

**ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA PRODUCCIÓN DE
LÁCTEOS DE LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS DEL SENA
REGIONAL CAUCA**

LINA PAOLA MARTINEZ OJEDA



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2012**

**ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA PRODUCCIÓN DE
LÁCTEOS DE LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS DEL SENA
REGIONAL CAUCA**

LINA PAOLA MARTINEZ OJEDA

**Trabajo de grado en la modalidad de pasantía para optar al título de
Ingeniera Ambiental**

**Director:
Paulo Mauricio Espinosa Echeverri
Ingeniero Químico, MSc.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2012**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán 05, 03, 2012.

A Dios en primera instancia por permitirme culminar con éxito este logro y colmar mi vida de grandes bendiciones.

A mi madre Patricia Ojeda y a mi abuelo Lauro Ojeda, quienes me brindaron su amor y apoyo incondicional a lo largo de este camino de aprendizaje.

A tres mujeres que hacen parte de mi vida, Libia, Yoli y Amparo Ojeda, quienes son un ejemplo a seguir, gracias a sus enseñanzas y valores.

Agradezco a las ingenieras del SENA María Fernanda Guaca, María Alejandra Ayerbe, Nora Valencia y a Mónica Rodríguez, por su colaboración, asesoramiento y por permitir la realización del presente trabajo de grado.

A todos los encargados de la planta de procesamiento de lácteos del SENA Regional Cauca, por su colaboración y suministro de información para el desarrollo del trabajo.

Al Ing. Paulo Mauricio Espinosa, por su asesoramiento técnico a lo largo de este proceso de aprendizaje.

A todos mis docentes de la Universidad del Cauca, por transmitir todo su conocimiento.

A toda mi familia y amigos por su apoyo incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS	X
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE APÉNDICES	XVI
INTRODUCCIÓN	18
1 JUSTIFICACIÓN	19
2 OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GENERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3 MARCO TEÓRICO.....	21
3.1 SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE -SENA.....	21
3.2 PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	21
3.3 BENEFICIOS DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (CENTRO DE PRODUCCION MÁS LIMPIA PANAMÁ).	22
3.4 HERRAMIENTAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	22
4 METODOLOGÍA.....	25
4.1 EVALUACIÓN DEL PROCESAMIENTO DE LÁCTEOS.....	25

4.1.1	Diagnóstico cualitativo.....	25
4.1.2	Evaluación ambiental	26
4.2	GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PML.....	28
4.2.1	Alternativas de mejoramiento.....	28
4.3	SOCIALIZACIÓN ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO.....	29
5	ASPECTOS GENERALES PLANTA DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS SENA REGIONAL CAUCA	30
5.1	DATOS GENERALES.....	30
5.1.1	Planta de procesamiento de alimentos – lácteos	30
5.1.2	Personas a cargo	31
5.1.3	Instalaciones y equipos de la planta.....	31
5.1.4	Materias primas requeridas en los procesos y sus costos	31
5.1.5	Costos de consumo - agua, energía y otros insumos	31
6	IDENTIFICACIÓN ASPECTOS AMBIENTALES	35
6.1	ECOMAPA.....	35
6.1.1	Descripción Ecomapa Planta de Procesamiento de Alimentos - Sena Regional Cauca.....	38
6.2	EVALUACIÓN QUÍMICA	42
6.3	NORMATIVIDAD AMBIENTAL APLICABLE.....	48

6.3.1	Recurso hídrico - Vertimientos	48
6.3.2	Uso del suelo	48
6.3.3	Calidad del aire	49
6.3.4	Residuos sólidos	49
6.3.5	Residuos peligrosos	50
7	EVALUACIÓN AMBIENTAL	52
7.1	JORNADA DE PRODUCCIÓN, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.....	52
7.1.1	Consumo de agua	52
7.1.2	Consumo de energía.....	56
7.1.3	Consumo de gas	60
7.1.4	Residuos sólidos	60
7.1.5	Vertimientos	61
7.2	PROCESOS PRODUCTIVOS	63
7.2.1	Yogur batido.....	63
7.2.2	Yogur Aflanado.....	71
7.2.3	Queso campesino	76
7.2.4	Queso doble crema	81
7.2.5	Arequipe de café	85
7.2.6	Manjar blanco.....	89

8	ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL.....	97
8.1	Nivel General	97
8.1.1	Consumo de agua - Jornada de producción, limpieza y desinfección	97
8.1.2	Consumo de energía.....	102
8.1.3	Materias primas.....	106
8.1.4	Residuos	110
8.2	NIVEL DE PROCESOS PRODUCTIVOS.....	110
8.2.1	Bebidas fermentadas	110
8.2.2	Quesos.....	121
8.2.3	Dulces concentrados.....	125
9	CONCLUSIONES.....	127
10	RECOMENDACIONES	130
11	BIBLIOGRAFÍA	131

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de detergentes y desinfectantes empleados en actividades de limpieza y desinfección.	40
Tabla 2. Parámetros de cualificación	41
Tabla 3. Zonas críticas – enfoque cualitativo	42
Tabla 4. Relación compuestos evaluados con las áreas donde son manipulados	47
Tabla 5. Volumen de agua promedio empleado en el lavado de botas	52
Tabla 6. Especificaciones y consumo de energía cuarto frío	57
Tabla 7. Consumo total de energía – Cuartos fríos	57
Tabla 8. Especificaciones de iluminación – área producción	58
Tabla 9. Consumo de energía según el tiempo de iluminación- área de producción	58
Tabla 10. Especificaciones de iluminación – oficina	59
Tabla 11. Consumo de energía según el tiempo – oficina	59
Tabla 12. Consumo total de energía – Planta lácteos	59
Tabla 13. Cantidad de desinfectantes y detergentes empleados para actividades de limpieza y desinfección.	61
Tabla 14. Vertimientos generados por la planta lácteos – Sena Regional Cauca	.62

Tabla 15. Parámetros de cualificación evaluación de procesos productivos	63
Tabla 16. Aspectos ambientales en la elaboración de kumis y bebida láctea.	75
Tabla 17. Aspectos ambientales en la elaboración de queso campesino pasteurizado y quesillo.	86
Tabla 18 . Aspectos ambientales en la elaboración de leche condensada y dulce cortado.	92
Tabla 19. Cantidad de residuos generados por cada producto lácteo elaborado .	94
Tabla 20. Tipo de residuos generados por cada producto lácteo elaborado	95
Tabla 21. Consumo de gas licuado de petróleo (glp) y energía eléctrica por cada producto lácteo elaborado	96
Tabla 22. Volumen ahorro de agua por jornada de producción	98
Tabla 23. Costos de ahorro de agua por jornada de producción	98
Tabla 24. Volumen ahorro de agua por jornada de limpieza y desinfección	98
Tabla 25. Costos de ahorro de agua por jornada de limpieza y desinfección	98
Tabla 26. Volumen y costo de ahorro de agua mensual y anual	98
Tabla 27. Especificaciones de iluminación – tubos LED	104
Tabla 28. Cantidad de agua de lavado recolectada	111
Tabla 29. Tipo de residuos generados y alternativas PML asociadas.	119
Tabla 30. Tipo de residuos generados y alternativas PML asociadas	122
Tabla 31. Tipo de residuos generados y alternativas PML asociadas	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Enfoque y principios de Producción más limpia.....	29
Figura 2. Diagrama general del proceso	30
Figura 3. Consumo de agua m ³ global - Centro Agropecuario SENA Regional Cauca	32
Figura 4. Consumo de global de energía - Centro Agropecuario Sena Regional Cauca	33
Figura 5. Costos unitarios kWh.....	34
Figura 6. Ecomapa Planta de Procesamiento de Alimentos- SENA REGIONAL CAUCA. (Fuente: Elaboración propia)	37
Figura 7. Consumo de Agua potable – Jornada de producción planta de lácteos SENA.....	53
Figura 8. Consumo de agua y volumen de desperdicio (%) en puntos de suministro - Jornada de producción planta lácteos SENA	54
Figura 9. Consumo de agua potable – Jornada limpieza y desinfección planta de lácteos	55
Figura 10. Consumo de agua y volumen de desperdicio (%) en puntos de suministro - Jornada de limpieza y desinfección planta lácteos.....	56
Figura 11. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la recepción y adecuación de la materia prima.	64

Figura 12. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Termización.	65
Figura 13. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Homogenización	66
Figura 14. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de pasteurización.....	67
Figura 15. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de choque térmico.	68
Figura 16. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Inoculación e incubación.....	69
Figura 17. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Refrigeración.	69
Figura 18. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Descremado, batido y adición de fruta.....	70
Figura 19. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de envasado, rotulado y venta.	71
Figura 20. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Homogenización	72
Figura 21. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Inoculación y envasado.	73
Figura 22. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Refrigeración	74

Figura 23. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Termización.	76
Figura 24. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Adición de cuajo, reposo y coagulación.	77
Figura 25. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de corte de cuajada y desuerado.....	78
Figura 26. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de moldeado y prensado.....	80
Figura 27. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de refrigeración.	80
Figura 28. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de envasado, rotulado y venta.	81
Figura 30. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de mezcla de leche fresca y leche ácida.....	82
Figura 31. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de corte de cuajada y desuerado.....	83
Figura 32. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de pesaje, hilado, adición de sal y moldeado.	85
Figura 33. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de adición de bicarbonato de sodio y termización (60°C).	87
Figura 34. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de evaporación.	88

Figura 35. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Empacado, enfriamiento, rotulado y venta.....	89
Figura 38. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de evaporación.	90
Figura 39. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Empacado, rotulado y venta.	91
Figura 40. GTC 024 - Código de colores, separación en la fuente	118

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Inventario de equipos, herramientas y utensilios – Planta procesamiento de alimentos (Lácteos)	137
Apéndice 2. Materias primas – Planta procesamiento de alimentos (Lácteos)....	142
Apéndice 3. Tabla características ambientales y de seguridad para cada tipo de desinfectante empleado en la planta de procesamiento de alimentos del Sena Regional Cauca	145
Apéndice 4. Tabla de evaluación química	149
Apéndice 5. Determinación caudal promedio mediante aforos	157
Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción.....	159
Apéndice 7. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de limpieza y desinfección.....	173
Apéndice 8. Formato consumo de gas licuado de petróleo empleado en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción.....	177
Apéndice 9. Balances de materia y energía – Procesos productivos	178
Apéndice 10. Rendimientos productos lácteos elaborados en el Sena Regional Cauca	233
Apéndice 11. Tipo de residuos acorde al código de colores	243
Apéndice 12. Sistema de envases y empaques plásticos	244

Apéndice 13. Aplicación de residuos recuperados por el tipo de plástico.....245

INTRODUCCIÓN

En la industria de alimentos es característico el alto consumo de agua para realizar actividades de higienización y asepsia requeridas en este campo. En la planta de lácteos del SENA Regional Cauca este consumo se debe principalmente al uso irracional de este recurso. Acorde a los residuos generados se presenta ocasionalmente el vertimiento del lactosuero (subproducto de la fabricación del queso) el cuál al ser incorporado en las aguas residuales eleva considerablemente el grado de contaminación ya que el contenido en lactosa está entre 42 y 52 g/L, representando este el 70% del contenido total del conjunto sólidos presentes y se estima que por cada Kg. de queso elaborado se crean 9 litros de suero, estimando que anualmente a nivel mundial se generan 110 millones de toneladas. Cada 1.000 litros de lactosuero generan cerca de 35 Kg. de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 Kg. de demanda química de oxígeno (DQO). Esta fuerza contaminante es equivalente a la de las aguas negras producidas en un día por 450 personas (Sociedad Venezolana de Microbiología, 2010).

