las Materias Primas
- Anexo 5.2 Análisis Aplicados a las Materias Primas
- Anexo 5.3 Control de Calidad del Proceso de Elaboración
- Anexo 5.4 Comprobaciones y Registros Básicos
- Anexo 5.5 Puntos de Control del Proceso
- Anexo 5.6 Análisis Aplicados a los Productos Terminados
- Anexo 5.7 Equipos Empleados en Control de Calidad

#### **Anexo 6 Encuesta Realizada a Establecimientos de Comida cercanos o dentro de la UNI**

#### **Anexo 7 Análisis de Oferta**

- Anexo 7.1 Producción Anual

#### **Anexo 8 Organigrama de Personal.**

#### **Anexo 9 Maquinaria y Mobiliario.**

- Anexo 9.1 Especificaciones de los Equipos
- Anexo 9.2 Diagrama de Equipos

#### **Anexo 10 Entrevistas Realizadas.**

#### **Anexo 11 Planos.**

## Índice de Ilustraciones

- Ilustración 1 Caldera Folton Fuel-Tired Steam Boiler.
- Ilustración 2 Pasteurizadora, Homogenizador, Estación de Frío Integrada y Unidad de Yogurt.
- Ilustración 3 Mantequera.
- Ilustración 4 Descremadora.
- Ilustración 5 Unidad Quesera Polivalentes.
- Ilustración 6 Prensa de Tornillo.
- Ilustración 7 Tarjeta AT-1 Equipos Planta Piloto de Lácteos.
- Ilustración 8 Cuajo líquido.
- Ilustración 9 Sal.
- Ilustración 10 Cloruro de Calcio líquido.
- Ilustración 11 Especificaciones del Fermento Láctico.
- Ilustración 12 Fermento Láctico.
- Ilustración 13 Rollo de sellado al vacío.
- Ilustración 14 Tela Filtrante.
- Ilustración 15 Formato de Entrevista.
- Ilustración 16 Graficas de los resultados de las Entrevistas
- Ilustración 17 Organigrama del Personal de la Facultad de Ingeniería Química
- Ilustración 18 Nuevo Organigrama del Personal en el área del Laboratorio de Operaciones Unitarias.
- Ilustración 19 Ficha Técnica Manguera de Filtración.
- Ilustración 20 Cotización de la Manguera de Filtración.
- Ilustración 21 Ficha Técnica Bomba de Trasiego
- Ilustración 22 Cotización de Bomba de Trasiego.
- Ilustración 23 Ficha Técnica Lata de Transporte.
- Ilustración 24 Cotización de Lata de Transporte.
- Ilustración 25 Ficha Técnica Tanque de Recepción SAMMIC.
- Ilustración 26 Cotización de Tanque de Recepción SAMMIC.
- Ilustración 27 Ficha Técnica Cubeta de Cuajada.
- Ilustración 28 Cotización de Cubeta de Cuajada.
- Ilustración 29 Ficha Técnica Envasadora de mesa al vacío.
- Ilustración 30 Cotización de Envasadora de mesa al vacío.
- Ilustración 31 Ficha Técnica y Cotización de Armario frigorífico.
- Ilustración 32 Diagrama de equipo.
- Ilustración 33 Entrevista Laboratorio de Operaciones Unitarias.
- Ilustración 34 Entrevista Laboratorio de Alimentos.
- Ilustración 35 Entrevista Docentes FIQ.
- Ilustración 36 Plano General del Laboratorio de Operaciones Unitarias.
- Ilustración 37 Plano del Laboratorio de Operaciones Unitarias.
- Ilustración 38 Plano de Ruta de Proceso de Elaboración de Queso

## **Índice de Tablas**

Tabla 1 Materia Prima e Insumos para Queso Fresco

Tabla 2 Materia Prima e Insumos para Queso Seco

Tabla 3 Total de Materia Prima e Insumos

Tabla 4 Análisis de Control de Calidad Aplicados a la Materia Prima

Tabla 5 Límites Máximos de UFC en la leche cruda

Tabla 6 Equipos Necesarios para Análisis

Tabla 7 Volumen de queso comprado por los comedores de la Universidad

Tabla 8 Resumen de Equipos

# Anexo 1. Especificaciones de los Equipos de la Planta Piloto de Lácteos

## Anexo 1.1 Caldera

La Caldera Folton Fuel-Tired Steam Boiler, es modelo ICSG, fabricada en el 2012 proveniente de USA con un valor de U\$17000 lo cual su función es producción de vapor para la planta piloto de lácteos.

Dicha caldera enciende el blower, pero no la caldera, según estudios esto se debe a las dificultades en el relaiash, el programador y el estabilizador, este se vio afectado debido a las variaciones de energía.



*Ilustración 1 Caldera Folton Fuel-Tired Steam Boiler.*

## Anexo 1.2 Pasteurizadora, Homogenizador, Estación de Frío Integrada y Unidad de Yogurt

La pasteurizadora, es modelo FBF 001 fabricada en 2007 proveniente de España con un valor U\$6000, su función es la eliminación de microorganismos o bacterias de la leche y para homogeneizar cualquier líquido o mezcla. Cuenta con una capacidad para producir 100L/h de leche pasteurizada.

El Homogenizador es modelo FBF 001 fabricada en 2007 proveniente de España con un valor U\$5000, su función es la reducción o dispersión del tamaño de partícula para lograr una mezcla homogénea.

La Estación de frío integrado en el paquete de pasteurización fue fabricada en 2007 proveniente de España con un valor de U\$15000, su función es la pasteurización y esterilización de la leche. Cuenta con un intercambiador de placa y un intercambiador de tubo, además de válvulas de compuerta. Su debilidad es la caída de presión de aire, ya que las válvulas de compuerta solo abren con cierta presión de aire.

Estos equipos cuentan con excelente apariencia, pero se encontró como principal dificultad la caldera ya que sin esta no funcionan. En el caso de la Pasteurizadora luego de un cambio de electroválvula de la pasteurizadora a la unidad quesera (Ing. Javier Ramírez a cargo) esta quedó inhabilitada se desconoce el motivo, pero se precisa pudo haberse bloqueado produciendo ahora escape en el controlador de la pasteurizadora.

Y al no funcionar ni la caldera ni la pasteurizadora también queda inhabilitado el Homogenizador, la estación de frío y la unidad de yogurt ya que constituyen un solo equipo el cual no puede ser cambiado de lugar. Además, se recomienda un cambio de mangueras y dar un mantenimiento continuo.



*Ilustración 2 Pasteurizadora, Homogenizador, Estación de Frío Integrada y Unidad de Yogurt.*

### **Anexo 1.3 Mantequera y Descremadora**

La Mantequera, su Modelo FBF 001 fabricada en 2007 proveniente de España con un valor U\$5000.

La máquina es adecuada para triturar leche para obtener mantequilla. La mantequilla es una sustancia alimenticia compacta, extraída principalmente de la crema de leche de vaca. Se obtiene batiendo la crema de leche, conocida como batido, esta acción rompe la capilaridad de los glóbulos de grasa, de manera que se acercan y aglomeran en pequeñas masas sólidas, separadas y libres del líquido acuoso, el suero de leche.



*Ilustración 3 Mantequera.*

Y como último equipo está la Descremadora con modelo FBF 001 fabricada en 2007 proveniente de España con un valor U\$5000, su función es disgregar en dos partes la leche entera librándola de impurezas.

Como consecuencia de su tamaño, este sugiere el lavado completo después del uso frecuente y desarme completo para evitar acumulación en zonas no visibles bajo la supervisión del personal responsable.

Estos dos últimos equipos se encuentran en buen estado y pueden trabajar de manera independiente.



*Ilustración 4 Descremadora.*

#### **Anexo 1.4 Unidad Quesera Polivalente y Prensa de Tornillo**

La Unidad Quesera, es modelo 3069, fabricada 2007 por la empresa italiana TECMON SRL, proveniente de España con un valor de U\$5000. El tanque de esta unidad tiene un volumen de 113 litros de leche, su equipo eléctrico consta con una potencia instalada de 7.5 kilovoltios y sus dimensiones son 2200 x 650 x 650 mm (Altura x Ancho x Longitud).

Una de las ventajas de esta Unidad, es que puede trabajar independiente al sistema de pasteurización de la Planta Piloto de Lácteos.

Dentro de las mejoras correctivas que necesita este equipo, se recomienda una evaluación por parte de un personal especializado para realizar:

Mantenimiento de la bomba de agua y al motor del sistema de agitación y corte;  
Mantenimiento al tanque de calentamiento y Mantenimiento del sistema de suspensión.



*Ilustración 5 Unidad Quesera Polivalentes.*

En la Planta Piloto de Lácteos, para el proceso de elaboración de queso, se cuenta con una Prensa de Tornillo. La presión se puede ajustar mediante la rotación del tornillo. Dicha prensa está elaborada en su totalidad en acero inoxidable.

Está formada por una base, que es la que permite ajustar la prensa a la mesa de trabajo a través de los tornillos especiales. Además, se compone de las dos mordazas paralelas que, al accionarse, funcionan en conjunto para poder sujetar fuertemente los moldes.



*Ilustración 6 Prensa de Tornillo.*

CONTROL DE EXISTENCIAS DE EQUIPOS ENTIDAD: **UNI** FACULTAD O ÁREA: **FIQ** DEPARTAMENTO: **OPERACIONES UNITARIAS**  
 LABORATORIO: **OPERACIONES UNITARIAS** LOCAL: **planta de alimentos** CÓDIGO: **04**

PLANTA LACTEO										
No.	Equipo	Inventario	Serie	Modelo	Fecha. Fabric.	País	Valor In	Función	Fecha. Expl	Código
45	PASTEURIZADORA	s/n	s/n	FBF 001	2007	España	U\$6000	Procesar leche	2007	0447
46	HOMOGENIZADOR	s/n	s/n	FBF 001	2007	España	U\$5000	Procesar leche	2007	0448
47	DESCREMADORA	s/n	s/n	FBF 001	2007	España	U\$5000	Procesar leche	2007	0449
48	MANTEQUERA	s/n	s/n	FBF 001	2007	España	U\$5000	Procesar leche	2007	0450
49	MAQUINA ELABORADORA DE YOGURT	s/n	MLKMPY	3068.	2007	España	U\$5000	Procesar leche	2007	0451
50	QUESERA	s/n	MLKMPQ	3069	2007	España	U\$5000	Procesar leche	2007	0452
51	ESTACION DE FRIO INTEGRADO EN EL PAQUETE DE PASTEURIZACION	s/n	s/n	s/n	2007	España	U\$15000	Procesar leche	2007	0453
52	caldera folton fuel-tired steam boiler	s/n	PV560JJ	ICSG	2012	USA	U\$17000	Procesar leche		0454

Ilustración 7 Tarjeta AT-1 Equipos Planta Piloto de Lácteos.

## **Anexo 2. Compendio de Guías de las Asignaturas relacionadas con la Unidad Quesera Polivalente.**

### **Anexo 2.1 Balance de Materia y Energía**

#### **BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA**

##### **GUIA DE LABORATORIO No 1**

##### **“Rendimiento másico en la elaboración de Queso”**

#### **I. INTRODUCCIÓN**

Todo proceso industrial está caracterizado por el uso de insumos (materias primas, agua, energía, etc.) que, sometidos a una transformación, dan origen a productos y residuos.

Materias primas → proceso → productos, subproductos, residuos.

Cualquier desperdicio que no sea un producto, subproducto se considera "desperdicio"; los desperdicios se consideran un insumo de bajo valor que puede reciclarse para cualquier propósito; los desperdicios pueden estar en forma sólida, líquida o gaseosa. Para prevenir o mitigar la generación de desperdicios, se debe examinar cada operación en el contexto global de este proceso, a fin de identificar su origen y cantidad, los problemas operativos inherentes y las posibles soluciones y mejoras.

En este sentido, un balance de masa se define como la verificación de la igualdad cuantitativa de las cualidades que deben existir entre la entrada, la salida y el desperdicio, además se aplica al proceso y a la operación de cada unidad. Por lo general, es imposible identificar todas las salidas y, por lo tanto, incluye diferencias de masas "no identificada".

La Planta Piloto de Lácteos define sus procesos y tiene como enfoque lograr una buena organización dentro de la misma, estas tienen que crearse con una concepción global del proceso productivo de toda la planta, esto implica realizar un flujo de proceso en donde abarque los procesos de flujo de la materia prima, insumos de los productos y descargas dentro de la planta.

Para crear una concepción global del proceso productivo, es necesario realizar un balance de necesarias de cada material para cada proceso. Con el balance de masa se cuantifica el flujo de residuos que se dan en la planta, que tan grande son, en qué pasos del proceso ocurren. Es de una gran ayuda para visualizar en donde se pueden introducir medidas para evitar las emisiones y cuales se pueden aprovechar reduciendo así el desperdicio de materia utilizable y reducir costos.

## **II. OBJETIVOS**

- Identificar el rendimiento promedio para queso fresco y queso seco producido por la planta piloto de lácteos del Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ingeniería Química.
- Realizar un balance de materia y energía para el proceso de elaboración de queso en la planta piloto de lácteos del Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ingeniería Química.
- Realizar un diagrama de balance de masa para queso fresco, queso seco y queso mozzarella.