Es de vital importancia la aplicación de la estrategia de producción más limpia para enfrentar el tema de la contaminación industrial de manera preventiva, a partir del uso eficiente de las materias primas e insumos, optimización de tecnologías existentes y reducción ó eliminación de residuos antes de que estos se generen, con el fin de mejorar el desempeño ambiental de todo el proceso productivo. (Centro de promoción de tecnologías sostenibles, 2005)

Bajo los principios de PML también se han desarrollado algunos proyectos en el sector lácteo tales como: Producción más limpia en la formulación de una plan de manejo de residuos sólidos en una planta procesadora de lácteos (Muñoz López y Muñoz, 2007) y el estudio realizado sobre la prevención y reducción en origen de la contaminación de la industria láctea en los países del plan acción para el mediterráneo (PAM), incluyendo empresas de 18 países. (Centro de actividad regional para la producción más limpia (CAR/PL), 2002).

El presente documento contiene como primera instancia la descripción de los aspectos generales de la planta de procesamiento de alimentos, la identificación de los aspectos ambientales realizados a partir de herramientas de PML como el ecomapa y la evaluación química, con el fin de obtener un diagnóstico cualitativo. Cuenta con la evaluación ambiental desarrollada a nivel de jornada de producción, limpieza y desinfección y a nivel de procesos productivos. Posteriormente se generan las alternativas de mejoramiento, plasmadas en 22 fichas de oportunidad de la prevención que determinan estrategias a implementar. Hacen parte también de este documento, las conclusiones, recomendaciones y apéndices correspondientes a la información recolectada, mediciones de consumo de agua glp y los balances de materia y energía.

1 JUSTIFICACIÓN

Actualmente la planta de procesamiento de alimentos del SENA, cuenta con equipos de alta capacidad que en trabajo conjunto generan un consumo de energía, pero debido a la poca cantidad de leche procesada diariamente (50 l) la mayoría no son utilizados ya que una de las razones, es el gasto energético innecesario y el mal estado de los equipos debido a la falta de alguna pieza y a su desuso. Por lo tanto la producción de lácteos se hace en gran medida con mecanismos que no demandan el uso intensivo de energía exceptuando los refrigeradores o cuartos fríos. A pesar del trabajo manual que se realiza en la planta, hay grandes falencias respecto al componente ambiental originando impactos negativos, lo cual hace necesario desarrollar estrategias de producción más limpia.

Este tipo de industria requiere un abastecimiento anual de 214 millones de metros cúbicos de agua, de los cuales el 33% corresponde a lácteos, el 29% a conservas alimenticias, el 18% a panadería, el 11% a molienda de cereales, el 3% a aceites y grasas comestibles, el 1% a cárnicos y el 1% a confitería y chocolate. La industria demanda para su operación un volumen anual de 435 millones de metros cúbicos, equivalente a dotar de agua a una población de 6 millones de habitantes (200 litros diarios por persona) durante un año, y descarga 185 millones de metros cúbicos de aguas residuales, generando anualmente 200 mil toneladas de DBO₅, 151 mil toneladas de sólidos suspendidos totales y 26 mil toneladas de grasas y aceites (IMTA – Instituto Mexicano de Tecnología del agua, 2009).

Aunado a lo anterior el alto consumo de agua genera un gran volumen de descarga de aguas residuales debido a la realización de sus actividades. Los efluentes de la planta contienen primordialmente concentraciones de detergentes industriales, desinfectantes (Yodóforo - HANSEC, Hipoclorito, cloruro de dimetil benzil amonio - BI-QUAT ó TIMSEN), leche derramada, lactosuero, saborizantes y colorantes vencidos. Consecuentemente se busca reducir el agua empleada en la planta, para disminuir el volumen de vertimiento y buscar alternativas que causen un menor impacto al ambiente.

En la planta se generan residuos sólidos principalmente materiales de empaques plásticos que se desperdician debido a su inadecuada localización y organización en el cuarto de materias primas y por falta de medidas estándar para el empaçado. También se producen residuos de productos vencidos o de descarte, materia prima y materia orgánica. Actualmente no se emplean prácticas de reciclaje a pesar que se cuenta con recipientes para su realización, ubicados al exterior de la planta, excluyendo el manejo adecuado de la materia orgánica la cual posteriormente es llevada a la compostera del SENA. Se pueden reutilizar algunos de estos residuos dentro de los procesos y buscar alternativas de ecodiseños ó utilización de empaques más amigables con el ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer estrategias de producción más limpia en la producción de lácteos de la planta de procesamiento de alimentos del SENA, con el fin de mejorar el desempeño ambiental del proceso productivo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el funcionamiento del proceso de lácteos, para identificar cuáles son las fuentes de residuos, emisiones y desperdicios de materia prima, agua y energía.
- Generar alternativas de mejoramiento, las cuales van a ser aplicadas al proceso de producción de lácteos, que permitan disminuir los costos de producción, promoviendo el uso eficiente de las materias primas, energía y agua.
- Socializar las alternativas que a juicio y disponibilidad del SENA, resulten viables para el mejoramiento del proceso de producción de lácteos.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE -SENA

El Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, creado en 1957 como resultado de la iniciativa conjunta de los trabajadores organizados, los empresarios, la iglesia católica y la Organización Internacional del Trabajo, es un establecimiento público del orden nacional, con personería jurídica, patrimonio propio e independiente y autonomía administrativa, adscrito al Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de la República de Colombia. El 9 de febrero de 1994 entra en vigencia la Ley 119, por la cual se reestructura el SENA, se deroga el Decreto 2149 de 1992 y se dictan otras disposiciones (Servicio Nacional de aprendizaje SENA, 1992).

3.2 PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente. Este concepto se puede aplicar a los procesos usados en cualquier industria, a los productos mismos y a los distintos servicios que proporciona la sociedad.

Para los procesos de producción, la Producción Más Limpia resulta a partir de una o la combinación de: conservación de materias primas, agua y energía; eliminación de las materias primas tóxicas y peligrosas; y reducción de la cantidad y la toxicidad de todas las emisiones y desperdicios en la fuente durante el proceso de producción.

Para los productos, la Producción Más Limpia apunta a la reducción de los impactos ambientales, en la salud y en la seguridad de los productos durante el total de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, a través de la fabricación y el uso, hasta disposición “última” del producto.

Para los servicios, la Producción Más Limpia implica la incorporación de las preocupaciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios (PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, UNEP, 2006).

3.3 BENEFICIOS DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (CENTRO DE PRODUCCION MÁS LIMPIA PANAMÁ).

Beneficios financieros:

- Reducción de costos, por optimización del uso de las materias primas.
- Ahorro, por el uso eficiente de los recursos (agua, energía, etc.).
- Menores niveles de inversión asociados a tratamiento y/o disposición final de desechos.
- Aumento de las ganancias.

Beneficios operacionales:

- Aumenta la eficiencia de los procesos
- Mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional
- Reduce la generación de los desechos
- Efecto positivo en la motivación del personal

3.4 HERRAMIENTAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Las herramientas de PML son instrumentos que permiten definir el estado ambiental y económico de un producto o proceso, ya sea administrativo o productivo, y con base en su aplicación establecer los objetivos de las alternativas preventivas a implementar. Pueden aplicarse para diferentes propósitos a diferentes niveles, (tales como planeación, producto, proceso, normatividad y políticas entre otros) y su aplicación no constituye un fin en sí mismo.

Gran parte de estas herramientas son útiles para la implementación de esta estrategia, en la Industria Láctea como:

- Auditoría ambiental
- Auditoría de riesgos
- Auditoría de energía
- Evaluación de tecnología ambiental
- Evaluación del ciclo de vida
- Matriz MED
- Ecoindicadores

- Ecomapa
- Ecobalances
- Buenas prácticas operacionales

En la industria de lácteos, por la gran variedad de productos, se generan igualmente diversos residuos a nivel atmosférico, sólidos y efluentes líquidos. En los primeros se cuentan los gases de calderas y finos resultantes de procesos de producción de leche. En residuos sólidos, principalmente quedan materiales de empaque, productos vencidos o terminados defectuosos. Es en el agua donde más evidente se hace la contaminación por las grasas, proteínas, sales, sólidos suspendidos y sólidos disueltos. La lactosa es el principal aportante de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y el suero resultante de la elaboración de quesos es un factor crítico, pues puede alcanzar DBO del orden de 40.000 a 50.000 mg/l (Gobierno Chileno, Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2006).

Por tanto es necesario implementar ciertas estrategias para minimizar todos los impactos negativos generados por el procesamiento de lácteos.

Estrategias para la implementación de planes de producción más limpia (PML) en la industria alimentaria (Pnuma – Gallego Mauricio, 2006).