## **III. MATERIALES Y EQUIPOS**

1. Libreta de apuntes
2. Balanza
3. Unidad Quesera Polivalente 100 litros
4. Prensa y moldes queso
5. Empacadora al vacío

## **IV. PROCEDIMIENTO**

### ***Estudio preliminar***

- En la planta piloto de lácteos, se analizará una línea de producción de queso fresco y una línea queso seco, para especificar y determinar el equilibrio entre energía y calidad, lo que implica la entrada y pérdida de materias primas en el proceso de fabricación del producto.
- En la primera parte de la investigación de la planta, se debe recopilar información sobre la conversión de materias primas en productos finales y las unidades en las que se agregan componentes externos y la pérdida de materia, luego de dar datos cuantificables.
- También se debe verificar los parámetros que se medirán durante la entrada de la materia prima, durante el proceso y cuando se descarguen los productos, para luego analizar y llegar a una conclusión. Compare estos resultados con los límites máximos permitidos que deben cumplirse para descargas específicas de aguas superficiales y sistemas de alcantarillado público.

### ***Recopilación de datos.***

- Recopile datos de entrada de materia prima en el proceso. Para recopilar datos sobre la entrada de materia prima durante la fabricación del queso, los ingredientes se pesan con una balanza digital.
- Para que la leche ingrese al proceso, se puede usar una escala para determinar la cantidad de leche en la Quesera.
- Pese los otros componentes en el proceso a través de una balanza electrónica. Cuantificación de residuos sólidos. Los datos de residuos

sólidos para el queso se obtienen recolectando manualmente los residuos después de romper el coágulo, empaquetar y dispensar el queso.

- Recoja los residuos generados durante el proceso de enfriamiento y solidificación, recoja los desechos sólidos después del moldeo y tritura el queso antes del proceso de envasado.

### ***Cuantificación de los desperdicios sólidos en el proceso***

Los datos de desperdicios sólidos para cada tipo de queso, se obtienen mediante la recolección manual de los residuos después rompimiento del coágulo, empacados y distribución del queso.

Se deben recolectar los residuos del enfriado y solidificación de los mismos, recolección de desperdicios sólidos después del moldeo y corte del queso antes del proceso de empaque.

### ***Rendimientos***

La obtención del rendimiento en el producto, se logrará mediante la estimación total de la materia prima que ingresó en todo el proceso y la cantidad de producto terminado a la salida del mismo. El producto terminado representará un porcentaje de la cantidad total de ingredientes o entradas en el proceso.

### ***Estimación de los desperdicios líquidos***

En la estimación de los desperdicios líquidos para cada tipo de queso, se obtendrán mediante la relación entre la entrada de materia prima antes del desuerado y la salida de producto después del desuerado.

## **CUESTIONARIO**

1. Realizar un diagrama de balance de masa de la producción de queso.
2. Realizar rendimiento real de la materia prima que ingresó en todo el proceso y la cantidad de producto terminado a la salida del mismo.
3. Realizar una tabla con los porcentajes de pérdida en cada parte del proceso desde la recepción de la materia prima hasta el almacenamiento del producto terminado.
4. Demostrar mediante una gráfica los porcentajes de pérdida del lactosuero y los productos que se pueden obtener.
5. Discusión de los resultados.

## Anexo 2.2 Control de Calidad

### CONTROL DE CALIDAD

#### GUIA DE LABORATORIO No. 1

#### “Determinación de la Calidad de la Leche como materia prima en la elaboración de Queso”

##### I. Introducción

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, aprobada por la secretaria ejecutiva de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, establece las especificaciones técnicas, que debe cumplir la leche cruda de vaca destinada al procesamiento y se aplica a la leche cruda que no ha sufrido ningún proceso adicional excepto la filtración y enfriamiento.

Dicha norma establece que **Leche Cruda**, es aquella que no ha sufrido ningún tratamiento o solamente ha sido filtrada, enfriada y libre de calostro. La leche cruda debe estar limpia y libre de calostro, trazas de residuos químicos, metales pesados, residuos extraños y plaguicidas. La leche cruda no podrá haber sido sometida a tratamiento alguno que disminuya o modifique sus componentes originales. La norma también establece que se realizarán pruebas de control en los centros de recepción de leche cruda de acuerdo a lo siguiente:

##### 1. Características Organolépticas.

La leche cruda deberá estar exenta de color, olor, sabor, y consistencia, extraños a su naturaleza.

- Aspecto: Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.
- Color: Debe ser blanco, opalescente o ligeramente amarillento.
- Olor: Característico, sin olores extraños.
- Sabor: Características ligeramente dulce.

##### 2. Especificaciones Microbiológicas

Tabla 1 Límites Máximos de UFC en la leche cruda.

Clasificación	Clase A	Clase B	Clase C
Especificaciones Microbiológicas	Hasta 400,000 ufc/ml	≤ 1,000,000 ufc/ml	≤ 1,500,000 ufc/ml

##### 3. Pruebas TRAM (Tiempo de reducción del azul de metileno)

Tabla 2. Tiempo de reducción del azul de metileno.

Escala de Clasificación	Clase A/Leche Fría	Clase B/Leche Fría	Clase C/Leche Fría
Requisitos, Tiempo en horas de Reductasa	≥ 4,5h	≤ 4,5h y ≥ 2,5h	≤ 2,5h

#### 4. Características Físico Químicas

Tabla 3. Características Físico Químicas.

Características	Mínimo	Máximo
Densidad a 15 °C (Gravedad específica)	1.029	1.033
Densidad a 20 °C (Gravedad específica)	1.028	1.033
Materia Grasa % m/m	3.2	-
Sólidos no grasos % m/m (g/100g)	8.3	-
Sólidos totales % m/m (g/100g)	11.5	-
Acidez expresada como ácido láctico % (m/v)	0.13	0.17
pH	6.6	6.8
Impureza macroscópica (sedimentos) (mg/500cm normado o disco)	-	3.0
Índice crioscópico (Para recibos individuales por fincas)	- 0.530 °C (- 0.550 °H)	- 0.510 °C (- 0.530 °H)
Índice de refracción	20 <sup>nD</sup> 1.3420	-
Prueba de alcohol	No se coagulará por la adicción de un Volumen de 75 % alcohol Volumen de -75 a 78 %	
Presencia de conservantes	Negativa	
Presencia de adulterantes	Negativa	
Presencia de neutralizantes	Negativa	

#### II. Objetivos

- Establecer las especificaciones técnicas, que debe cumplir la leche cruda de vaca destinada a la elaboración de quesos.
- Realizar pruebas de control de calidad en la recepción de leche cruda en la Planta Piloto de Lácteos.

#### III. Materiales y Reactivos

- **Equipos**
  - Incubadora
  - Lactodensímetro
  - pHmetro

- **Materiales**

- Tubos de ensayo de 40 ml.
- Gradilla.
- Pipeta de 1 ml.
- Beaker de 250 ml.
- Gotero.
- Bureta Graduada.
- Pipetas graduadas de 10 ml.
- Pipetas graduadas de 5 ml.
- Probeta de 250 ml
- Beaker de 100 ml
- Mechero
- Pinzas
- Termómetro

- **Reactivos**

- Solución de azul de Metileno
- Solución de 1/10 normal de NaOH (Hidróxido de Sodio)
- Solución indicadora de Fenolftaleína alcohólica 2%.
- Soluciones Buffer de calibración de pHmetro (4.01, 7.0 y 10)
- Alcohol Etilico al 70%

#### **IV. Procedimientos**

##### ***Características Organolépticas***

Esta prueba consiste en verificar si la leche está en malas o buenas condiciones al momento de su llegada a la planta y cuando se procede a recibirla. Los recipientes, sean pichingas o barriles, se destapan y por medio de la vista, del olfato y, en algunos casos, del tacto, se valora el estado en que se encuentra la leche cruda.

La leche con buena calidad organoléptica debe tener:

- **Aspecto:** Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.
- **Color:** Debe ser blanco, opalescente o ligeramente amarillento.
- **Olor:** Característico, sin olores extraños.
- **Sabor:** Características ligeramente dulce.

##### ***Características Fisicoquímicas***

- **Prueba de Reductasa**

##### **Método de realización:**

1. Medir 40 ml de la leche y depositarlos en el tubo de ensayo.
2. Agregar a la leche 1 ml de solución de azul de metileno.
3. Mover el tubo para mezclar la leche con el colorante.

4. Colocar la gradilla con los tubos de ensayo en la incubadora a 37 – 38°C y realizar la lectura cada hora.
5. Al momento de añadir el azul de metileno, la leche toma color azul claro o celeste. La prueba se considera terminada cuando la leche retoma su color natural, blanco. Entonces, se calcula cuanto tiempo tomo la leche para perder el color azul y volverse blanca de nuevo.

#### **Lectura e interpretación de los resultados:**

1. Más de 5 horas – Bueno. Leche higiénica.
2. Más de 2.5 horas – Aceptable. Leche con higiene aceptable.
3. Más de 2 horas – Regular. Leche contaminada.
4. Menos de 2 horas – Malo. Leche muy contaminada.

- **Acidez Titulable**

#### **Método de realización:**

1. Medir con la pipeta 9 ml de leche.
2. Colocar la leche en el vaso de precipitación.
3. Agregar 3 gotas de fenolftaleína a la leche.
4. Llenar la bureta con la solución de NaOH.
5. Empezar a titular la leche.
6. Cuando la leche tome el color rosado pálido, la titulación está terminada. Debe mantenerse el color rosado durante 10 segundos como mínimo.
7. Proceder a la lectura de los resultados.

**Consideraciones:** El punto final de la valoración no es totalmente claro, porque depende de la agudeza visual del operador; por esta razón es aconsejable poner en otro vasito, al lado del de ensayo, cierta cantidad de leche sin indicador. La coloración rosa va desapareciendo con el tiempo por lo que la valoración y la lectura se hace inmediatamente.

**Lectura e interpretación de los resultados sobre acidez de la leche:** Se leen sobre la bureta las décimas de mililitro (ml) de solución empleadas, que representan directamente los grados Dornic de acidez que tiene la leche. La leche fresca de buena calidad debe tener acidez titulable de 14 – 15°Dornic.

Cálculo: El porcentaje de ácido láctico se calcula mediante la siguiente ecuación:

Donde:

$V_{\text{NaOH}}$  = Volumen de NaOH gastados en la valoración.

N = Normalidad del NaOH

90. Equivalente del ácido Láctico

- **Densidad**

**Método de realización:**

1. Tomar una muestra de leche de 250 ml y mezclar bien, sin formar espuma.
2. Verter la muestra en una probeta (Deslizar por las paredes).
3. Introducir el Lactodensímetro (calibrado a 15° C) y dejarlo flotar libremente.
4. Cuando se encuentre en reposo, realizar la lectura.
5. Medir la temperatura con el termómetro y realizar corrección, en caso fuera necesario.

**Lectura e interpretación de los resultados sobre acidez de la leche:** Leche normal debe estar entre 1.028 y 1.034

1. Por cada grado centígrado sobre 15 °C: Aumentar 0.2
2. Por cada 15 grados centígrados bajo 15 °C: disminuir 0.2
3. Si el lactodensímetro indica 28 y la temperatura de 25 °C. Hacer corrección:  
 $25-15 = 10 \times 0.2 = 2$   $28+2 = 30$   $D=1,030$ .

- **pH**

**Método de realización:**

1. Tomar una muestra de 50 mL de leche cruda y trasladarla a un beaker de 100 ml.
2. Medir la temperatura de la leche cruda.
3. Introducir el pHmetro manual en el beaker de 100 ml.
4. Leer el valor de la lectura del pHmetro y anotar el valor.

**Lectura e interpretación de los resultados sobre acidez de la leche:** El pH normal de la leche se encuentra entre 6.6 y 6.7.

1. Si el pH > 6.8 la leche proviene de una vaca que probablemente esté enferma y su glándula mamaria tiene un estado sanitario deficiente o puede haber un desarrollo de microorganismos alcalinizantes en la leche.

2. Si el pH < 6.5, puede existir un desarrollo de microorganismos que están degradando la lactosa en ácido láctico.

- **Prueba de Ebullición**

**Método de realización:**

1. Colocar 5 ml de leche en un tubo de ensayo.
2. Calentar con mechero y pinzas hasta llegar a la ebullición.
3. Tomar la temperatura.
4. Observar si se produce floculación (coagulación) de la proteína.

**Lectura e interpretación de los resultados sobre acidez de la leche:**

La prueba es positiva si la leche coagula al punto de ebullición, lo que indica que su acidez es mayor de 0.24% ácido láctico y no es apta para pasteurización. Esta prueba permite apreciar la aptitud de la leche a la industrialización.

Se basa en el hecho de que el calor actúa como catalizador de la precipitación de la caseína por la formación de ácido láctico debido a la degradación de la lactosa.

- **Prueba de Alcohol**

**Método de realización:**

1. Tomar 2ml de leche y depositar en un tubo de ensayo.
2. Agregar 2ml de Alcohol al 68%, e invertir el tubo 1 o 2 veces.
3. Observar la formación de grumos pequeños o grandes y reportar el resultado como positivo a la prueba de alcohol; en caso contrario, reportar como negativo.

**Lectura e interpretación de los resultados sobre acidez de la leche:**

La prueba es positiva si se observan partículas de cuajada en la pared del tubo de ensayo. Esta leche no podrá ser esterilizada.

## **V. Cuestionario**

Elabore un informe de comparación entre los parámetros obtenidos en las pruebas realizadas con los parámetros que dicta la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense en cuanto a las especificaciones de la leche.