Cambio en los insumos: El empleo de ingredientes de origen natural, además de ser una permanente demanda por parte del consumidor, es una forma de introducir un elemento de producción más limpia en todo el proceso de elaboración de alimentos. Dentro de la amplia lista de ingredientes y aditivos los colorantes son los más delicados y cuestionados, por sus efectos en la salud humana y en el medio ambiente cuando son dispuestos de forma incorrecta. Una forma de implementar este cambio, es con el empleo de extractos naturales, sustancias sintetizadas pero idénticas a las naturales (natural-idénticos), pigmentos de origen vegetal y colorante que empleen vehículos acuosos en lugar de oleosos o a base de alcoholes pesados.

También es una estrategia el monitoreo permanente de la calidad de los insumos entregados por los proveedores de tal modo que siempre se aseguren parámetros constantes de pureza. Incluso el trabajo conjunto con cada proveedor en particular puede mejorar los procedimientos de producción de ingredientes hacia procesos más limpios, bien sea por purificación o por modificaciones internas a los procesos individuales.

Uno de los segmentos del grupo de insumos que más compromete el ambiente es el de los materiales de empaque. El empleo de plásticos en tapas, bolsas, envolturas y envases es un permanente reto para los programas de reducción y disposición de residuos sólidos. En este aspecto los planes de producción más limpia deben considerar el empleo de

materiales alternativos como el vidrio o los enlatados (aluminio y hojalata) o bioplásticos, como los elaborados a partir de fibras vegetales o polisacáridos modificados como los almidones de yuca.

Cambio tecnológico: La incorporación de nuevas tecnologías en el procesamiento de materias primas de origen agropecuario permite la disminución de impactos negativos en el ambiente.

Buen mantenimiento: Un adecuado plan de mantenimiento de todos los equipos involucrados en el proceso asegura la reducción de tiempos muertos por paros inesperados, la fuga de contaminantes (combustibles y lubricantes) y el excesivo empleo de agentes de limpieza y desinfección. Pueden considerarse las siguientes recomendaciones generales como aspectos del mantenimiento de equipos que participan en una producción más limpia:

- Capacitación permanente al personal en el manejo y cuidado de los equipos.
- Programas de manejo de inventarios para reducción de pérdidas.
- Separación de desechos de las operaciones propias de los equipos.
- Identificación de puntos críticos dentro del mantenimiento de los equipos (Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control – HACCP).
- Normalización de fichas técnicas y hojas de vida de todos los equipos involucrados en el proceso productivo.
- Sistematización de un sistema de trazabilidad de insumos como lubricantes, recubrimientos y aditivos, entre otros.
- Diseño de un plan de seguimiento a la calibración de todos los instrumentos de medida, especialmente de las variables críticas del proceso como temperatura, presión, humedad, acidez.
- Monitoreo a tuberías para control de incrustaciones.

Reutilización en el sitio: Numerosos procesos internos dentro del amplio engranaje productivo generan residuos intermedios que pueden tratarse con bajos niveles de inversión y pueden reutilizarse. En el caso de las empresas de alimentos puede incluso derivarse una línea de subproductos que minimice los vertimientos o la generación de residuos sólidos, aumentando los niveles de productividad de la empresa.

4 METODOLOGÍA

Para el cumplimiento de cada uno de los objetivos, se realizaron las siguientes actividades:

4.1 EVALUACIÓN DEL PROCESAMIENTO DE LÁCTEOS

4.1.1 Diagnóstico cualitativo

A continuación se presentan las acciones que permitieron una revisión inicial del proceso, con el fin de reconocer los aspectos ambientales más relevantes y establecer un diagnóstico cualitativo.

4.1.1.1 Datos generales planta de procesamiento de alimentos – SENA Regional Cauca

Se reunieron datos generales de la planta de procesamiento de alimentos y los procesos productivos, con base en la información brindada por parte de todo el personal encargado de su funcionamiento referente a:

- Información general – SENA Regional Cauca
- Tipo de alimentos procesados
- Producción diaria
- Diagrama general de proceso
- Personas a cargo
- Instalaciones y equipos de la planta
- Materias primas requeridas en los procesos y sus costos
- Costos de consumo : agua, energía y otros insumos

4.1.1.2 Reconocimiento planta de procesamiento de alimentos – SENA Regional Cauca

Se hizo el reconocimiento de todas las actividades y procesos productivos realizados en la planta y de esta manera se elaboró lo diagramas de flujos pertinentes, los cuales permitieron identificar las entradas y salidas.

4.1.1.3 Identificación aspectos ambientales y de seguridad en la planta de procesamiento de alimentos – SENA Regional Cauca:

- Se elaboró un Eco-mapa, el cuál es una herramienta que permite obtener un enfoque global del proceso y un inventario rápido en torno a: Consumo de agua, uso de energía, descarga de aguas residuales, generación de residuos y riesgos ambientales y de seguridad. Aunado a lo anterior se determinaron a nivel cualitativo los puntos críticos asociados al procesamiento de lácteos.
- Se efectuó la caracterización de las materias primas y residuos, especialmente de aquellos que representan un riesgo para la salud y el ambiente a través de una evaluación química.

4.1.2 Evaluación ambiental

En esta etapa fue necesaria la recolección de datos para llevar a cabo la evaluación del desempeño ambiental y la eficiencia de producción de la empresa. Posteriormente se evaluó acorde a dos enfoques específicos: A nivel de jornada de producción, limpieza y desinfección y a nivel de procesos productivos.

4.1.2.1 Recolección de datos:

Para realizar una evaluación cuantitativa enfocada en los procesos se obtuvo información acerca de la cantidad de materia prima utilizada y el consumo de agua, gas y energía. En la planta no se cuenta con registros de manera independiente ya que no existen medidores, por lo tanto para realizar las mediciones se procedió de la siguiente manera:

- Consumo de agua

Para determinar el caudal promedio para cada uno de los puntos de suministro, se realizó diez mediciones por medio de aforos determinando el tiempo que se gasta para llenar un probeta de 500 ml (volumen vs tiempo).

Puntos de suministro: lavaplatos1, lavaplatos2, lavamanos, lavabotas, tanque, manguera.

Vol. (ml)											
t (s)											
Q (ml/s)											Q

Luego de obtener el caudal promedio de cada uno de los suministros, se tomó el tiempo de su funcionamiento y se determinó el volumen gastado en la realización de actividades de limpieza y desinfección de pisos, equipos y utensilios y lo requerido en los procesos.

Punto de suministro	Tiempo consumido (s)	Tiempo desperdiciado(s)	Q (m ³ /s) promedio	Vol. H ₂ O (m ³)

- Consumo de gas

No se cuenta con un sistema de gas domiciliario sino que se maneja cilindros de 100 lb, por lo tanto para establecer el consumo de gas se procedió a pesar los cilindros antes y después de cada proceso, con el fin de conocer el gas consumido en el intervalo de tiempo empleado (diferencia de peso).

Proceso	Tiempo consumido (s)	Gas consumido(lb)	% Gas consumido	Cantidad leche procesada

- Consumo de energía

Se estableció de acuerdo con los equipos utilizados y el tiempo de iluminación.

Equipos: Especificaciones de voltaje e intensidad ($W = I * V$) y el tiempo utilizado en cada proceso.

Equipos	Consumo energía (W/H)	Consumo de energía (KW/ H)

Iluminación: se necesitan las siguientes especificaciones

Tipo de lámparas	
Largo de la lámpara	
Potencia absorbida	
N° de lámparas	

Tiempo de consumo (s)	Consumo de energía (W)

Se efectuaron como mínimo 3 mediciones del consumo de agua, gas y energía para cada proceso, con el fin de evaluar cuál es el comportamiento de estas variables y obtener valores más precisos.

También se tuvo en cuenta la cantidad de residuos generados y cantidad de aguas residuales.

4.1.2.2 Balances de materia y energía

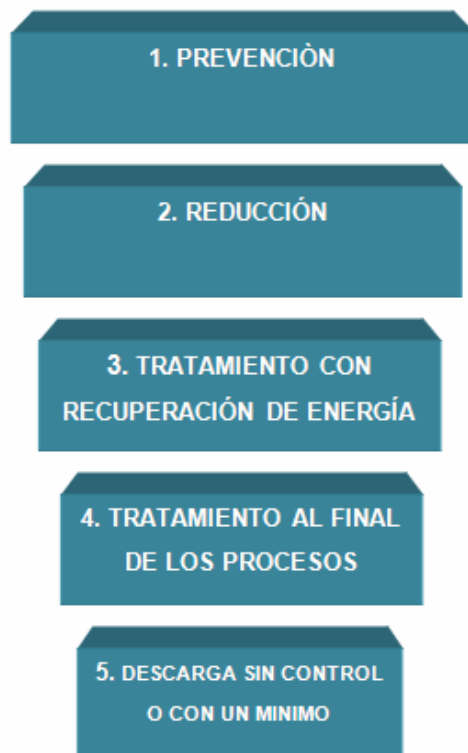
Ya obtenida la anterior información, se realizó el balance de materia y energía cuya finalidad es cuantificar y detectar las áreas dónde se presentan falencias en el proceso productivo y proporcionar las respuestas necesarias. Conjuntamente se identificaron los aspectos ambientales relacionados con la elaboración de cada producto.

4.2 GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PML

4.2.1 Alternativas de mejoramiento

Se generaron alternativas de mejora de producción más limpia, para contrarrestar las falencias de este proceso acorde a un enfoque de desarrollo industrial sustentable basada en la siguiente jerarquización (Coronado y Oropeza, 1998) Ver figura 1.

Figura 1. Enfoque y principios de Producción más limpia



Fuente: Manual de Prevención y Minimización de la Contaminación Industrial- producción más limpia, Margarito Coronado Maldonado – Rafael Oropeza Monterrubio, 1998.

4.3

ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO

SOCIALIZACIÓN

Se socializaron las alternativas que a juicio y disponibilidad del SENA, resulten viables para el mejoramiento del proceso de producción de lácteos.

se efectuó la capacitación en las prácticas de producción más limpia, al personal encargado de la planta de procesamiento de alimentos y a los estudiantes, con el fin dar a conocer las estrategias a implementar.

5 ASPECTOS GENERALES PLANTA DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS SENA REGIONAL CAUCA

El proyecto se desarrolló en la planta de procesamiento de alimentos ubicada en la granja agropecuaria del SENA Norte, en el alto de Cauca kilómetro 7, vía Cali.

5.1 DATOS GENERALES

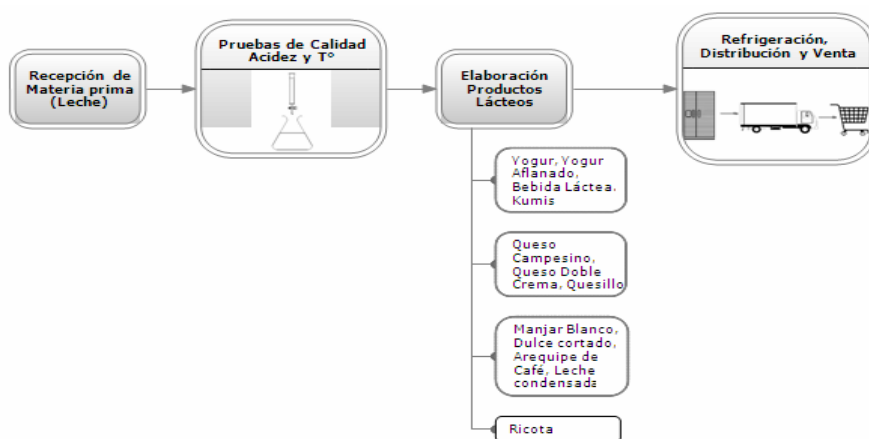
Se recolectaron datos generales de la planta de alimentos y los procesos productivos, con base a la información brindada por parte de todo el personal encargado de su funcionamiento.

5.1.1 Planta de procesamiento de alimentos – lácteos

En la planta de procesamiento de lácteos del centro agropecuario del SENA, se procesan todos los derivados de la leche, la cual procede de un establo propio y dónde se realizan buenas prácticas de ordeño destacándose la adecuada manipulación de la leche.

Dentro del tipo de ganado lechero se encuentran grandes productoras de leche de excelente calidad, en este caso se trabaja con la raza Holstein. En la granja se cuenta con 12 ejemplares y cada una produce entre 12-15 litros diarios. En total diariamente se producen alrededor de 150 l de los cuales se procesan en la planta 50 l. A continuación se puede observar el diagrama general de proceso que se lleva a cabo:

Figura 2. Diagrama general del proceso



Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Personas a cargo

La planta está a cargo de la Ingeniera Agroindustrial María Fernanda Guaca, un monitor y por los pasantes y aprendices en el tecnólogo procesamientos de alimentos percederos quienes procesan los productos aplicando todos los conocimientos obtenidos en su formación educativa.

5.1.3 Instalaciones y equipos de la planta

La planta está diseñada de acuerdo al decreto 3075 de 1997, el cual se enfoca en las buenas prácticas de manufactura (BPM), condiciones generales y específicas que incluyen personal manipulador, salud y capacitación, diseño de instalaciones y equipos. En el apéndice 1 se encuentra el inventario de equipos y utensilios que se elaboró con sus respectivas especificaciones. ¹

5.1.4 Materias primas requeridas en los procesos y sus costos

La principal materia prima empleada en los procesos productivos es la leche, procedente del establo de la granja Sena. Es importante la identificación de las materias primas ya que esta información permite determinar los riesgos potenciales y de peligrosidad asociados. En el apéndice 2 se muestra las materias primas utilizadas para llevar a cabo la producción de lácteos.

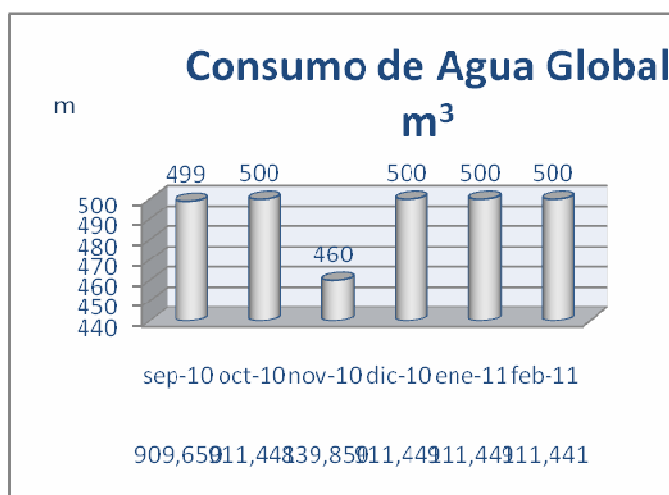
5.1.5 Costos de consumo - agua, energía y otros insumos

Este análisis corresponde al total de los consumos y costos de agua y energía de la instalación del SENA, debido a que no se cuenta con medidores independientes para cada una de las zonas pertenecientes al centro agropecuario. Aunado a lo anterior se determinó el costo de kWh de energía y el costo del m³ de agua potable consumida y posteriormente se asoció con la planta de procesamiento de alimentos.

¹ Los apéndices citados en el presente documento se encuentran adjuntos en medio magnético.

5.1.5.1 Consumo de agua: El agua potable es suministrada por la empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P. En la Figura 3 se observa el consumo de agua en m³ y sus costos asociados para seis meses específicos.

Figura 3. Consumo de agua m³ global - Centro Agropecuario SENA Regional Cauca



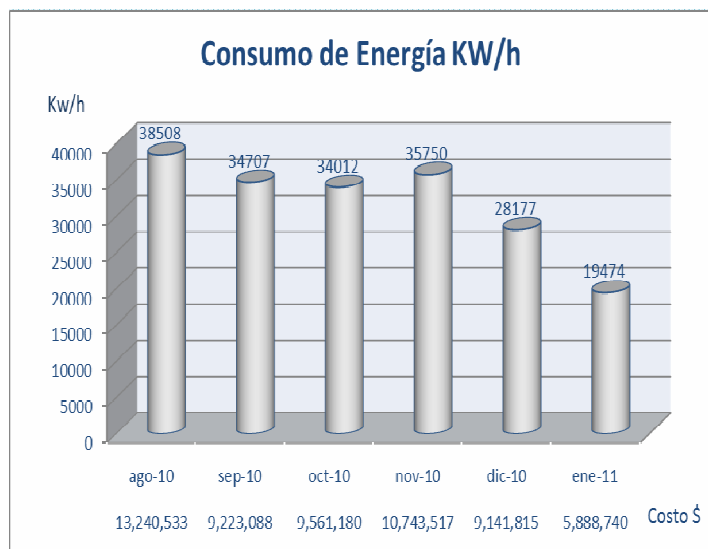
Los costos se determinaron de acuerdo al uso del agua los cuales son valores fijos, de acuerdo a lo anterior se tiene:

Uso: 3 - Comercial
 Costo unitario m³ de agua potable: \$ 1,015.80
 Costo unitario m³ de agua residual: \$ 772.55
 Costo Total m³: \$1822,88

La empresa cobra por la cantidad de agua consumida en m³ y por la recolección de aguas residuales que corresponden a la misma cantidad que se consume. No se cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales.

5.1.5.2 Consumo de energía: La energía eléctrica es proporcionada por la Compañía Energética de Occidente S.A.S. E.S.P. En la Figura 4 se observa el consumo de energía en kWh y sus costos asociados para seis meses específicos.

Figura 4. Consumo de global de energía - Centro Agropecuario Sena Regional Cauca



Se establece el costo unitario de kWh de acuerdo al servicio que se presta, en este caso es oficial, y a la siguiente fórmula de estimación:

$$C_{uv} = G + T + D + C_v + PR + R$$

Dónde,

G: Costo de generación

T: Costo de transmisión

C_v: Otros costos

PR: Costo por pérdidas

R: Restricciones

Cada una de las variables son calculadas a partir de parámetros específicos de la empresa, estimando de esta manera el costo unitario kWh, el cuál es diferente en cada uno de los meses que se factura el consumo de energía. En la Figura 5 se observan los costos unitarios de seis meses y su promedio.

Figura 5. Costos unitarios kWh



Costo unitario promedio kWh: \$ 302.89

A partir de los datos obtenidos en la figura anterior se determinó el costo unitario promedio del kWh, con el fin de establecer posteriormente los costos de la energía eléctrica consumida en la planta.

6 IDENTIFICACIÓN ASPECTOS AMBIENTALES

Debido a la necesidad de realizar un diagnóstico ambiental de tipo cualitativo de la planta de procesamiento de alimentos del SENA, se utilizaron herramientas como el Ecomapa y la evaluación química, las cuales se complementan para identificar los puntos potenciales de peligro, riesgos y las zonas críticas presentes y en consecuencia establecer las medidas preventivas y correctivas.

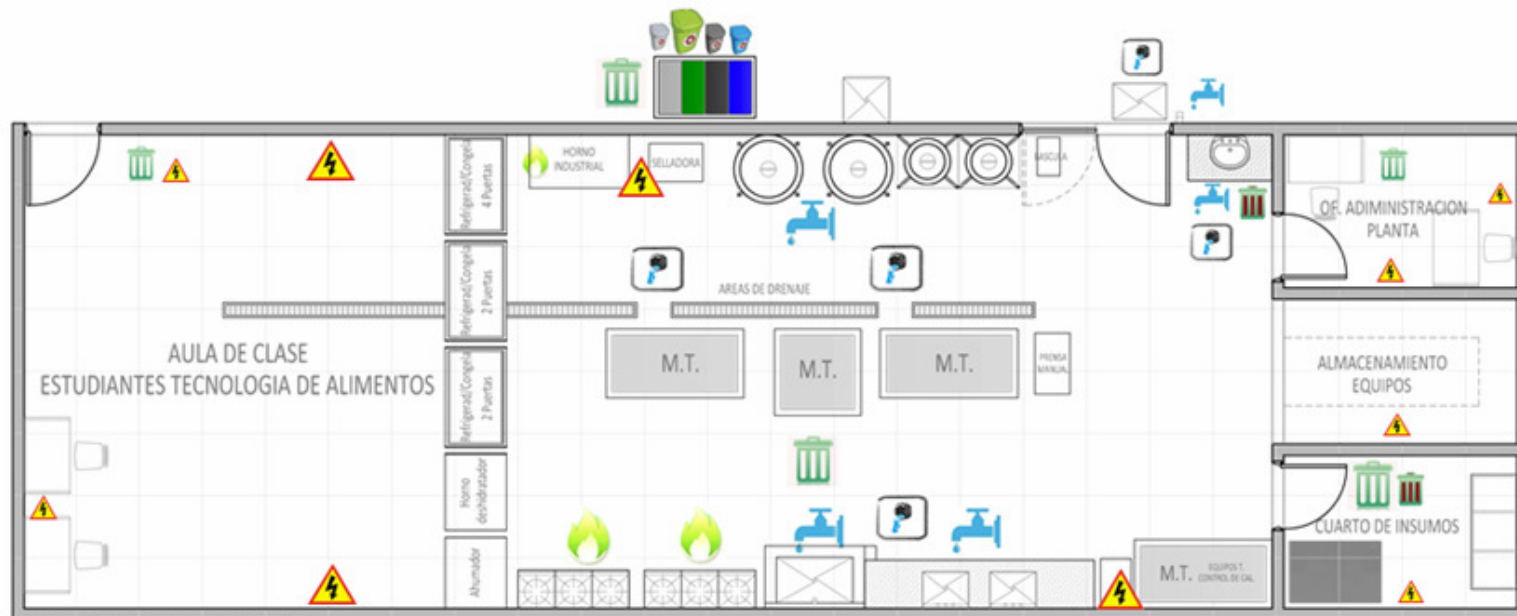
Aunado a lo anterior se conoció la situación actual de la planta y los focos de contaminación que presentan un riesgo para salud humana y para el medio ambiente.