## **Anexo 2.3 Fundamento de los Procesos Biológicos**

### **FUNDAMENTOS DE LOS PROCESOS BIOLOGICOS**

#### **GUIA DE LABORATORIO No. 6**

#### **“Evaluación Microbiológica de la leche como materia prima para la elaboración de Queso”**

##### **I. Introducción**

En la actualidad el queso como subproducto de la leche es consumido masivamente por la población, constituyéndose un alimento básico por excelencia denominado así por su composición alta en proteínas, grasas y vitaminas o por la variedad de derivados que existen en el mercado. De tal manera que la leche utilizada para la fabricación del queso fresco, debe cumplir con los requisitos de la Norma Nacional Nicaragüense, y su procesamiento se realizará de acuerdo a los principios del Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

Según estadísticas registradas por el Ministerio de Salud muestran que son altas las intoxicaciones producidas por alimentos y las enfermedades transmitidas mediante alimentos conocidas como (ETAS) son uno de los principales problemas de salud a nivel mundial y causa importante de reducción en el crecimiento de la seguridad alimentaria; sin embargo, en la mayoría de los casos se desconoce el origen.

Conocer el tipo de microorganismos que se desarrollan en los quesos comercializados artesanalmente en los mercados y saber la forma de distribución de este producto altamente contaminante, contribuye a las políticas de salud en donde el cuidado de la misma es el eje prioritario para el desarrollo del país y lograr los objetivos del plan nacional del buen vivir y soberanía alimentaria.

##### **II. Objetivos**

- Caracterización microbiológica de los quesos elaborados en la planta piloto de lácteos del Laboratorio de Operaciones Unitarias
- Conocer la microbiología (grupos microbianos más importantes) de los quesos elaborados en la planta piloto de lácteos del Laboratorio de Operaciones Unitarias.
- Conocer los riesgos microbiológicos asociados al consumo de los quesos mediante el estudio de diversos indicadores microbiológicos de la calidad higiénica de los quesos.

### III. Materiales y Reactivos

- **Equipos**
  - Incubadora
  - Contador de Colonias
  - Hot Plate
  - Agitador de tubos
- **Reactivos**
  - Solución reguladora de peptona
  - Caldo de Verde Brillante, bilis y lactosa
  - Medio y reactivo de indol
  - Cítrato de Koser
  - Caldo triptosa y sulfato de lauril
  - Agar de Levine, con eosina y azul de metileno
  - Medio de Voges-Proskauer
- **Materiales**
  - Placas de Petri 90 - 100 ml
  - Pipetas graduadas de 1, 5 y 10 ml (Flujo Total)
  - Tubos de ensay de 18 x 180 mm
  - Tubos Durham de 10 x 75 mm

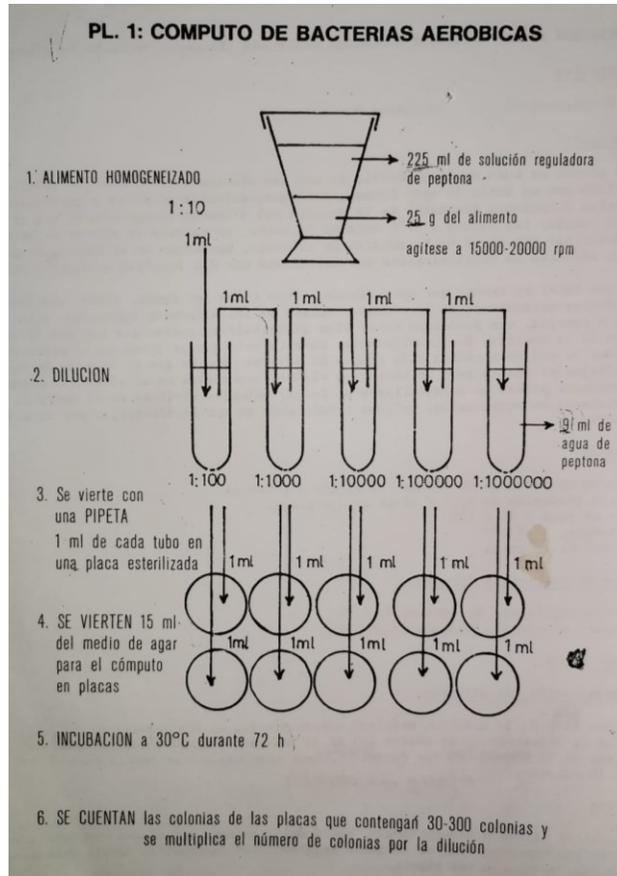
### IV. Procedimientos

- **Recuento de Bacterias Aeróbicas Mesófilas (Recuento Aeróbico de placa)**
  1. Homogenización de la muestra.

Pesar 25 g de la muestra, mezclada asépticamente, y añadir a 225 ml de solución reguladora de peptona. Agitar por 2.5 minutos.
  2. Dilución
    - a. Tomar 1 ml con una pipeta y verterlo en un tubo que contenga 9 ml de la solución reguladora de peptona; mezclar cuidadosamente en agitador de tubos.
    - b. Con la misma pipeta, tomar 1 ml de la primera dilución y verter el tubo de la segunda dilución, que contiene 9 ml de solución reguladora de peptona; mezclar en el agitador de tubos.
    - c. Repetir la operación por 4 veces más, hasta hacer el número requerido de diluciones.
    - d. Agitar cuidadosamente todas las diluciones.
  3. Versión en las placas.
    - a. Verter, con una pipeta, 1 ml de la muestra homogenizada y de cada una de sus diluciones en cada una de las placas de petri adecuadamente marcadas y duplicadas.
    - b. Verter, en cada placa de Petri, 15 ml del agar para el cómputo bacteriano que se ha mantenido en calentamiento.

- c. Mezclar bien y uniformemente, la muestra diluida con el medio de agar, y dejar solidificar.
4. Incubación

Incubar las placas de Petri, invertidas, durante 72 horas a 30 °C.



- **Enumeración de Bacterias Coliformes (Determinación del número más probable)**

1. Homogenización de la muestra.

Pesar 25 g de la muestra, mezclada asépticamente, y añadir a 225 ml de solución reguladora de peptona. Agitar por 2.5 minutos.

2. Dilución

- a. Tomar 1 ml con una pipeta y verterlo en un tubo que contenga 9 ml de la solución reguladora de peptona, está es la dilución  $10^{-1}$ ; mezclar cuidadosamente en agitador de tubos.
- b. Con la misma pipeta, tomar 1 ml de la primera dilución y verter al tubo de la segunda dilución, que contiene 9 ml de solución reguladora de peptona, está es la dilución  $10^{-2}$ ; mezclar en el agitador de tubos.



## Anexo 2.4 Procesos Tecnológicos de la Industria Alimentaria

### PROCESOS TECNOLOGICOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

#### GUIA DE LABORATORIO No. 1

#### ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO

### I INTRODUCCIÓN

La leche, es el producto obtenido de la secreción de las glándulas mamarias de los mamíferos. Es el alimento por excelencia del recién nacido o cría. La leche de vaca es la principal leche aprovechada por el hombre, aun cuando las leches de cabra, búfalo, oveja y camello también son consumidas. La leche se consume también en formas procesadas como el queso, yogur, manjar, mantequilla, entre otros. Leche de calidad: Es el producto obtenido por el vaciado completo de las glándulas mamarias de animales sanos, bien alimentados y que están en el período de lactación.

La leche se compone principalmente de agua en un 88%, el resto es proteínas, lactosa, enzimas, grasas, vitaminas, minerales y sales minerales.

Tabla 1 Composición Fisicoquímica de la Leche

Características	Mínimo	Máximo
Densidad a 15 °C (Gravedad específica)	1.029	1.033
Densidad a 20 °C (Gravedad específica)	1.028	1.033
Materia Grasa % m/m	3.2	-
Sólidos no grasos % m/m (g/100g)	8.3	-
Sólidos totales % m/m (g/100g)	11.5	-
Acidez expresada como ácido láctico % (m/v)	0.13	0.17
pH	6.6	6.8
Impureza macroscópica (sedimentos) (mg/500cm normado o disco)	-	3.0
Índice crioscópico (Para recibos individuales por fincas)	- 0.530 °C (- 0.550 °H)	- 0.510 °C (- 0.530 °H)
Índice de refracción	20 <sup>nD</sup> 1.3420	-
Prueba de alcohol	No se coagulará por la adicción de un Volumen de 75 % alcohol Volumen de -75 a 78 %	
Presencia de conservantes	Negativa	
Presencia de adulterantes	Negativa	
Presencia de neutralizantes	Negativa	

Estos son los parámetros que debe tener la leche según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON).

## II OBJETIVOS

1. Cumplir con los parámetros de control de calidad de la leche.
2. Aplicar el proceso de elaboración de queso fresco
3. Desarrollar habilidades en el uso de manejo de materiales y equipos de la Unidad Quesera Polivalente.

## III MATERIALES Y EQUIPOS

### Equipos

- Unidad Quesera Polivalente
- Tanque de Desuerado
- Moldes
- Prensa
- Cuba de Salmuera

### Medios y reactivos

- Leche Cruda
- Fermento Láctico
- Cloruro de calcio
- Cuajo comercial
- Salmuera
- Sorbato de Potasio

## III PROCEDIMIENTO

### Operaciones de producción del Queso Fresco

#### 1. Pasteurización

Para la pasteurización se utilizará el método de pasteurización lenta, a 65 °C durante 30 minutos con el sistema de pasteurización de la Unidad Quesera.

#### 2. Enfriamiento:

Es necesario enfriar la leche a la temperatura de elaboración del queso (generalmente 40 °C), se abre la válvula para que se introduzca agua fresca automáticamente en la camisa del tanque y la temperatura se ajuste automáticamente. En este caso el sistema verificará la temperatura de la leche en el tablero de control y cuando el alcance cerrará la válvula.

#### 3. Coagulación:

En el proceso de Coagulación del queso fresco, se realiza un acondicionamiento previo que consiste en la adición de 1 UFC y luego se agrega el Cloruro de Calcio 20ml para 100 lt.

A continuación, se agrega el cuajo líquido. Después de haberle agregado el cuajo, se debe dejar reposar de 30 a 45 minutos y verificar la consistencia de la cuajada.

#### **4. Corte, Agitación y Desuerado:**

Una vez alcanzada el grado de firmeza requerido, se comienza a cortar la cuajada con las liras que incorpora la misma quesera. La operación de corte es automática y de ella dependerá el tamaño de los granos. El corte realizado por las liras debe ser limpio para evitar las mayores pérdidas de grasa posibles.

- **Primer Agitación:**

Luego del corte se agita despacio por 15 minutos cuidando de no romper los cubitos de cuajada. Luego se deja reposar de 1 a 2 minutos.

- **Primer Desuerado:**

En el primer desuerado se debe eliminar el suero hasta el 30% del volumen total.

- **Segunda Agitación:**

Luego del primer desuerado se agrega 20% de agua caliente a una temperatura de 55 a 60 °C pasteurizada y se agita por 15 minutos. Se debe determinar la consistencia de la cuajada, y se debe hacer a una temperatura de 38 a 40 °C.

- **Segundo Desuerado:**

En el segundo desuerado se debe eliminar el suero hasta el 60% de su volumen.

#### **5. Moldeado y Prensado:**

Una vez introducida la cuajada en los moldes se procede al prensado para darle forma, estructura y firmeza al queso para el salado posterior. Con el prensado se elimina prácticamente todo el suero de la cuajada, dejando el queso con una humedad cercana a la del producto final. El tiempo de prensado para el queso será de una 1 hora.

#### **6. Salado**

Una vez están los quesos fuera del molde, se transportan a la cuba de salmuera, para salarlos por flotación. Para este proceso se dispone de una cuba para baño de salmuera de 50 litros y capacidad para 20 kg de queso. El tiempo del queso en la salmuera será de 1 hora.

#### **7. Corte y Envasado:**

Previo al envasado se procederá a cortar el queso en presentaciones de 0.45 kg. Los quesos serán envasados, por una maquina envasadora al vacío, para aumentar su vida comercial.

#### **8. Almacenamiento:**

Se deja en refrigeración a 4 °C para evitar se deforme y garantice su conservación.

#### **IV RESULTADOS:**

1. Observe las características de las cuajadas obtenidas mediante el método empleado.
2. Deguste el del queso obtenido.

#### **V CUESTIONARIO**

1. ¿Cómo influye la temperatura en la elaboración del queso?
2. ¿Qué elementos básicos para el proceso de cuajado de la caseína se pierde por la pasteurización?
3. ¿Cómo se compensa esta debilidad en el proceso?
4. ¿Cuál es el rendimiento del queso elaborado?
5. ¿Considera este queso seguro desde el punto de vista de inocuidad?
6. ¿Determine cuál sería el porcentaje de salmuera adecuado para la elaboración de queso fresco?
7. Realice un diagrama de proceso de la elaboración de queso fresco.
8. Determine los balances de materia del proceso de elaboración de queso fresco.

## **Anexo 3. Especificaciones de Materia Prima, Insumos e Insumos Auxiliares.**

### **Anexo 3.1 Materia Prima e Insumos**

#### **– Leche**

Para la producción de Queso, se utilizará leche de vaca. La leche se recibirá en la planta los días de producción por la mañana. Esta será distribuida por productores ubicados en San Jerónimo, Masaya, donde esta tiene un valor comercial de C\$ 30.

La leche empleada en la elaboración de quesos debe ser de buena calidad, tanto desde el punto de vista químico como microbiológico. Los mismos niveles de higiene que se exigen para la leche líquida de consumo deben ser exigidos para la leche destinada a la fabricación de quesos, esos según la Norma Técnica Nicaragüense, la norma establece que se realizarán pruebas de control en los centros de recepción de leche cruda.