6.1 ECOMAPA

El ecomapa es una herramienta de tipo cualitativo que permite obtener un enfoque global del proceso y un inventario rápido en torno a: Consumo de agua, uso de energía, descarga de aguas residuales, generación de residuos y riesgos ambientales y de seguridad. Por consiguiente se localizarán las áreas críticas presentes en la planta. (Dairy guide, Cleaner Production Assessment in dairy Processing, France 1998).

En la Figura 6 se observa el ecomapa de la planta de procesamiento de alimentos del SENA, dónde se encuentran las diferentes áreas de trabajo que la conforman y su distribución. Posteriormente se hizo una descripción detallada de cada una de las áreas y los aspectos ambientales relacionados.

Figura 6. Ecomapa Planta de Procesamiento de Alimentos- SENA REGIONAL CAUCA. (Fuente: Elaboración propia)



FUENTE : LINA PAOLA MARTINEZ OJEDA - ECOMAPA-PMI



6.1.1 Descripción Ecomapa Planta de Procesamiento de Alimentos - Sena Regional Cauca

1. Cuarto de materias primas: En este lugar se hace la recepción de materias primas e insumos; hay generación de residuos sólidos principalmente materiales de empaques plásticos debido a su inadecuada localización y organización. También se presentan residuos potencialmente peligrosos provenientes de empaques de sustancias que los contienen y residuos líquidos y sólidos de productos químicos vencidos.

2. Área control de calidad: En la planta de alimentos se recibe la leche proveniente de la granja del Sena y se realizan las pruebas de calidad concernientes (Acidez, Temperatura y Densidad). En esta etapa se genera residuos líquidos procedentes de la medición de acidez, la cual se efectúa mediante la titulación con Hidróxido de Sodio (NaOH) y fenolftaleína (indicador), los cuáles conjuntamente con la leche empleada son vertidos directamente en las áreas de drenaje sin una adecuada disposición.

3. Puntos de suministro de agua: En estas áreas el agua potable es suministrada por la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A; se presenta un mayor consumo de agua y por lo tanto la generación de aguas residuales, debido a la ejecución de actividades de limpieza y desinfección y en la elaboración de productos lácteos. La gran demanda de este recurso se debe principalmente a su desperdicio por acciones innecesarias que se especificarán a continuación para cada uno de los puntos de suministro.

Lavamanos: Cada una de las personas que ingresan a la planta debe lavar sus manos con jabón desinfectante y mientras llevan a cabo esta actividad no se cierra el grifo generando de esta manera un volumen significativo de aguas residuales.

Lavabotas: Se produce un alto consumo de agua potable ya que por cada una de las personas que ingresan a la planta se requiere un volumen considerable para cumplir con las normas de higiene.

Lavaplatos y punto de suministro - manguera: En estos puntos se desperdicia gran cantidad de agua debido a la falta de concientización de las personas encargadas y la falta de pistolas de presión para las mangueras que son empleadas, las cuales en el momento de cerrar el grifo continúan suministrando agua.

Tanque: En esta área se realiza principalmente choque térmico para disminuir la temperatura en algunos procesos, lo que conlleva a utilizar un gran volumen de agua potable, el cual no es reutilizado en actividades de limpieza la mayoría de las veces.

4. Áreas de drenaje: En estos puntos se efectúan vertimientos de aguas residuales los cuales se conforman principalmente de: Descargas de lactosuero (subproducto de la fabricación del suero) el cual eleva altamente el grado de contaminación debido a su contenido de lactosa entre 42 y 52 g/l, representando el 70% del contenido total del conjunto de sólidos presentes, estimando que por cada 1000 l de lactosuero generan cerca de 35 kg. DBO y cerca de 68 kg. DQO (Sociedad Venezolana de Microbiología. Apartado, 2010). Igualmente contienen detergentes industriales de nombre comercial DERSA y elaborados por Detergentes Ltda. Ind. Colombiana, los cuales al acumularse en las plantas de tratamiento de aguas residuales y cauces de aguas naturales producen espumas las que suelen ocasionar problemas operativos en las instalaciones tanto de potabilización como tratamiento de aguas, además un efecto visual negativo en los lugares de captación de aguas como ríos y estanques por la acumulación de suciedad de la misma. Por otro lado la formación de espuma en la superficie impide el pasaje de luz y disminuye la transferencia de oxígeno hacia el agua. Interfiriendo de esta manera en el proceso de mecanismo de autodepuración llevada a cabo por microorganismos. Otro de los aspectos importantes es la utilización de aditivos en los detergentes como el polifosfato pentasódico el cual le confiere tres propiedades: resulta secuestrante de Ca y Mg en aguas duras. Regula el pH en el momento de lavado manteniendo el mismo en valores alcalinos necesarios para dar mayor efectividad al detergente y ayuda a mantener las grasas y el polvo en suspensión. Así mismo este aditivo aporta grandes cantidades de fósforo al agua residual. Este elemento es esencial en el crecimiento de las plantas, pero su acumulación en cuerpos receptores induce al desarrollo desmedido de la flora. En los estanques como lagos esto conduce a la eutricación acelerada. (Facultad de ingeniería, Universidad del Cuyo, 2010).

Algunos desinfectantes también son característicos de este tipo de aguas residuales como aquellos a base de cloro, ejerciendo efectos negativos al ambiente, debido al potencial de producción de compuestos organoclorados de muy difícil degradación y con posibles efectos cancerígenos. De la misma forma se cuenta con residuos líquidos de leche derramada, colorantes y saborizantes vencidos, entre otras sustancias químicas manipuladas en la planta.

5. Área de producción (Mesas de trabajo): En esta área de llevan a cabo el proceso de elaboración de productos lácteos donde se generan residuos de materiales de empaques (Aluminio y Vinipel), residuos orgánicos (cáscaras de frutas, productos de descarte o vencidos y fracciones de algunos de ellos), y vertimientos ocasionales de lactosuero cuando este subproducto no es llevado a la compostera del Sena.

6. Áreas consumo de gas (GLP): El gas licuado de petróleo es consumido principalmente por las estufas industriales, para llevar a cabo procesos de termización,

pasteurización y evaporación de la leche. En esta parte del proceso productivo se presenta desperdicio de gas ya que hay fugas en algunos puntos de suministro.

7. Áreas consumo de energía: Este consumo se debe especialmente a los sistemas de refrigeración, los cuales deben estar en funcionamiento todo el tiempo para la conservación de los productos lácteos elaborados en la planta. Igualmente la demanda de energía corresponde al consumo en iluminación y en equipos que son utilizados en las diferentes etapas del proceso tales como: Licuadora y batidora industrial y selladora de impulso manual.

8. Administración de la planta: En esta área de la planta se llevan a cabo actividades de administración y control de los procesos (formatos de: turnos, productos recibidos en la planta, productos elaborados y entregados al punto de venta y pruebas de calidad). Respecto a los residuos, se genera principalmente papel el cuál es reciclado y acorde al consumo de energía se debe solo a la utilización del computador.

9. Almacenamiento de equipos: En la planta se cuenta con diferentes equipos lo cuales no son empleados ya que algunos de ellos carecen de piezas o no funcionan por la falta de mantenimiento.

10. Almacenamiento de desinfectantes y detergentes: En la parte inferior del lavamanos son almacenadas inadecuadamente algunas sustancias químicas potencialmente peligrosas entre ellas desinfectantes tales como: Yodóforo - HANTEC, Hipoclorito de sodio al 5%, Cloruro de dimetil bencil amonio – BI QUAT, TIMSEN y detergentes industriales. En la Tabla 1, se muestran con más detalle las especificaciones de cada uno de los desinfectantes y detergentes utilizados en la planta.

Tabla 1. Tipos de detergentes y desinfectantes empleados en actividades de limpieza y desinfección.

Tipo de detergente	Detalle
Detergente industrial - DERSA	Compuesto orgánico utilizado para la eliminación de suciedad en diversos tipos de superficies.
Crema lavavajilla - AXION	Arranca grasa y alimentos secos con facilidad.
Tipo de desinfectante	Detalle
Yodóforo- HANTEC	Compuesto limpiador y sanitizante para manos.
N-alquil dimetil bencil amonio clorado (40%) - TIMSEM	Fungicida, bactericida, algicida de uso en la industria alimentaria.

Tabla 1. (Continuación)

Tipo de desinfectante	Detalle
Cloruro de dimetil bencil amonio – BI QUAT	Sanitizante general sin enjuague posterior.
Hipoclorito de sodio - 5%	Desinfectante, planta de procesamiento de alimentos y tratamiento de efluentes.

Fuente: Elaboración propia

Los aspectos ambientales y de seguridad para cada tipo de desinfectante empleado en la planta de procesamiento de alimentos del Sena Regional Cauca, se encuentran especificados en el Apéndice 3.

11. Área de reciclaje: En esta zona se presenta un ineficiente reciclaje de algunos residuos debido a la falta de conocimiento con respecto a su clasificación. Contrario a esto, los residuos orgánicos generados en la planta son dispuestos adecuadamente y posteriormente son llevados a la compostera del Sena y de esta manera se convierten en materia prima para la elaboración de bioabonos.

12. Aula de clase- estudiantes tecnología en alimentos: En este espacio se generan algunos residuos sólidos (empaques de alimentos y papel) los cuales no son reciclados y por ende son depositados en una sola caneca por los estudiantes. Conjuntamente se presenta un gasto mínimo de energía cuando se utiliza el computador y en iluminación.

De acuerdo con la información brindada por el ecomapa se establecieron cualitativamente las zonas críticas en torno a diferentes aspectos y se observan en la Tabla 3. Los parámetros de cualificación se determinaron acorde con:

Tabla 2. Parámetros de cualificación

Ítems	Detalle
Mayor consumo o generación	Se atribuye al consumo de agua al dejar abiertos los grifos de los puntos de suministro ó estufas industriales cuando no están en funcionamiento. Respecto a generación se enfatiza cuando se presentan desperdicios de materia primas.
Bajo consumo o generación	No son utilizados frecuentemente los puntos de suministro y no hay generación de residuos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Zonas críticas – enfoque cualitativo

Ítems	Zonas Críticas
Mayor consumo de agua	Puntos de suministros; tanque, manguera y lavaplatos
Mayor consumo de energía	Áreas sistemas de refrigeración o cuartos fríos- Área de producción
Mayor consumo de Glp (fugas)	Área de estufas industriales
Vertimientos aguas residuales y sustancias peligrosas	Áreas de drenaje, tanque, lavaplatos y manguera
Mayor Generación de residuos	Cuarto de materias primas – Área de producción
Déficit en reciclaje	Área de reciclaje

Fuente: Elaboración propia

6.2 EVALUACIÓN QUÍMICA

Se identificaron las áreas de la planta de procesamiento de alimentos dónde se presentan residuos, pérdidas o derrames de materia prima y simultáneamente fue necesario determinar las sustancias químicas empleadas en todo el proceso de producción, para ello se realizó la evaluación química para cada una de ellas, la cual es una herramienta analítica que permite establecer el potencial de estos componentes para causar daño debido a su toxicidad inherente y eco toxicidad.

La evaluación se basa en la información contenida en las hojas de datos de material seguro (MSDS), las cuales muestran sus posibles efectos negativos sobre la salud y el ambiente.

Se presenta una relación de las sustancias a evaluar (sustancias químicas, detergentes, desinfectantes y colorantes los cuales son materiales de interés para producción más limpia y buenas prácticas de manufactura) en el apéndice 4, del cual se obtuvo la siguiente información:

Entre las sustancias químicas más significativas manipuladas en la planta de lácteos se encuentran desinfectantes, reactivos para la realización de pruebas de calidad, detergente en polvo industrial, colorantes y saborizantes artificiales. El 70% de estos productos no cuentan con las respectivas etiquetas, fichas técnicas y hojas de seguridad por tanto existe una ineficiente información de sus características y los posibles efectos a la salud y al ambiente lo que conllevó a obtener estos datos de otras fuentes.

De acuerdo con lo anterior se tiene un compuesto limpiador y sanitizante para manos conocido comercialmente como HANTEC cuyo principal ingrediente es el yodóforo, el cual es un compuesto de yodo elemental y yoduros unidos a un polímero portador que libera sostenidamente partículas que son realmente activas. El yodóforo es ligeramente corrosivo cuando hay una exposición prolongada, pero estos causan menos reacciones alérgicas y dermatitis que el yodo y más dermatitis de contacto que otros antisépticos usados para el lavado de manos. Asimismo es un producto tóxico para los organismos acuáticos. Hay dos de estos productos en la planta, en una presentación de 1 kg cada uno, con fecha de vencimiento 2010/01/07 y los cuales no se han dispuesto ya que no se tienen lineamientos de cómo hacerlo resaltando por eso la importancia de las msds.

Acorde a los desinfectantes frecuentemente empleados está el TIMSEM-nombre comercial; actúa como fungicida, bactericida y algicida. Uno de sus ingredientes esenciales es el N-alquil dimetil bencil amonio clorado (40% en peso), presenta una categoría toxicológica IV, lo cual indica que este producto es ligeramente tóxico y se debe tener precaución en su manipulación ya que puede causar irritaciones en personas muy sensibles a una concentración mayor o igual a 3200 ppm. No tiene un impacto negativo en el ambiente gracias a que es 100% biodegradable, esto se debe al consumo o desgaste de los iones catiónicos frente a los ánodos que se encuentran en presencia de materia orgánica o en sustancias de esta naturaleza. Su desgaste lleva a que la molécula del ingrediente activo se integre al ambiente.

Otro de los desinfectantes utilizados es BI QUAT- nombre comercial, cuyo ingrediente primordial es el cloruro de dimetil bencil amonio ó cloruro de benzalconio. Es un compuesto considerado tóxico ya que se descompone al calentarlo intensamente produciendo humos tóxicos y corrosivos incluyendo vapores amoniacaes, vapores de cloro y óxidos de nitrógeno. La sustancia es corrosiva para los ojos, piel y tracto intestinal. La ingestión de la solución puede dar lugar a la aspiración de la misma por los pulmones y a la consiguiente neumonitis química. Los anteriores efectos mencionados son de corta duración. Su información toxicológica es LD₅₀ (oral ratas): 426 mg/kg, presentando una categoría toxicológica II de advertencia (State Chemical división – state industrial products, 2005)

Tiene un impacto negativo sobre el ambiente debido a que es una sustancia muy tóxica para los organismos acuáticos y se debe evitar que se incorpore a este. De hecho existe una presentación de este producto de 1 kg, el cual está vencido y aún no se ha realizado la disposición o tratamiento adecuado.

El desinfectante de mayor importancia para este tipo de industria es el hipoclorito de sodio al 5%, el cual se descompone al calentarlo intensamente y en contacto con ácidos

genera gases tóxicos, por lo tanto se debe almacenar adecuadamente, separado de sustancias incompatibles como: amoníaco, aminas, sales de amonio, azidrina, metanol, fenilacetnitrilo, celulosa, metales oxidantes, etilenimina, ácidos, jabones y bisulfatos. El hipoclorito de sodio constituye un irritante permanente de los ojos y la garganta. La exposición crónica de la piel a esta sustancia, genera leve potencial de sensibilización de la zona afectada. El contacto con los ojos es altamente peligroso, puede conducir irritación severa, daños graves e inclusive ceguera, especialmente cuando la concentración es alta. La ingestión de soluciones concentradas produce daño de las mucosas a lo largo del tracto gastrointestinal y puede llegar a producir perforaciones tanto del intestino como el esófago. También puede hacer que se presenten necrosis y hemorragia del tracto digestivo inferior. No aparece reportado dentro de la lista del IARC (Agencia Internacional para la investigación sobre el cáncer) como sustancia cancerígena. En cuanto a los efectos genotóxicos se han presentado resultados positivos de mutación con cierto tipo de E.Coli (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial- Consejo colombiano de seguridad).

La información toxicológica para el hipoclorito de sodio es: DL₅₀ (oral, ratas) 8200 mg/kg sustancia pura. DL₅₀ (oral, ratones) 5800 mg/kg. DL₅₀ (dérmica, conejos) > 10000 mg/kg, con categorías toxicológicas III y IV, indicando de esta manera la precaución en el empleo y manipulación de esta sustancia. También hay que tener presente los niveles permisibles de salud ocupacional (Baker JT, 2003, Merck Catalogue, 2000)

TLV (TWA; 8 horas; ACGIH): 1 ppm
PEL (TWA; 8 horas; OSHA): 0.5 ppm
STEL (WEEL; 15 min; AIHA): 2 mg / m³

Donde: TLV: valor límite umbral; PEL: límite permisible de exposición; STEL: límite de exposición en periodos cortos.

Concerniente a la ecotoxicidad por tratarse de una sustancia inorgánica no se pueden aplicar métodos para la determinación de la biodegradabilidad y por ende no se cuenta con ese dato. A pesar de la dilución, el hipoclorito de sodio forma soluciones caústicas con el agua, resultando muy tóxico para los organismos acuáticos de manera que se usa para reducir la presencia de microorganismos en los tratamientos de aguas residuales. Además esta sustancia trae efectos perjudiciales a los organismos acuáticos por variación del pH. Este tipo de desinfectante existente en la planta no cuenta con el rotulado correcto, por eso no se tienen especificaciones del producto y tampoco tiene la fecha de vencimiento.

De igual forma para llevar a cabo las actividades de limpieza y desinfección en la planta es empleado el detergente industrial y de acuerdo con sus ingredientes principales (Alquilaril sulfonato de sodio, fosfato de sodio, sulfato de sodio, silicato de sodio, carboximetilcelulosa, blanqueador óptico, ingrediente activo) se clasifica como detergente

aniónico. Este producto no confiere efectos crónicos en las personas, solo puede conducir a irritaciones leves o moderadas en los ojos, piel, membranas mucosas o posible irritación gastrointestinal. No se considera nocivo para los organismos acuáticos pero debido a su contenido de fosfatos contribuyen a la eutrofización (crecimiento excesivo de algas) deteriorando la calidad del agua acumulada por la deposición de plantas que mueren y que se descomponen en el fondo consumiendo oxígeno.

Respecto a los reactivos empleados en la pruebas de calidad, se encuentra el hidróxido de sodio en solución 0.1 N que al estar en contacto con metales como Aluminio, Magnesio, Estaño o Zinc puede liberar gas hidrógeno el cuál es un combustible altamente explosivo (inflamable), acorde a lo mencionado anteriormente debe prohibirse fumar en las zonas de almacenamiento o manejo de esta sustancia, igualmente debe revisarse las líneas de conducción de energía eléctrica para garantizar ausencia de cortos que puedan ocasionar chispas y posteriores explosiones e incendio.