#### **– Cuajo**

El cuajo provoca el desdoblamiento de la caseína dando como resultado la obtención del queso. La coagulación de la caseína es un proceso fundamental en la elaboración de queso. Generalmente se hace con cuajo, pero también se pueden utilizar otras enzimas proteolíticas. El principio activo del cuajo es la enzima quimosina, y la coagulación tiene lugar después de que se añada el cuajo a la leche. El proceso opera en diferentes etapas:

- Transformación de la caseína en paracaseína bajo la influencia del cuajo.
- Precipitación de la paracaseína en presencia de iones de calcio.

Este proceso está influenciado por la temperatura, el pH, y el contenido de calcio de la leche por lo que será necesario controlar estas variables durante la coagulación. Para todo tipo de quesos de doble fuerza se adiciona de 7-14 ml por cada 100 litros de leche.

En nuestro caso utilizaremos un cuajo comercial líquido. Será adquirido en presentación de 1 kg, fabricado en material apto para productos alimentarios. El cuajo deberá conservarse a una temperatura inferior a los 8° C para evitar su degradación. Este es distribuido por Distribuidora del Caribe con un precio de U\$ 919.87.



## CUAJO LIQUIDO ENVASE PLASTICO 1 Kg

₡13.500,00 I.V.A. incluido

El cuajo contiene principalmente la peptidasa llamada quimosina, también conocida como rennina, que causa la proteólisis de la caseína, provocando la coagulación (cuajado) de la leche. El cuajo se utiliza para elaborar quesos y cuajada.

✓ 29 disponibles

- 1 +

AÑADIR AL CARRITO

↔ Comparar    ♥ Agregar a favoritos

SKU: 001257

Categoría: ALIMENTOS

Compartir: [f](#) [t](#) [p](#) [in](#) [v](#) [w](#)

Ilustración 8 Cuajo líquido.

### – Sal

La sal, constituye un elemento habitual y muy importante del queso. Permite, regular en desarrollo microbiano perjudicial, controlar el desarrollo de fermentos, mejorar la consistencia y mejorar su conservación. Contribuye al desuerado de la cuajada, forma la corteza y potencia el sabor del queso. Siguiendo la norma de salado en seco se debe agregar entre 1% y 4% del peso de la cuajada.

La sal se utilizará tanto en la línea de quesos frescos como en queso seco. La sal será añadida a los quesos mediante una disolución de cloruro de sodio en la que se sumergirán los quesos. Para la realización del salado se empleará sal común, cloruro sódico, de grano fino y libre de impurezas. Esta puede ser comprada en Distribuidora Del Caribe por C\$ 54.51



## SAL VACUM BOLSA 1 KG

₡800,00 I.V.A. incluido

✓ 6 disponibles

- 1 +

AÑADIR AL CARRITO

↔ Comparar    ♥ Agregar a favoritos

SKU: 008992

Categorías: ALIMENTOS, CARNICOS

Compartir: [f](#) [t](#) [p](#) [in](#) [v](#) [w](#)

Ilustración 9 Sal.

## – Cloruro de Calcio

Si se añade cloruro cálcico a la leche baja el pH, se produce una concentración de iones calcio y se mejora y acorta la coagulación posterior con el cuajo. No se debe abusar de este aditivo ya que a dosis altas da lugar a un coágulo duro, difícil de cortar y manejar. La adición de sales de calcio facilita la coagulación, mejora el rendimiento, propicia la eliminación de suero y determina una mejor retención de la grasa y otros sólidos.

Utilizaremos cloruro cálcico líquido a saturación ya que no absorbe agua y de esta forma podremos añadir con más exactitud la cantidad adecuada. Al estar purificado, no hay riesgo de contaminación, mientras que el cristalizado es necesario filtrarlo para eliminar el gran número de impurezas. El cloruro cálcico se debe conservar a temperatura ambiente y en envase bien tapado para evitar que se degrade. Se puede comprar en la tienda en línea por C\$ 116.98



### 1 L Cloruro cálcico

Ref.:

Precio (IVA no incluido): **5.25 €**

Cantidad:    (Total: 5.25 €)

**Añadir al Carrito**

*Ilustración 10 Cloruro de Calcio líquido.*

## – Fermento Láctico

Los cultivos lácticos se utilizan en quesería para acelerar la acidificación durante la obtención de la cuajada y para obtener quesos con textura, aroma y sabor diferentes y característicos de cada variedad. La producción de ácido durante la fabricación es esencial para la formación de un gel a partir de las caseínas de la leche.

El desarrollo de la acidez facilita la contracción de la cuajada enzimática durante el calentamiento y favorece el drenaje de suero por sinéresis. El descenso de pH durante el proceso de elaboración impide el desarrollo de bacterias alterantes y patógenas. El grado de acidificación influye sobre la textura del queso y también proporciona las condiciones adecuadas para la formación de compuestos aromáticos.

Los géneros utilizados en la elaboración de quesos tomando en cuenta las condiciones y del producto final que se desea obtener son: *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis*; *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris*; *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*

biovar. *Diacetylactis* y *Streptococcus Thermophilus*, este es utilizado para quesos frescos, suaves y semiduros.

Las características de los fermentos lácticos comerciales utilizados son las siguientes:

Concentración	1 x 10 <sup>11</sup> UFC/g
Presentación	5 UFC
Conservación	Max 4 °C
Dosis	1 sobre de 3.0 gr para 100 litros de leche

*Ilustración 11 Especificaciones del Fermento Láctico.*

Cóctel de bacterias para elaboración de quesos tradicionales (mésofilas, termófilas y aromáticas)



Ref.:

Precio (IVA no incluido): **4.20 €**

Cantidad:    (Total: 4.20 €)

*Ilustración 12 Fermento Láctico.*

## Anexo 3.2 Materias Primas Auxiliares

### - Empaques

Para el envasado del queso, se utilizarán un rollo de sellado al vacío, resistente y prevención a pinchazos, cada rollo es de 11 pulgadas por 150 pies con canales en relieve para aumentar la succión, con una caja de corte para cortar y almacenar, se mantiene fresco sin quemaduras por congelador o deshidratación. Aumenta el tiempo de almacenamiento para nutrición y sabor: 3-6 veces más larga vida útil, bloquea la frescura, el sabor y la nutrición en el interior.

Las dimensiones del producto son de 1.18 x 1.57 x 0.5 pulgadas. Esta materia prima auxiliar es comercializada por Amazon con un valor de U\$ 31.99.

Wevac Rollo de sellado al vacío de alimentos de 11 pulgadas x 150 pies con cortador, bolsas selladoras al vacío ideales para ahorrar alimentos, sin BPA, grado comercial, ideal para almacenamiento, preparación de comidas y Sous Vide



Visita la tienda de Wevac  
4.8 ★★★★★ 3,884 calificaciones  
Opción Amazon en Envasadoras al Vacío de Wevac

Precio: **US\$31.99**

Cupón:  Aplicar cupón de 10% [Compra artículos >](#) | [Términos](#)

Tamaño: **11" x 150'**

11" x 150'	8"x100' & 11"x100'	8" x 150'
US\$31.99	1 opción desde US\$32.99	1 opción desde US\$26.99

Ilustración 13 Rollo de sellado al vacío.

### - Tela Filtrante

Las telas filtrantes se utilizarán para el desuerado y para el prensado del queso, esta es 100% algodón 125 x 125 cm para # kg de queso. Esta tiene un precio de U\$ 2 y es comercializada por la tienda en Línea Cuajos Caporal.



### Paño de quesería 65x65

Ref.:

Precio (IVA no incluido): **1.89 €**

Cantidad:    (Total: 1.89 €)

Ilustración 14 Tela Filtrante.

#### **Anexo 4. Balance de Materia Primas.**

En este punto se calcularon las cantidades necesarias que deberán tener disponibles del resto de materias primas para el proceso de elaboración.

Tabla 1 Materia Prima e Insumos para Queso Fresco

	Semanal	Mensual	Anual
Leche (l)	100	400	4,200
Fermento Láctico (UFC)	1	4	42
Cloruro de Calcio (l)	0.02	0.08	0.84
Cuajo (l)	0.014	0.056	0.588
Sal (kg)	0.63	2.52	26.46

Tabla 2 Materia Prima e Insumos para Queso Seco

	Semanal	Mensual	Anual
Leche (l)	400	1,600	16,600
Fermento Láctico (UFC)	8	32	1,320
Cloruro de Calcio (l)	0.08	0.32	13.28
Cuajo (l)	0.056	0.224	2.324
Sal (kg)	0.8	3.2	33.2

Tabla 3 Total de Materia Prima e Insumos

	Semanal	Mensual	Anual
Leche (l)	500	2,000	20,800
Fermento Láctico (UFC)	9	36	1362
Cloruro de Calcio (l)	0.05	0.02	14.12
Cuajo (l)	0.056	0.224	2.912
Sal (kg)	1.43	5.72	59.66

## **Anexo 5 Especificaciones de los Controles de Calidad.**

El personal encargado de las tareas de control de calidad deberá ser adiestrado en las técnicas adecuadas, y será necesario confiar en sus percepciones, así como en los instrumentos de laboratorio.

El control de calidad se extiende a los ingredientes, a las condiciones higiénicas y a la técnica operacional de la elaboración, a las características del producto terminado, su almacenamiento y su transporte.

En cada una de estas etapas se deberá prestar atención a la calidad sanitaria y la calidad de conservación, por lo que al producto terminado se refiere, a sus características organolépticas.

El control de calidad se podrá llevar a cabo en el Laboratorio de Alimentos, para esto se deberá acondicionar el laboratorio con algunos equipos con los que actualmente no cuenta. Se analizarán una serie de parámetros y se comprobará que se hallan dentro de los intervalos de referencia de calidad.

### **Anexo 5.1 Control de Calidad de las Materias Primas**

La calidad durante el proceso debe asegurarse desde el inicio, es decir desde la recepción de las materias primas en la planta. Sin unas materias primas de buena calidad es imposible obtener un producto final de buena calidad, por ello a la recepción de las materias primas, el personal de la planta se encargará de la toma de muestras para realizar un rápido análisis que asegure que las características de las materias primas son las adecuadas.

La muestra tomada en la artesa de recepción debe ser lo suficientemente grande para hacer todas las pruebas y debe conservarse en un recipiente limpio y hermético. Esta muestra debe ser etiquetada y conservada en el laboratorio. Se consigue así una referencia por si aparecieran dificultades imprevistas durante el procesamiento.

En casos de duda sobre la calidad del material deberá ser advertido inmediatamente el comprador. Puede que sea necesario rechazar materiales o utilizar algunos, independientemente de la rotación, para la producción y vigilar críticamente los resultados antes de que sea decidido si se acepta o no.

Todas las comprobaciones e incidencias sobre control de calidad deben registrarse en un libro de forma que se puedan apreciar con facilidad los resultados o las incidencias para comprobaciones de la idoneidad del proceso.

## **Anexo 5.2 Análisis Aplicados a las Materias Primas**

- **Análisis Aplicados a la Leche**

La leche debe cumplir con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, aprobada por la secretaria ejecutiva de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, que establece las especificaciones técnicas, en el que se indican las condiciones de trabajo que debe cumplir para el correcto manejo, almacenamiento y control tanto de la leche como de los productos lácteos.

La mayoría de los defectos del producto final observados en queserías están relacionados con deficiencias de la leche utilizada en la elaboración. Es esencial que la muestra sea suficientemente grande para poder obtener conclusiones aplicables a la totalidad del volumen a tratar.

En general las cualidades que debe tener la leche para su utilización en la elaboración de quesos son:

- Buena calidad microbiológica e higiénica.
- No debe contener restos de calostro. El calostro es muy rico en anticuerpos y por tanto perjudicial para la elaboración de queso ya que dificulta la coagulación.
- No deben utilizarse leches mastíticas por ser perjudiciales en la fabricación de quesos. Esta leche sirve para leche fluida pero no para la fabricación de queso. La penicilina, acromicina, estreptomina, etc. (antibióticos), de los tratamientos cuando pasan a la leche, perjudica altamente la fabricación de queso.
- Buena aptitud para la coagulación y buena capacidad del coágulo formado para eliminar el suero.
- Buen rendimiento quesero (contenido en caseína y grasa): la leche deberá tener un contenido mínimo de 3 % en materia grasa y de 3.1 % en proteínas (contenido estándar). Se primarán las leches con mayor contenido que el estándar requerido.

Tabla 4 Análisis de Control de Calidad Aplicados a la Materia Prima

	Tipo de Análisis	Método
Análisis Organolépticos	Aspecto	Visual
	Color	Visual
	Sabor	Gusto
	Olor	Olfativo
Análisis Fisicoquímicos	Acidez	Valoración Ácido – Base
	Densidad	Lactodensímetro de Quevenne
	pH	Medición de pH
	Grasa	Gerber
	Proteína	Kjeldahl
	Caseína	Prueba de Alcohol
Análisis Microbiológicos	Sólidos Totales	Método de Secado al horno
	Coliformes Totales y Termotolerantes	Recuentos coliformes a 30°C en placa Petri por incubación.
	Escherichia coli	Recuento de Escherichia coli en placa Petri por incubación
	Aerobios Mesófilos	Recuento de microorganismos aerobios mesófilos
	Levaduras y Mohos	Recuento de levaduras y mohos en placa Petri

### Anexo 5.3 Control de Calidad del Proceso de Elaboración

El control durante el procesado tendrá como objetivo la elaboración de productos tan eficientemente como sea posible, con el menor trabajo, las menores pérdidas, el mínimo de desperdicios y el mínimo de tiempos muertos durante el proceso de elaboración.