Las soluciones débiles de hidróxido de sodio en este caso en particular, no generan dolor por contacto con los tejidos sino hasta después de varias horas de exposición sin haber retirado la solución del tejido en cuestión , pero aún las soluciones débiles son capaces de producir quemaduras si no se retira la parte afectada. En contacto con los ojos se generan irritaciones a cualquier nivel concentración, esta exposición puede conducir a la acumulación del fluido y coágulos de vasos sanguíneos de forma difusa o localizada. En la córnea puede producir ablandamientos y ulceraciones. Otros efectos conocidos son la dermatitis en piel expuesta, irritación crónica, bronconeumonía y reducción de la función pulmonar. El hidróxido de sodio no se ha clasificado como cancerígeno para humanos por ninguna de las instituciones respectivas (NIOSH, OSHA, EPA, IARC). Tampoco se han reportado efectos adversos mutagénicos.³ Es una sustancia especialmente peligrosa para los organismos acuáticos por sus propiedades irritantes. Se tiene la toxicidad en peces de agua dulce TLm (límite de tolerancia media): 48 h, 49 mg. (Consejo Colombiano de Seguridad CCS ,2003)

Otro de los reactivos usados es el indicador de pH fenolftaleína en solución etélica, una sustancia altamente combustible y por lo tanto se debe tener cuidado en su manipulación y almacenaje evitando el contacto el calor, chispas, llamas u otras fuentes de ignición.

En el procesamiento de lácteos es frecuente utilizar colorantes artificiales en la elaboración de yogur y bebidas lácteas, principalmente el colorante azoico tartrazina (E102 ó amarillo 5), el cuál le confiere a estos productos un tono amarillo más o menos anaranjado. Puede producir algunos efectos secundarios al consumirlo como reacciones alérgicas, tipo angioedema, asma, urticaria, y shock anafiláctico. La información toxicológica aguda es LD₅₀ oral ratón = 12750 mg/Kg. Debido a que es un colorante artificial es difícilmente degradable y generalmente no son eliminados del agua en

tratamientos biológicos típicos de aguas residuales. Además causan un impacto ambiental negativo debido a su color persistente. (Analytyka, 2008).

Del mismo modo es frecuente el empleo de saborizantes artificiales en los productos ya mencionados, entre ellos se encuentra el sabor de fresa y piña los cuales pueden causar irritaciones en contacto con la piel y ojos. En saborizante de piña es ligeramente peligroso en caso de inhalación debido a que tiene una mayor concentración. De acuerdo con la información toxicológica para este sabor se tiene: Toxicidad aguda del vapor (LC_{50 ratas}): 31,623 ppm/ 4 horas de exposición.

Aunado a la evaluación química realizada anteriormente se pudo identificar como sustancias altamente peligrosas para la salud de las personas quienes las manipulan, el BI QUAT (cloruro de dimetil bencil amonio), el hidróxido de sodio 0.1 N, hipoclorito de sodio 5% (siempre y cuando se someta altas temperaturas y haya una exposición prolongada que cause irritaciones en la piel y ojos) y colorantes artificiales (tartrazina). También se determinó que la mayoría de las sustancias tienen un impacto negativo sobre el ambiente, esencialmente sobre organismos acuáticos con excepción del Timsen el cual es un producto biodegradable.

Conforme a la información proporcionada por el ecomapa y la evaluación química efectuada en la planta de lácteos, se identificaron como zonas críticas el área de almacenamiento de desinfectantes y detergentes (parte inferior del lavamanos) ya que se manipulan la mayoría de compuestos con características tóxicas peligrosas o ecotóxicas y no se cuenta con los adecuados requerimientos de almacenaje.

Otra de las zonas críticas halladas es el cuarto de materias primas ya que en este lugar de igual forma se encuentran algunos desinfectantes y otras sustancias como el hidróxido de sodio y colorantes.

Se muestra una relación de los compuestos que han sido evaluados con las áreas en las cuales son manipulados en la Tabla 4.

Tabla 4. Relación compuestos evaluados con las áreas donde son manipulados

Área	Compuesto	Tox	Irr	Pel	Can	Tox Ac	WGK	NO BOD	BIOACUM	Observaciones
Cuarto de materias primas – control de calidad	NaOH 0,1 N		X			X		X		Se debe tener precaución en su manipulación y emplear el equipo de protección respectivo.
Lavamanos parte inferior	BI QUAT	X		X			X	X	X	Se debe realizar su adecuada disposición, ya que es altamente contaminante.
Lavamanos parte inferior	HANTEC		X	X			X	X		Es tóxico para los organismos acuáticos.
Lavamanos parte inferior	TIMSEN	X								Es ligeramente tóxico y es biodegradable
Cuarto de materias primas	NaOCl 5 %	X	X			X		X		Es muy tóxico cuando es sometido al calor.
Lavamanos parte inferior	Detergente industrial		X				X			Deteriora la calidad de agua debido a su contenido de fosfatos.
Cuarto de materias primas	Colorantes artificiales (tartrazina)						X	X		No son biodegradables y su color persiste en el ambiente.
Cuarto de materias primas	Saborizantes artificiales	X	X					X		Se debe tener cuidado en su manipulación y evitar su vertimiento al sistema de drenaje.

Fuente: Elaboración propia

Abreviaturas:

Can: Cancerígeno
 Tox: Tóxico
 Pel: Peligroso
 Tox Ac: Tóxico acuático
 WGK: Clasificación de peligrosidad para el agua
 NO BOD: No biodegradable
 BIOACUM: Bioacumulable

6.3 NORMATIVIDAD AMBIENTAL APLICABLE

Se describe las normas aplicables al sector lácteo que rigen cada uno de los aspectos y el cumplimiento o no de estas.

6.3.1 Recurso hídrico - Vertimientos

Decreto 3930 de 2010: Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la ley 9 de 1979, así como el capítulo II del título IV – parte III- libro II del decreto –ley 2811 de 1974 en cuanto usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 28 el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial es el encargado de fijar los parámetros y límites máximos permisibles de los vertimientos en este caso al sistema de alcantarillado.

Acorde a lo anterior los parámetros a monitorear en la elaboración de lácteos son: DBO5, DQO, SST, SSED, grasas y aceites, fenoles, SAAM, Cloruros y sulfatos.

• **Decreto 2811 de 1974- Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente:** Clasifica como bienes públicos de interés general para efectos de uso y aprovechamiento del suelo y el agua.

En el art. 8 se mencionan los factores que deterioran el ambiente y entre ellos está la eutrofización que hace parte del problema ambiental que genera la industria de alimentos por el empleo de detergentes con contenido de fosfatos. También se debe dar cumplimiento del capítulo II que establece que el estado, industrias y los usuarios están obligados a la conservación y preservación de las aguas.

• **Ley 09 de 1979 Código sanitario**

De acuerdo al artículo 51 al 54 se debe hacer control y prevención del agua para consumo humano, en este caso para el procesamiento de alimentos. En los artículos 69 al 79 se estipula la potabilización de agua por lo entes encargados para su posterior utilización.

6.3.2 Uso del suelo

• **Ley 388 de 1997:** Ordenamiento territorial POT

Respecto a esta ley el uso del suelo para la planta de procesamiento de alimentos (lácteos) es urbano, ya que esta se encuentra en una entidad pública de estado con fines educativos como lo es el SENA.

- **Decreto 2811 de 1974- Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente:** Aprovechamiento del suelo parte VII. Dar cumplimiento de los artículos 187 al 191 de los usos urbanos habitacionales e industriales.

6.3.3 Calidad del aire

- **Decreto 02 de 1982:** Emisiones atmosféricas y calidad del aire

Según el artículo 8.se clasificaría la planta de lácteos como una fuente fija artificial de contaminación del aire en zona urbana, pero se presentan emisiones de contaminantes específicos ya que los procesos de pasteurización y evaporación no son efectuados en una caldera la cual genera contaminantes atmosféricos como: CO₂, CO, NO_x, SO₂

- **Decreto 1667 de 1997:** modifica el decreto 948 de 1995 en cuanto al uso de gasolinas, gas natural y gas licuado de petróleo (GLP). Se determina que las calderas u hornos que utilicen como combustible gas natural o glp, en un establecimiento industrial o comercial o para operación de plantas termoeléctricas con calderas, turbinas y motores, no requerirán permiso de emisión atmosférica. Por lo tanto hay cumplimiento de esta norma en la planta puesto que se emplea gas licuado de petróleo el cuál es suministrado a las estufas industriales que allí se encuentran.

6.3.4 Residuos sólidos

- **Decreto 605 de 1996:** Prestación del servicio público domiciliario de aseo- gestión de residuos sólidos. Hay cumplimiento de esta norma, pero se debe tener en cuenta la existencia de falencias en la separación de residuos en la fuente, en este caso en la planta. Se cuenta con los recipientes adecuados para el reciclaje pero los residuos no son almacenados apropiadamente.

- **Ley 1259 de 2008:** Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros y se dictan otras disposiciones. Se busca con esta ley crear cultura sobre el adecuado manejo de residuos sólidos, previniéndola afectación del ambiente y a la salud mediante sanciones pedagógicas y económicas a personas naturales y jurídicas.

- **Guía técnica colombiana GTC24:** Es de gran importancia emplear esta guía ya que establece todos los lineamientos de cómo realizar una adecuada gestión ambiental de los residuos sólidos y efectuar la separación en la fuente.

6.3.5 Residuos peligrosos

- **Resolución 2309 de 1986:** Residuos especiales

Donde se considera el art. 31 emitido por el Ministerio de Salud que quienes produzcan basuras con características especiales será responsable de su recolección, transporte y disposición final.

Además en esta resolución se establece todo lo referente a las características de este tipo de residuos, su adecuado almacenamiento y como deben ser dispuestos por una entidad autorizada encargada de su posterior tratamiento para evitar la contaminación con el ambiente.

- **Decreto 4745 de 2005:** Prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Se obtiene a partir de este decreto la lista de los residuos o desechos peligrosos por procesos o actividades.

- **Ley 1252 de 2008:** Por el cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los residuos o desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. En esta ley se instituye la minimización de estos residuos mediante la aplicación de tecnologías ambientalmente limpias y planes integrales de residuos peligrosos y se prohíbe el ingreso y tráfico de estos provenientes de otros países.

Referente a los residuos generados en la planta, no se tiene establecido cuales de ellos son desechos peligrosos, por lo tanto no existe prevención en su manejo, almacenamiento ni disposición adecuada y no hay cumplimiento de ninguna de las normas citadas.