Además, durante el procesado deberán tomarse las medidas oportunas para evitar que los productos intermedios pierdan calidad convirtiendo el producto final en inadecuado por su deficiente calidad organoléptica o microbiológica.

En control de procesos es una función dinámica y por ello los estándares se establecen principalmente por experiencia y, de vez en cuando, pueden necesitar una revisión al introducirse un nuevo equipo o nuevas materias primas. A partir de las actividades del control del proceso se pueden sugerir cambios en las técnicas de elaboración con el objetivo de optimizar el proceso.

### Anexo 5.4 Comprobaciones y Registros Básicos

A lo largo de todo el proceso de elaboración, tanto en la línea de elaboración de quesos frescos, como de quesos secos, será necesario realizar un control de las condiciones básicas en las que se realiza el proceso. También será necesario mantener un registro de estas condiciones a lo largo del tiempo y de las incidencias que pudieran suceder.

En cada una de las etapas será necesario controlar y registrar la temperatura de la materia que se está tratando, así como el pH del producto en elaboración. De esta

forma se podrán detectar desviaciones en estos parámetros que, por pequeñas que sean pueden echar a perder la producción del lote.

También será necesario llevar un control de los pesajes y mediciones de las materias primas que se van a dosificar en la elaboración de los diferentes productos. Para ello el operario encargado de la dosificación llevará un registro de pesos o volúmenes añadidos en cada parte del proceso.

Es deseable establecer puntos de control del proceso en fases tempranas de la elaboración para poder realizar las correcciones oportunas con rapidez o desechar el producto no apto optimizando los tiempos de respuesta.

Para el registro de todos estos valores y condiciones se recomienda utilizar cartas de registro, en las que cada operario o encargado recogerá los diferentes parámetros de control en un momento dado.

## **Anexo 5.5 Puntos de Control del Proceso**

Durante el procesado de los diferentes productos existirán unos puntos donde el control de las condiciones facilitará la elaboración de un producto uniforme y con unas características óptimas. En estos puntos el control de procesos será de gran exigencia ya que de su correcto funcionamiento dependerá el éxito de calidad en el producto final.

- **Control de las materias primas en curso**

La calidad de los ingredientes almacenados quedará bajo la responsabilidad de los operarios. De las propiedades a controlar, la temperatura es general y se puede medir muy sencillamente. Se debe tener cuidado para evitar los errores producidos por fricción con el sensor o por la insuflación de aire en el caso de sólidos que son muy diferentes del producto.

La absorción de agua por parte de productos granulados puede producir errores en la dosificación. Será necesario controlar las condiciones de almacenamiento de las diferentes materias primas.

- **Medición de los ingredientes**

Este viene a ser el campo más importante del control de procesos. Los fallos en él pueden producir toda clase de problemas durante todo el proceso. Por regla general, los sólidos se pesan por tandas.

Los ingredientes líquidos varían de consistencia y densidad; esto hace que la medición sea algo limitada. Será necesario que los ingredientes se añadan por peso. Se deberá elegir un sistema de medición de ingredientes que asegure exactitud y tenga facilidades para la comprobación.

- **Unidad Quesera Polivalente**

En la elaboración de quesos la etapa de cuajado tiene una importancia capital. De la correcta formación de la cuajada depende el éxito del resto del procesado. Por esta razón es necesario controlar de manera exhaustiva los parámetros esenciales

para la formación del coágulo entre los que destaca la temperatura, el pH y el tiempo.

Por lo tanto, se mantendrá un registro continuo de la temperatura y se realizarán los ajustes necesarios en cada etapa del cuajado de forma que la operación se realice en las condiciones óptimas. La evolución del pH de la cuajada nos proporcionará información acerca del tiempo necesario de cuajado. Un buen control de este parámetro facilitará una optimización de tiempo y recursos en esta etapa.

Hay que destacar que el momento exacto de finalización del cuajado no se puede decidir mediante parámetros físicos mensurables si no que será la experiencia de los operarios la que determinará el momento óptimo para comenzar el corte de la cuajada.

- **Corte de la cuajada**

El corte de la cuajada es otra de las etapas de capital importancia en la elaboración de quesos. Un correcto cortado favorece la obtención de un producto de calidad, ya que promueve una correcta sinéresis y una adecuada formación de la estructura. Es el grado de corte el que diferenciará unos tipos de queso de otros y el que proporcionará la esponjosidad en el producto final.

En esta fase se deberá controlar de manera especial el tiempo y la intensidad de corte, dos parámetros que influirán en el tamaño de grano obtenido. Este tamaño de grano es el responsable de los procesos de formación de la textura.

También será necesario controlar el ángulo de incidencia de las cuchillas y su estado mecánico, ya que si no se produce un corte limpio de la cuajada se pueden producir defectos durante la maduración y la sinéresis de los quesos.

Por último, se deberá realizar un registro de la temperatura, ya que manteniendo una agitación y una temperatura adecuada durante el corte se facilitará la salida de suero de la cuajada.

- **Formación de bloques y moldeado**

La etapa de formación de los bloques de cuajada y su posterior introducción en moldes tiene gran importancia en la obtención de una producción uniforme, ajustada a las necesidades de envasado.

Se deberán instalar sistemas de registro del peso de cuajada introducido en cada uno de los moldes y dispositivos que faciliten un llenado de los moldes equilibrado y homogéneo.

- **Prensado final**

Tras el prensado final los quesos ya estarán formados. Es en esta etapa donde se podrán retirar los quesos con defectos o roturas para un tratamiento separado. Durante el prensado será necesario controlar las condiciones de tiempo y presión ejercida, para facilitar una homogeneidad en el proceso y en las condiciones del producto final.

- **Almacenamiento refrigerado**

Durante el almacenamiento refrigerado de los productos terminados se buscará que los diferentes tipos de quesos sufran las menores alteraciones posibles, propiciando que lleguen al consumidor en un estado óptimo de conservación.

Al tratarse de productos perecederos y en muchos casos con microorganismos lácticos en su interior es necesaria su conservación en frío. En este punto será necesario controlar las condiciones de temperatura y humedad de los almacenes de producto terminado. Se hará necesario un registro continuo de estas variables para garantizar que no se han producido anomalías en el funcionamiento de las cámaras que pongan en peligro la vida útil de los diversos productos.

- **Control de Calidad de los Productos Terminados**

Una vez finalizada la elaboración de los diferentes productos se deberá asegurarse de que los productos expedidos no suponen un riesgo para la salud de los consumidores. Además, se deberá constatar que el producto final cumple con las expectativas en cuanto a calidad.

Para realizar el control de calidad del producto final será necesario, además de un control de las características microbiológicas, un control organoléptico del producto. No hay sustituto de las pruebas organolépticas necesarias para poder establecer en conjunto la calidad de la pieza ya que después de todo es así como la juzgará el consumidor. Por estas razones será necesario realizar un control en laboratorio y también una cata de producto.

## **Anexo 5.6 Análisis Aplicados a los Productos Terminados**

Los productos cuyo proceso de elaboración ha finalizado serán sometidos a una inspección de calidad que asegure que cumplen con todos los requisitos para su venta y su consumo. De esta forma se realizará una comprobación del peso de los quesos enteros y del peso neto de los quesos envasados.

Los análisis que se podrán realizar en laboratorio a los quesos elaborados serán los siguientes:

- Análisis microbiológicos
- Análisis de caracteres organolépticos
- Análisis físico-químicos

- **Análisis Microbiológicos**

En el laboratorio se realizará un análisis microbiológico de los productos elaborados encaminado a constatar que los quesos poseen las condiciones higiénicas adecuadas y que no representan un peligro para la salud del consumidor.

A continuación, se recogen los parámetros microbiológicos que deben cumplir los quesos según la Norma Técnica Nicaragüense para poder ser comercializados.

Tabla 5 Límites Máximos de UFC en la leche cruda

Clasificación	Clase A	Clase B	Clase C
Especificaciones Microbiológicas	Hasta 400,000 ufc/ml	≤ 1,000,000 ufc/ml	≤ 1,500,000 ufc/ml

- **Análisis de Organolépticos**

El análisis sensorial es una disciplina utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto, por lo tanto, la evaluación sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida.

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que a diferencia del análisis físico-químico o microbiológico, que solo dan una información parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de forma rápida, informando llegado el caso, de un aspecto de importancia capital: su grado de aceptación o rechazo.

Los atributos que se evaluarán en el queso se describen a continuación:

***Apariencia Externa***

Consiste en el examen visual de la muestra de queso entera. Los atributos que se evalúan son forma, tamaño, peso y corteza. En cuanto a la forma, se observará que el producto conserve una forma cuadrada definida, completa y sin deformidades.

***Apariencia Interna***

Consiste en el examen visual de la superficie interna de corte del queso. Es el examen visual de la masa o pasta del queso y en él se evalúan el color (tono, intensidad, uniformidad, brillo), presencia de ojos, rugosidad, humedad y grasa.

La corteza debe ser cerrada, puede haber algunos orificios pequeños de contorno irregular que serían de origen mecánico, obtenidos como consecuencia del trabajo con la cuajada y el prensado.

***Consistencia y Textura***

La evaluación de la textura es realizada usando pequeñas piezas de queso obtenidas por corte o de una muestra del centro del queso, doblando, presionando y frotando la muestra entre los dedos índice y pulgar y también por masticación.

En el queso se evalúan normalmente:

- Atributos mecánicos: dureza, elasticidad, adherencia, cohesividad.
- Atributos geométricos: granulosidad.
- Atributos de superficie: humedad, solubilidad en boca, cremosidad

## ***Olor y Aroma***

El olor y el aroma de los quesos tienen dos orígenes principales: la materia prima y el afinado. El olor láctico es dominante en los quesos jóvenes (frescos), mientras que en los secos aparecen otras familias de olores, como consecuencia de una serie de mecanismos, en su mayoría enzimáticos, que transforman los diferentes componentes de la cuajada formando componentes aromáticos, cuya proporción y naturaleza dependen de la tecnología de elaboración del queso. La intensidad del olor puede ser baja, media o elevada.

## ***Sabor***

Para evaluar el sabor las piezas de queso deben ser masticadas y salivadas. Las sensaciones gustativas nos permiten captar la cantidad de sal, dulzor, acidez y amargor del queso. De los cuatro sabores básicos (dulce, salado, ácido y amargo) los más frecuentes en un queso son el ácido y el salado. En los quesos más madurados el sabor es más equilibrado y se hace más intensa la sensación de sal, como consecuencia del agua evaporada en el proceso de maduración.

- **Análisis Físicoquímicos**

Para la obtención de un producto final con unas características óptimas que satisfaga las expectativas del consumidor es necesario controlar las características físico-químicas de los quesos. Los parámetros que se van a controlar en laboratorio de las partidas de producto final dispuestas a ser expedidas son los siguientes:

- Contenido de grasa
- Contenido de sólidos totales (Extracto Seco Total)
- Contenido de proteínas
- pH y temperatura
- Contenido de humedad

## **Anexo 5.7 Equipos Empleados en Control de Calidad**

En este apartado se incluyen todos los equipos que son necesarios para llevar a cabo un correcto control de calidad de las materias primas y de los productos finales obtenidos. El Laboratorio de alimentos deberá ser dotado de material auxiliar básico además de los equipos que se detallan a continuación ya que no se cuentan con ellos.

Tabla 6 Equipos Necesarios para Análisis

Equipo	Marca	Modelo	Precio U\$	Cantidad
Centrifuga Gerber	FUNKE GERBER	3680	2,091.76	1
Butirómetro de Leche	FUNKE GERBER	LEC	20	2
Butirómetro de Queso	FUNKE GERBER	QUE	90	2
Butirómetro de Lactosuero	FUNKE GERBER	LAS	29	2
Lactodensímetro	BOECO	MS0075340	31.35	2
MP Lactoscan	MILKOSCAN	MILKOSCAN FT3	3,000	1
Balanza de Precisión	RADDWAG	PS 6100.R2.M	950	2

No se toman en cuenta cristalería ya que el laboratorio cuenta con el material de trabajo necesario para poder realizar estos análisis.

## Anexo 6. Encuesta Realizada a Establecimientos de Comida cercanos o dentro de la UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.  
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA.



### ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO Y SOCIAL PARA LA OPERATIVIDAD ACADÉMICA DE LA PLANTA PILOTO DE LÁCTEOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

1. Qué tipo de queso compra para preparar alimentos:
  - a. Madurado
  - b. Fresco
  - c. Morolique
  - d. Otro:
2. Si respondió fresco, ¿Con que frecuencia compra?
  - a. Diario.
  - b. Semanal.
  - c. Mensual.
  - d. Quincenal.
3. ¿Qué lugar es de su preferencia para hacer dichas compras?
  - a. Pulpería
  - b. Entrega directa al local
  - c. Supermercado.
  - d. Mercado.
4. Según el tipo de presentación del producto que usted adquiere y la cantidad que este contiene ¿a qué precio lo adquiere?
  - a. Según su presentación:  
Especifique el monto según la cantidad (lb):
5. ¿Compraría usted productos elaborados en la UNI?
  - a. Si.
  - b. No.
6. Si respondió, no ¿Cuál sería la causa?
  - a. No es de mi agrado.
  - b. No me siento seguro.
  - c. No conoce el producto ofrecido.

Agradecemos su participación en la presente encuesta su opinión es muy importante en el desarrollo de este proyecto.

*Ilustración 15 Formato de Entrevista.*

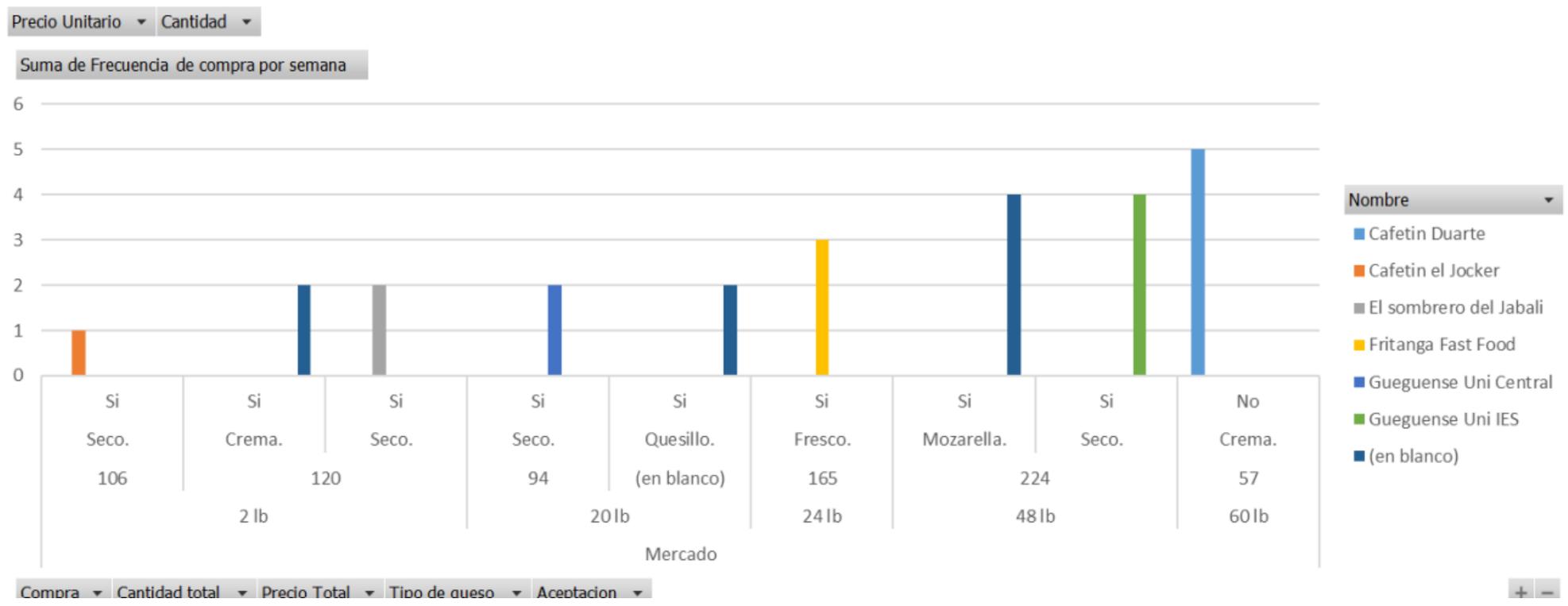


Ilustración 16 Graficas de los resultados de las Entrevistas.

## **Anexo 7 Análisis de Oferta**

De acuerdo con el estudio dio a conocer que los comedores de la universidad compran una cantidad de 226 libras de queso a la semana, de las cuales 72 libras son de queso seco y 24 de queso fresco. Estos frecuentan los centros de compras al menos 3 veces por semana para hacer sus compras.

Además, la encuesta reveló un grado de aceptación del 88.8% al queso que se podría producir en la Planta Piloto de Lácteos de la Facultad de Ingeniería Química.

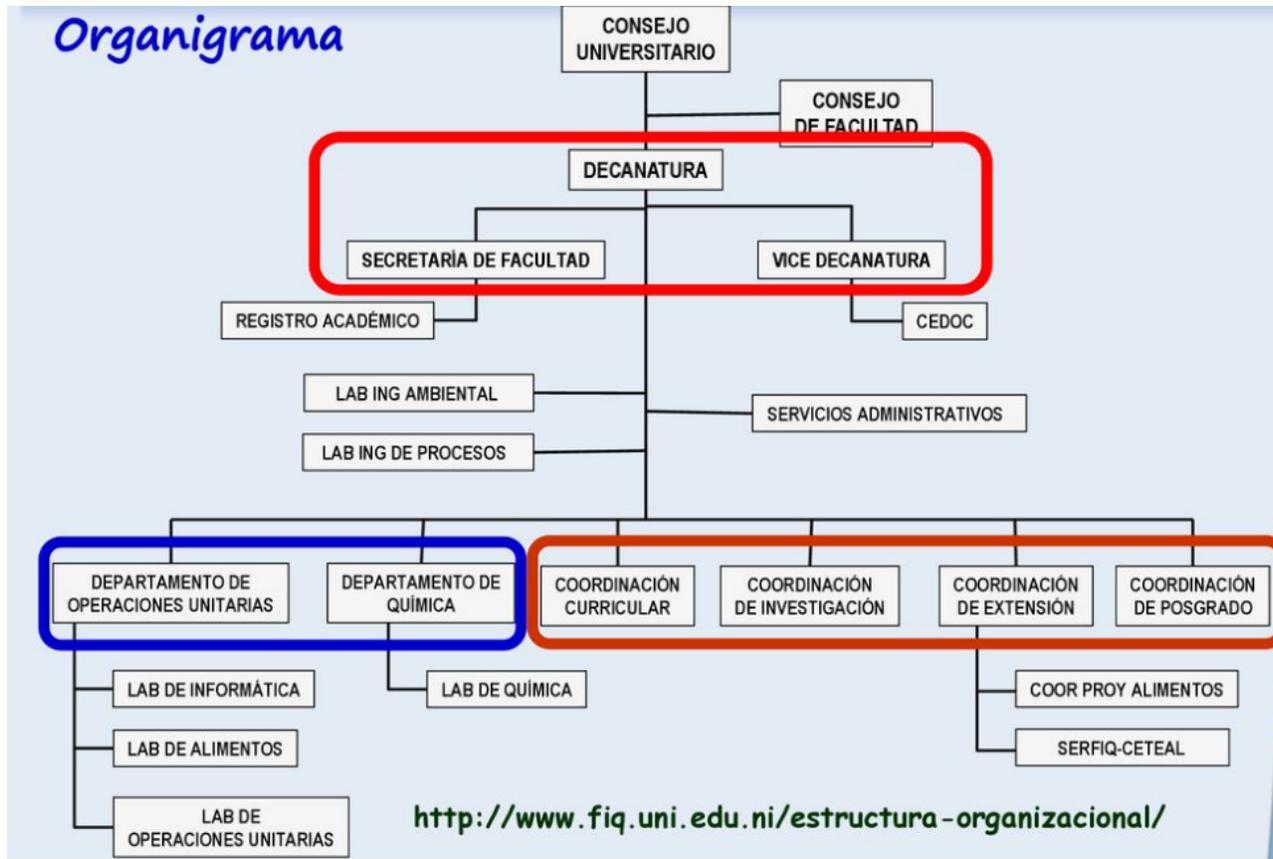
### **Anexo 7.1 Producción Anual**

Para determinar la producción actual se recopilaron los datos correspondientes al volumen de compras de queso en la encuesta realizada en los comedores de la Universidad Nacional de Ingeniería.

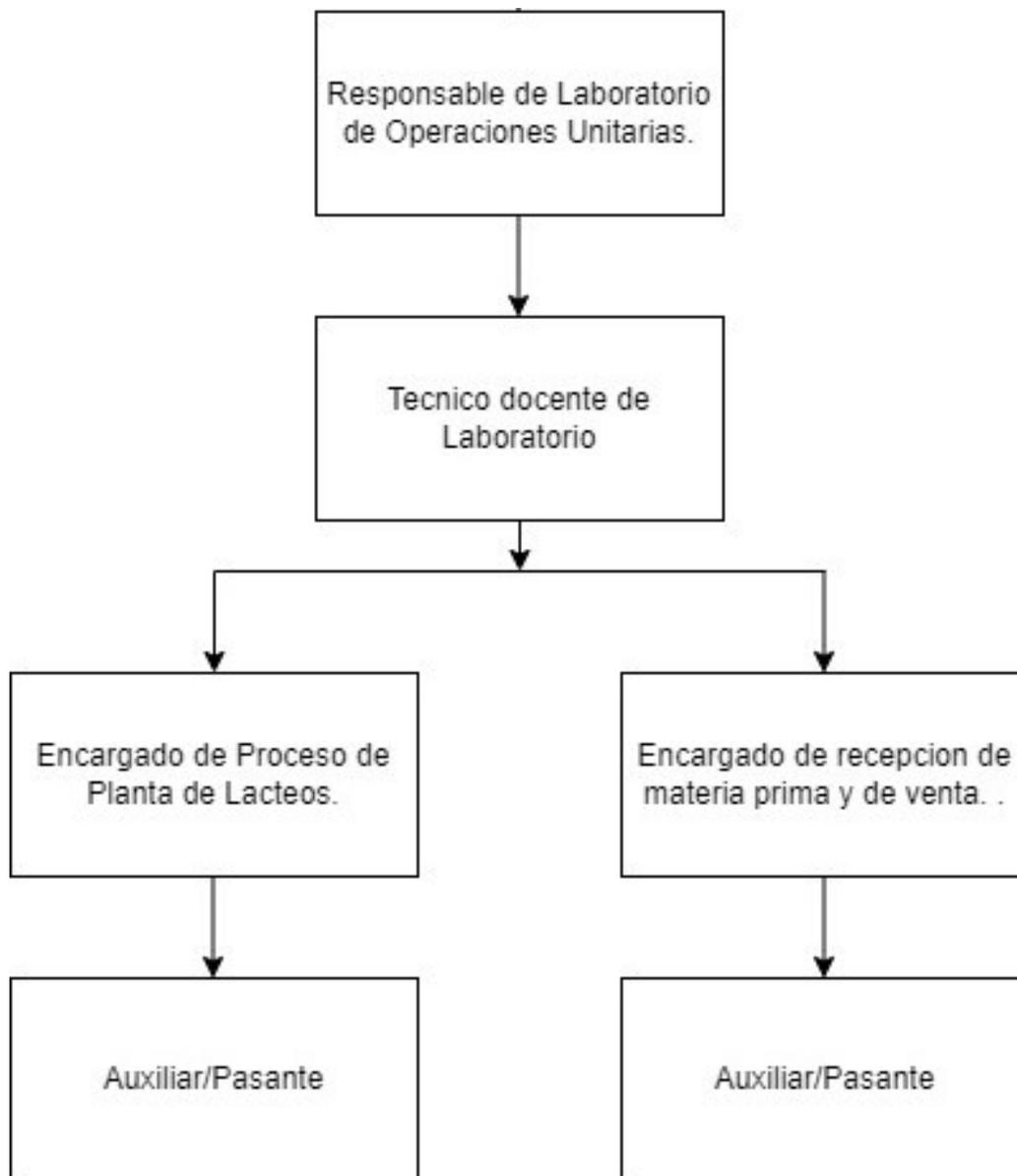
Tabla 7 Volumen de queso comprado por los comedores de la Universidad

<b>Concepto</b>	<b>Volumen (Kg)</b>
Seco	72
Fresco	24
Total	96

## Anexo 8. Organigrama de Personal.



*Ilustración 17 Organigrama del Personal de la Facultad de Ingeniería Química.  
Tomado de: Francisca Villalobos (2018).*



*Ilustración 18 Nuevo Organigrama del Personal en el área del Laboratorio de Operaciones Unitarias.*

*Tomado de: Elaboración Propia.*

## Anexo 9. Maquinaria y Mobiliario.

### Anexo 9.1 Especificaciones de los Equipos

#### 1. Manguera de Filtración

Manguera de filtración de leche de limpieza súper fino con capacidad de hasta 500 kg. La leche sucia se introduce en la carcasa del filtro a través de la boquilla de entrada inferior y, bajo la influencia de la presión de bombeo, pasa a través del cartucho desde el centro hacia la periferia. A través de la boquilla de baile en la pared del cuerpo, obtiene leche con células somáticas bajas. Preservación del contenido de grasa de la leche, gracias a las microvellosidades del filtro que no retrasan la bola de grasa elástica que pasa libremente a través de las células del filtro. Esta se puede adquirir en la plataforma online eBay por U\$ 325.



1. Filter material - Polypropylene Food PP H030
2. Number of layers - 150
3. Dimensions - 42 x 90 x 20
4. Fine filtration - 3  $\mu$ m
5. Pressure - Up to 1.5 atm
6. Filter resistance - 0,2 - 0,5 atm
7. Bandwidth - up to 500 liters
8. Mach temperature - 130°

Ilustración 20 Ficha Técnica Manguera de Filtración.

#### Vendedor [quindalimsa](#)



Filtro de leche de limpieza súper fino - capacidad de hasta 500 kg  
Nuevo

Cant.

US \$325.00

Flat Rate Freight

Envío gratis

Ilustración 20 Cotización de la Manguera de Filtración.

## 2. Bomba de Trasiego

La bomba de trasiego Rover 30 con motor 0.9 hp es una electrobomba auto aspirante de doble sentido. Se trata de la clásica bomba auto aspirante de doble sentido con anillo líquido lateral con rotor de geometría radical. Este particular sistema hidráulico le otorga una extraordinaria capacidad autocebante, incluso en presencia de una discontinuidad que se tiene que trasvasar. Esta se puede comprar en línea en AGRIEURO por U\$127.14.



### Características técnicas

Racores: Ø 30 mm

Cuerpo bomba en bronce de primera calidad.

La bomba es de tipo "autoaspirante": hay que echar un poco de líquido antes del uso en el rotor y encenderla y aspirará por sí misma todo tipo de líquido.

Doble sentido: puede [bombear líquidos en ambas direcciones](#). Una ventaja, entre otras, es la de asegurar trasiegos muy precisos, ya que es posible realizar ajustes al trasegar. De hecho, si necesario, puede bombear líquido en la dirección opuesta. [El sentido se determina gracias al interruptor de doble función](#).

Motor eléctrico de larga duración de 0,9 Hp

Caudal máx: **75 litros/min.**

Presión de trabajo hasta: **2,0 bar**

Altura de elevación: **20 m**

[Práctica manija cerrable superior de transporte](#)

Ilustración 21 Ficha Técnica Bomba de Trasiego.



Bomba eléctrica de trasiego Rover 30 CE de 0,9 hp, electrobomba

1

X Elimina

€ 148,25

DESCUENTO -14% - € 21,11

[.] Precio especial AgriEuro

€ 127,14

CÓDIGO CUPÓN:

ASÓCIALO

ENVÍO Spain

GASTOS ADICIONALES PARA ENVÍO A BALEARES. Consúltelos en la caja



ENVÍO GRATIS

TOTAL € 148,25

ESTÁS AHORRANDO: - € 21,11

TOTAL DESCONTADO: € 127,14

IVA INCLUIDO

Ilustración 22 Cotización de Bomba de Trasiego.

### 3. Lata de Transporte de Leche

Se necesitarán 2 Latas de Transporte de leche de acero inoxidable de 50 litros, son ampliamente utilizadas en la industria láctea de la leche, granjas lecheras y son ideales para la crema, la fabricación de queso y muchos usos de procesamiento de alimentos. Este se puede comprar Agroshow Nicaragua por U\$ 22.



#### Especificaciones

- Capacidad: 50 Litros.
- Material: Acero inoxidable.
- Marca: Cencerro.
- Peso: 8,2 kg.
- Grado de material acero inoxidable 304.
- Modelo: MC-SS-40.

Cortesía de: **Antares Nicaragua.**

Ilustración 23 Ficha Técnica Lata de Transporte.

#### 50L Transporte de la lata de aluminio con tapas de sellado para el vino el agua, leche

Precio FOB de Referencia ⓘ

**Para Ser Ne** **\$20.40 - \$26.00**

1 Pieza (Pedido M)

[Comuníquese con el proveedor para conocer el precio más reciente.](#)

Aplicación:	Leche
Personalizado:	Personalizado
Item:	Aluminum Milk Can
Capacity:	50L Aluminum Milk Can
Thickness:	2.5mm
Base*Mouth*Height:	375*222**569mm

[Ver Más](#) ▾

Ilustración 24 Cotización de Lata de Transporte.

#### 4. Tanque de Lactosuero

Tanques movil con capacidades de 95 litros sin pedal, contruidos totalmente en acero inoxidable de Sammic. Permite transportar y almacenar cualquier tipo de producto. Este es distribuido por Hiperchef y tiene un precio de U\$ 466,00.



##### Ficha técnica



Sammic

Referencia 5702578

Marca:	Sammic
Fabricado en:	Guipúzcoa
Garantía:	12 + 6 meses
Materiales:	Acero inoxidable
Apto para uso:	Profesional
Alto:	68 cm
Diámetro:	45 cm
Capacidad:	95 Litros
Disponibilidad:	2 / 3 días

Estado Nuevo

Ilustración 25 Ficha Técnica Tanque de Recepción SAMMIC.

	Nombre del producto		Precio unitario	Cantidad	Subtotal	
	Cubo de acero Inoxidable 95 Litros con pedal Sammic CU-95P	Editar	466,00 €	<input type="text" value="1"/>	466,00 €	

Ilustración 26 Cotización de Tanque de Recepción SAMMIC.

## 5. Cubeta de Cuajada

Cubeta de acero inoxidable de 21 litros con abrazaderas de resorte de sellado y tapa. Este se puede adquirir por U\$ 20.40 en la tienda online Alibaba.

### Product description

<b>Nombre del artículo</b>	Cubeta de acero inoxidable de 21 litros con abrazaderas de resorte de sellado de alta calidad
<b>Artículo No</b>	T032
<b>Material</b>	SS304
<b>Tamaño</b>	25cm/30cm
<b>Superficie</b>	Pulido
<b>Manejar</b>	Mango de acero
<b>Embalaje</b>	12/20 set/ctn

*Ilustración 27 Ficha Técnica Cubeta de Cuajada.*



FOB Reference Price: [Get latest price](#)

**\$20.40 - \$26.00** / set | 10 set/sets (Min. order)

Benefits: US \$500 coupons

Model Number

Samples: T032  
**\$28.00/set** | Min. order : 1 set | [Get samples](#)

Customization: Customized logo (Min. order 120 sets)

*Ilustración 28 Cotización de Cubeta de Cuajada.*

## 6. Empaquetadora

Empaquetadora al vacío Brother, se podrá adquirir en Deltoc por U\$ 500,00.



Modelo : VM300TE / A

Voltaje : 220V / 50Hz

Barra de sellado : 260×8 mm

Tiempo de Ciclo : 10-20 seg

Dimensiones de la máquina : 490 x 450 x 320 mm

Capacidad : 10m3 / hora

Tamaño de Cámara : 385 x 280 x 50 mm

Potencia : 0.4 KW

Material de Construcción : Acero Inoxidable

*Ilustración 29 Ficha Técnica Envasadora de mesa al vacío.*

Brother-Mini modelo de mesa VM300TE sellador al vacío para alimentos cámara única, nitrógeno, Gas

★★★★★ 5.0 2 Reseñas 4 compradores

1 - 9 Unidades	10 - 19 Unidades	20 - 249 Unidades	>= 250 Unidades
<b>500,00 US\$</b>	<b>480,00 US\$</b>	<b>460,00 US\$</b>	<b>350,00 US\$</b>

Beneficios: Cupones de USD 500

[Reclamar ahora >](#)

Potencia

900W

Número de Modelo

VM400TE

*Ilustración 30 Cotización de Envasadora de mesa al vacío.*

## 7. Armarios Frigoríficos

Armario Frigorífico con exterior e interior en acero inoxidable AISI 304, incluida la parte trasera, exterior en acabado finamente e interior en 2B. De la tienda Frigelu con un costo de U\$ 2.452.95, según la conversión de la moneda.



### Armario J-500-Q, secadero de quesos. Puerta ciega.

Capacidad 415 litros. 5 estantes, medidas: 505\*465 mm. 5 bandejas suero.

Monofásico. Rango de temperatura 0°/30°C.

Medidas: 650\*730\*2000 mm.

---

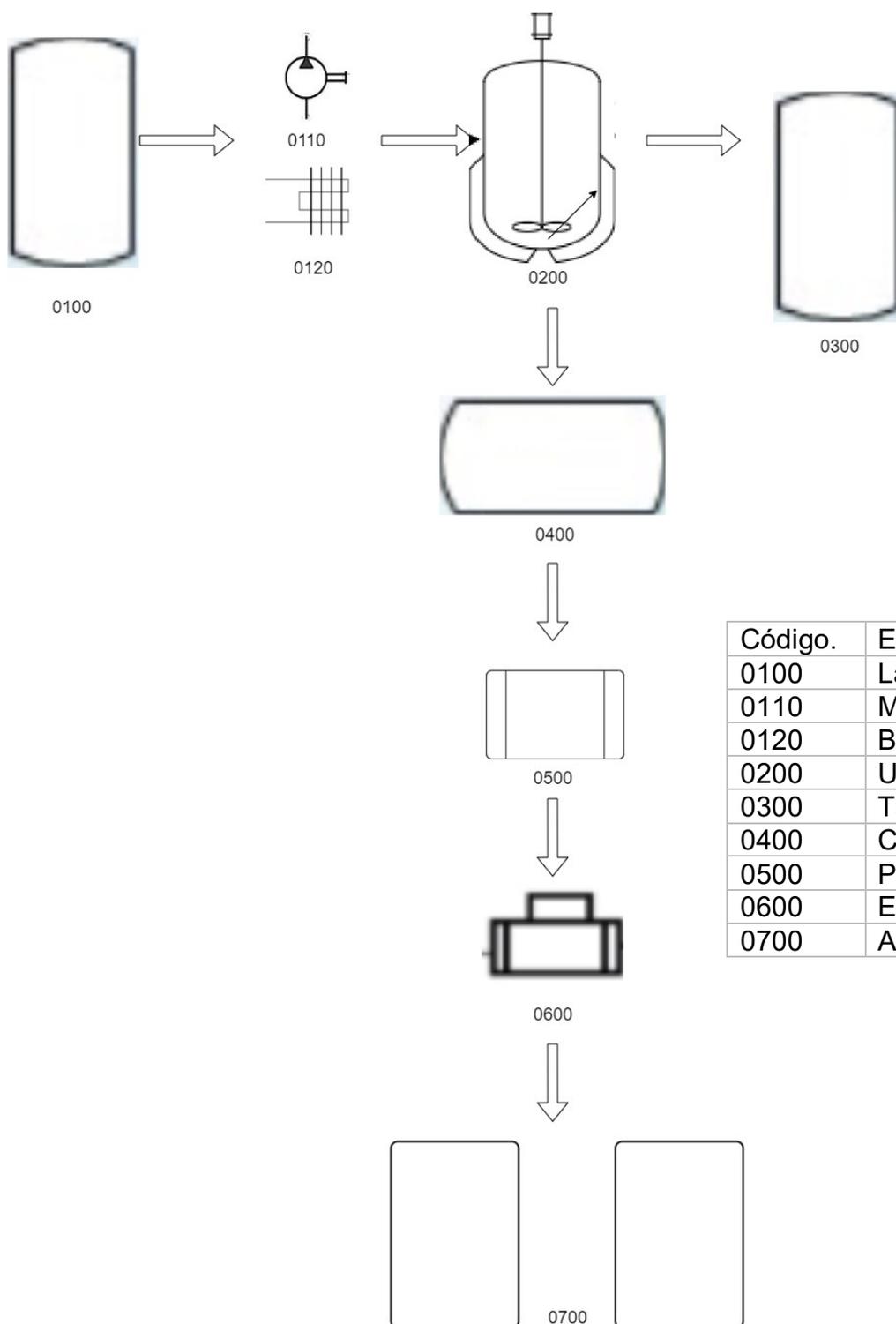
2.452,95 €

*Ilustración 31 Ficha Técnica y Cotización de Armario frigorífico.*

Tabla 8 Resumen de Equipos

Equipo	Unidades	Precio (U\$)	Consumo (kw)	Dimensiones
Manguera de Filtración	1	325	-	195.8x194.4x149.7cm
Bomba de Trasiego	1	140.47	0.23	31x15x21 cm
Lata de Transporte de Leche	3	22	-	37.5 Ø x 56.9
Cubeta de Cuajada	2	20.40	-	25x30 cm
Tanque Móvil de Almacenamiento	2	331.38	-	68x45x cm
Empaquetadora al Vacío	1	5,000	0.22	490x450x320mm
Armario Frigorífico	2	2,452.95	0.95	650x730x2000mm

## Anexo 9.2 Diagrama de Equipos



Código.	Equipo.
0100	Lata de transporte de leche
0110	Manguera de filtración
0120	Bomba de trasiego
0200	Unidad Quesera
0300	Tanque de Lactosuero
0400	Cubeta de cuajada
0500	Prensa
0600	Empaquetadora
0700	Armario frigorífico

Ilustración 32 Diagrama de equipo.  
Fuente: Elaboración Propia.

## Anexo 10. Entrevistas Realizadas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.  
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA.



### Entrevista Laboratorio Operaciones Unitarias.

1. ¿Cuáles considera que son las características de la planta piloto de lácteo?
2. ¿Cuenta con archivos actuales de revisión de la planta piloto de lácteos que pueda facilitarme?
3. ¿Qué proveedores han llegado actualmente a realizar estudios a la planta piloto de lácteos? ¿Podría dar sus datos para programar una segunda revisión?
4. ¿En los últimos 4 años que cambios se han realizado en la planta piloto de lácteos y cuantas prácticas y visitas se han realizado?
5. ¿Qué debilidades considera se presentan en los pisos, paredes y orden de equipos que podrían afectar si se opera la planta piloto de lácteos?
6. De acuerdo a los siguientes equipos:
  - a. Pasteurizador.
  - b. Homogeneizador.
  - c. Unidad de yogurt.
  - d. Quesera.
  - e. Estación de frío.
  - f. Caldera.
  - g. Conexión de tuberías.

Podría explicar sobre su:

- Funcionamiento.
- Dificultades para su operatividad.

Entrevista Ing. Onell Morales.

*Ilustración 33 Entrevista Laboratorio de Operaciones Unitarias.  
Fuente: Elaboración Propia.*



### **Entrevista Laboratorio alimento FIQ.**

1. ¿Se han realizado proyectos de temas lácteos en el laboratorio de alimentos?, de ser así ¿Cómo se puede acceder a dichos estudios?

No se han realizado proyectos, solo algunos trabajos de cursos y esa información se la daban los estudiantes a su respectivo docente.

2. ¿Cuenta el laboratorio de alimento con instrumentos o equipos necesarios para el análisis de calidad de leche y queso fresco o madurado?

Si, excepto para análisis de grasas.

3. ¿Podría facilitar el inventario con la cantidad de instrumentos y equipos presentes en el laboratorio de alimento?

Si, proporcionado.

4. ¿Cuenta con las fichas técnicas de los equipos presentes en el laboratorio de alimento, de ser así podría facilitar dicha información?

No se cuenta con dicha información.

5. De poner a operar las plantas pilotos, ¿Considera usted que se podría realizar en dicho laboratorio el análisis de calidad tanto de materia prima como del producto terminado?

Si, a excepción el análisis de grasas.

*Ilustración 34 Entrevista Laboratorio de Alimentos.  
Fuente: Elaboración Propia.*



### **Entrevista Docentes FIQ.**

1. ¿Conoce cuándo se construyeron las plantas piloto, cual fue el objetivo de su construcción y quienes se encargaron de dicho proyecto?
2. ¿Qué uso se les ha dado a las plantas piloto desde su instalación?
3. ¿Cuáles son las razones para que las plantas piloto no estén actualmente activas, existen planes escritos para poner en funcionamiento las plantas piloto?
4. ¿Qué debilidades y fallos ha podido detectar en las plantas piloto de lácteos?
5. ¿Cuál es la especificación de los equipos de la planta piloto de lácteos?
6. ¿Conoce usted si se han realizado proyectos en temas lácteos en la planta piloto?, de ser así ¿Cómo se puede acceder a dichos estudios?
7. ¿Qué productos considera que pueden ser elaborados en las plantas piloto? ¿por qué?
8. ¿Qué oportunidades de uso considera que podrían ser aprovechadas si la producción de las plantas piloto se activa?
9. ¿De qué manera relacionaría las plantas piloto con el pensum de la carrera? ¿en cuáles asignaturas y en qué secciones específicamente considera que se podría sacar provecho de esta relación?
10. ¿Conoce de la existencia de otras plantas piloto activas o inactivas dentro o fuera de la universidad? De ser así, especifique. ¿Qué opinión tiene al respecto?

*Ilustración 35 Entrevista Docentes FIQ.  
Fuente: Elaboración Propia.*

## Anexo 11. Planos.

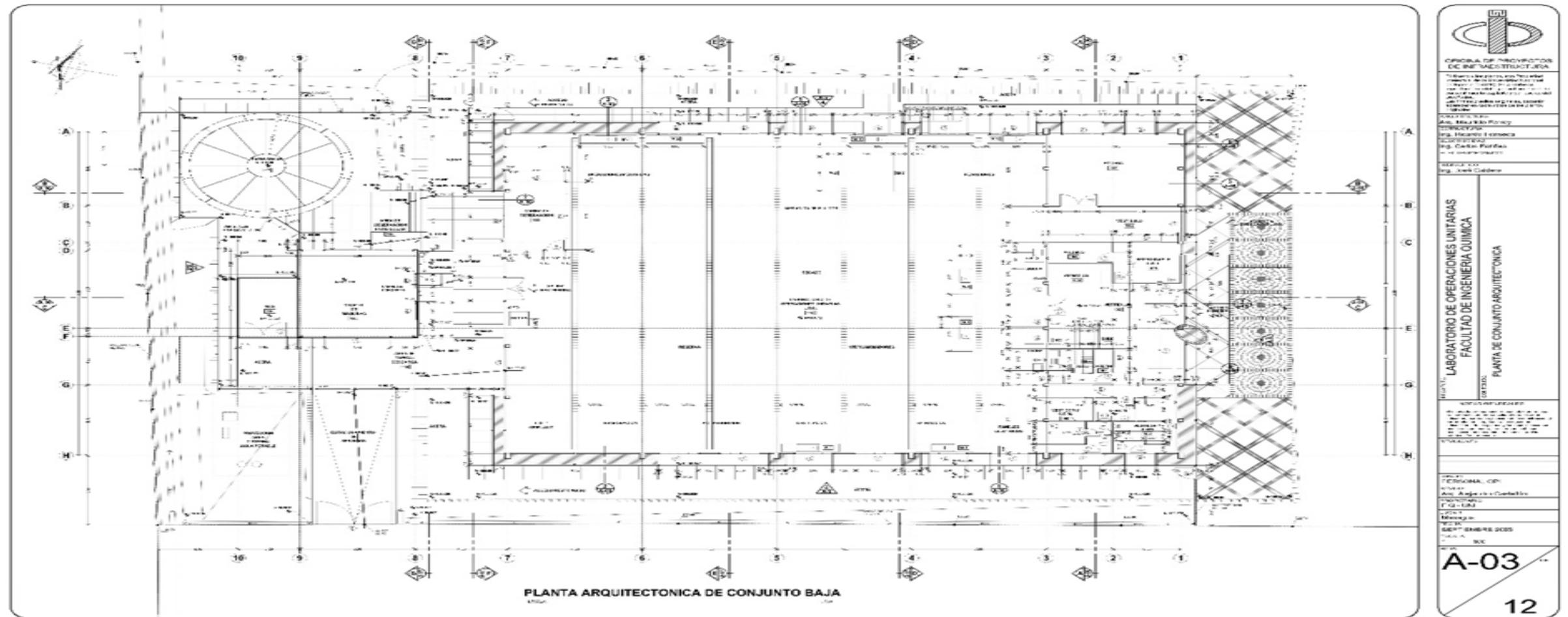


Ilustración 36 Plano General del Laboratorio de Operaciones Unitarias.  
Fuente: Obtenido de la UNI-RUSB.

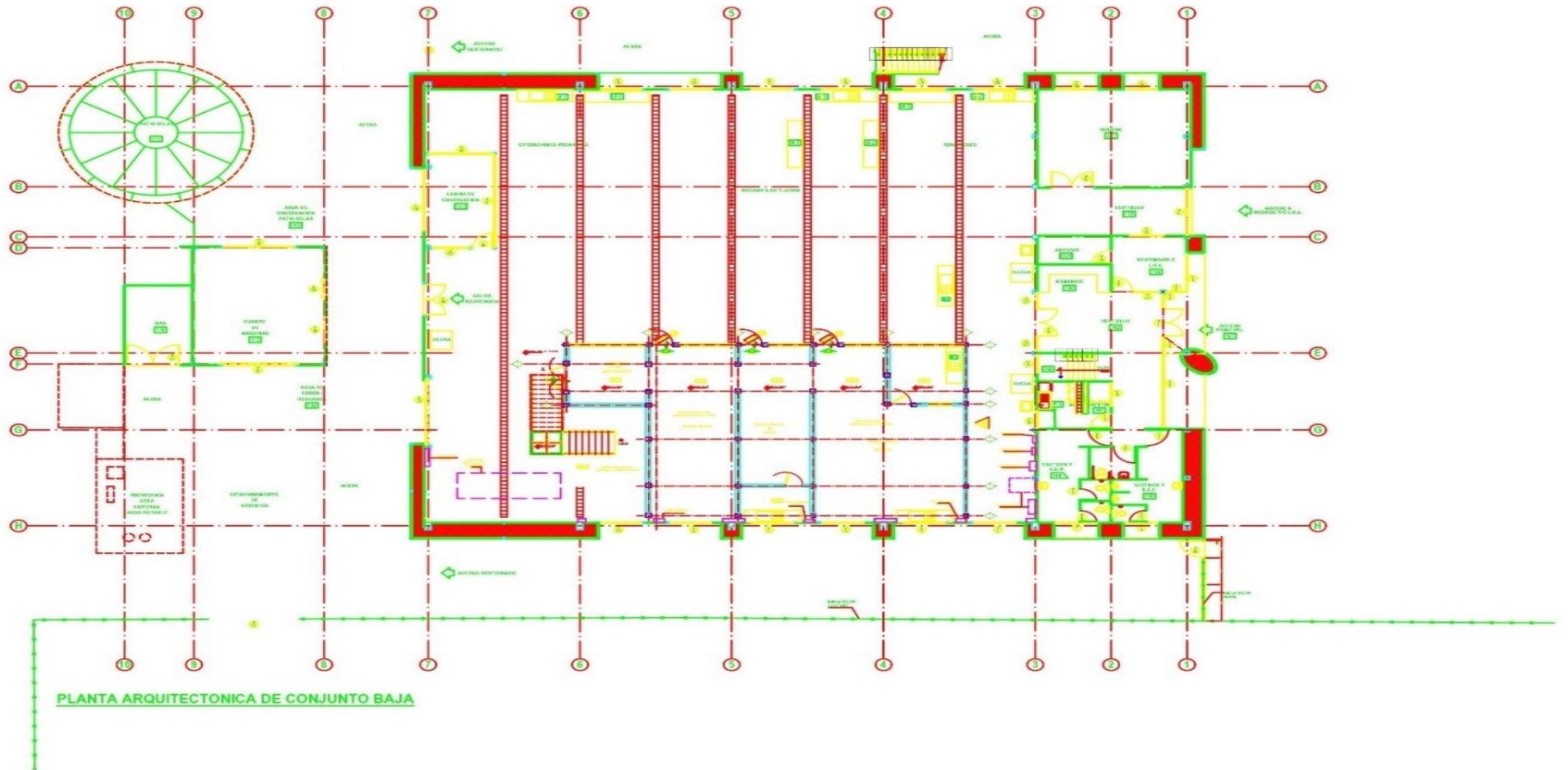


Ilustración 37 Plano del Laboratorio de Operaciones Unitarias.  
Fuente: Obtenido d la UNI-RUSB.

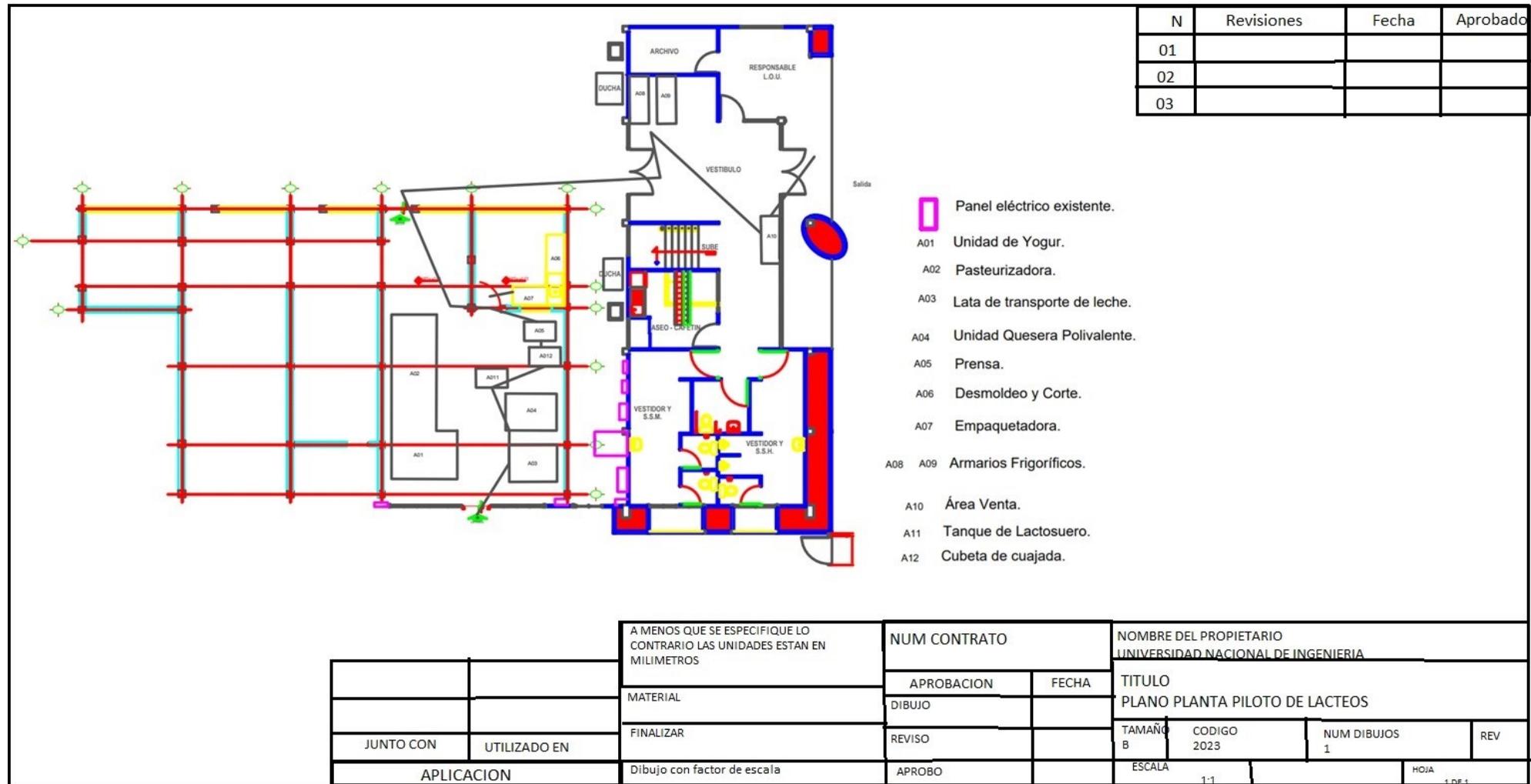


Ilustración 38 Plano de Ruta de Proceso de Elaboración de Queso.  
Fuente: Elaboración Propia.