Es de vital importancia a nivel de la industria de alimentos cumplir con el decreto 3075 de 1997 BPM (Buenas prácticas de manufactura), el cual se describe a continuación:

- **Decreto 3075 de 1997 BPM:** Es aplicable a todas las fábricas y establecimientos donde se procesan los alimentos; equipos utensilios y el personal manipulador de los alimentos. También se mencionan los alimentos de mayor riesgo en la salud pública y del cual hace parte la leche y derivados lácteos, por ello se debe cumplir con todo lo establecido en este decreto teniendo en cuenta la ejecución de la buenas prácticas de manufactura y el código sanitario (ley 09 de 1979). Se mencionan a continuación las falencias ambientales más significativas que presenta la planta de lácteos respecto a este decreto:

- Abastecimiento de agua: el agua potable utilizada es suministrada por el acueducto y alcantarillado de Popayán pero no hay un control de los parámetros de calidad que debe presentar según las normas vigentes.
- Disposición de residuos líquidos: no se cuenta con sistemas de tratamiento o disposición adecuado de aguas residuales, estas son vertidas al alcantarillado sin ningún control previo.
- Disposición de residuos sólidos: se deben remover frecuentemente los residuos de las áreas de producción con el fin de evitar la generación de malos olores, y alimento de animales y plagas.

7 EVALUACIÓN AMBIENTAL

En esta etapa se efectuó la recolección de datos para realizar la evaluación del desempeño ambiental y la eficiencia de producción de la empresa. Se realizó esta valoración para dos campos específicos: el primero a nivel de jornada de producción, limpieza y desinfección y el segundo enfocado hacia los procesos productivos en el caso particular lácteos.

7.1 JORNADA DE PRODUCCIÓN, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Se hizo la evaluación de los aspectos ambientales generados en un día de producción de lácteos, ya que es de gran relevancia conocer cuáles son las falencias existentes en las actividades desarrolladas por los encargados de la planta y el impacto generado por el procesamiento de este tipo de alimentos.

Como primera instancia es necesario tener información acerca de la cantidad de materia prima utilizada, el consumo de agua, gas y energía y la cantidad de residuos generados. En la planta no se cuenta con registros de manera independiente ya que no existen medidores, por lo tanto se procedió de la siguiente manera:

7.1.1 Consumo de agua

Para determinar el caudal promedio para cada uno de los puntos de suministro, se efectuaron diez mediciones por medio de aforos determinando el tiempo que se gasta para llenar una probeta de 500 ml (volumen vs tiempo), los cuales se pueden observar en el apéndice 5. En uno de los puntos de suministro se estimó el volumen de agua promedio empleado para el lavado de botas especificando los parámetros utilizados en la Tabla 5 .

Tabla 5. Volumen de agua promedio empleado en el lavado de botas

Lavabotas	
Altura promedio (cm)	5
Ancho (cm)	47
Largo (cm)	70
Volumen de agua (cm ³) / persona =	16450
Volumen de agua (m ³) / persona =	0,01645

Volumen de agua (l)/ persona =	16,45
---------------------------------	-------

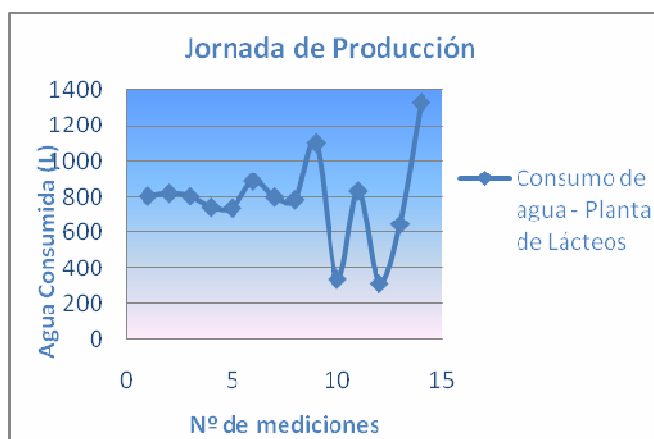
Luego de obtener el caudal promedio de cada uno de los suministros, se tomó el tiempo de su funcionamiento y se determinó el volumen gastado en la realización de actividades de limpieza y desinfección de pisos, equipos, utensilios y lo requerido en cada proceso, lo anterior se puede observar en los apéndices 6 y 7.

Se estimó el consumo de agua potable promedio a partir de 14 mediciones efectuadas en la planta para un día de producción (ver Figura 7). No fue posible determinar este consumo para cada uno de los productos ya que por jornada de trabajo son elaborados conjuntamente alrededor de tres procesos.

De acuerdo con la Figura 7 se aprecia que hay consumos de 337,9 l y 313,9 l, debido al procesamiento de queso campesino y queso doble crema específicamente, los cuales no demandan mucho tiempo, utensilios y no requieren de grandes cantidades de agua para llevarse a cabo. Contrario a esto se presentan valores de 1101,3 l y 1328,2 l, el primero de ellos se debe a la elaboración de bebidas fermentadas como el yogur, yogur aplanado y kumis que utilizan el proceso de choque térmico para disminuir la temperatura por medio de la transferencia de calor demandando gran cantidad de agua, por ello más adelante será evaluado este proceso con mayor profundidad.

El segundo valor de consumo corresponde también a la aplicación de choque térmico y al desperdicio de agua de 408 l, debido a fugas en el punto de suministro de la manguera por el rompimiento del empaque.

Figura 7. Consumo de Agua potable – Jornada de producción planta de lácteos SENA



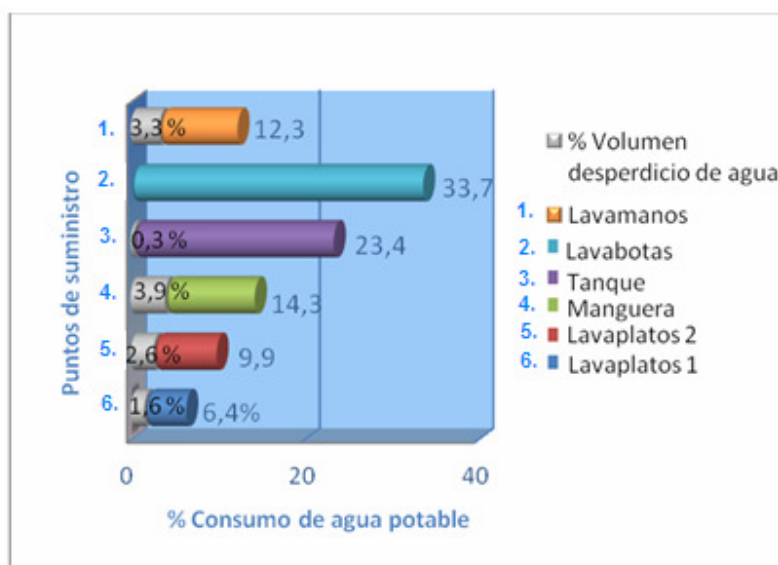
De acuerdo con las mediciones efectuadas en la planta de lácteos, fue posible determinar el consumo de agua promedio para una jornada de producción. Este mismo valor concierne a la cantidad de agua residual vertida al sistema de alcantarillado.

Consumo promedio de agua potable: 781.686 l / jornada de producción ó
0.782 m³ / jornada de producción

Posteriormente se enfatizó en los puntos de suministro para determinar en cuál de ellos se presenta una mayor demanda y desperdicio de agua para establecer las falencias y alternativas de mejora para el uso eficiente de este recurso.

En la Figura 8 se muestran los valores en porcentaje del consumo de agua potable para cada uno de los puntos de suministro (valores a la derecha) y también se presentan los porcentajes correspondientes al volumen desperdicio de agua respecto a los consumos totales ya mencionados (valores a la izquierda). Respecto a la figura 8 se observa que el mayor consumo corresponde al lavabotas con 33,7% para una jornada de producción, este valor depende del número de personas que ingresan a la planta, en este caso los estudiantes del tecnólogo de procesamiento de alimentos quienes llevan a cabo sus prácticas de formación en este lugar.

Figura 8. Consumo de agua y volumen de desperdicio (%) en puntos de suministro - Jornada de producción planta lácteos SENA



En segundo lugar se tiene un consumo de 23,4 % en el tanque, debido al suministro de agua en la realización de choque térmico para determinados productos, demandando entre 106 l a 424 l de agua potable de acuerdo con la cantidad de leche procesada. Se considera un punto crítico ya que este volumen no es reutilizado en actividades de limpieza y genera un vertimiento de agua residuales considerable el cuál puede ser reducido.

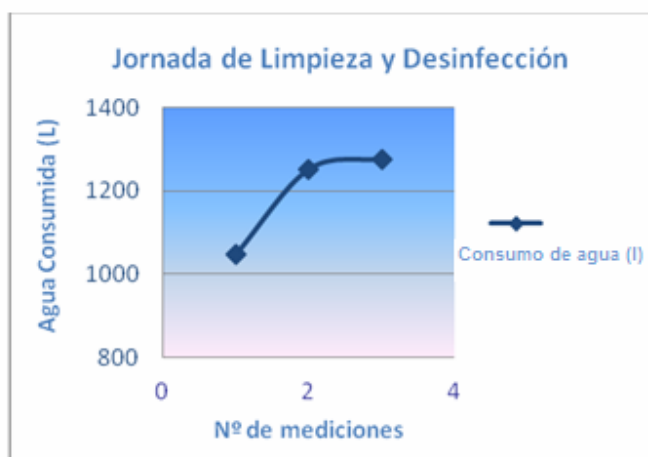
El volumen de desperdicio que se estimó es acorde al inadecuado uso que le dan las personas encargadas de la elaboración de lácteos, como por ejemplo cuando el grifo se deja abierto sin ninguna justificación, en este caso es de 0,3%.

En tercer lugar hay un consumo de 14,3% en el punto de suministro de la manguera, el cuál es utilizado frecuentemente para actividades de limpieza y desinfección. En esta parte existe el mayor volumen de desperdicio de agua de 3,9% a causa de rompimientos en el empaque de esta, falta de pistolas de presión que disminuyan el volumen suministrado y que eviten el despilfarro de agua cuando no se encuentra en uso.

De igual manera que en el lavabotas, el consumo de agua en el lavamanos depende de la cantidad de personas que ingresen a la planta, dónde se presenta desperdicio de agua de 3,3% por la falta de concientización en su ahorro. Referente a los lavaplatos el suministro de agua no es muy alto, pero se presentan volúmenes de desperdicio de 2,6% y 1,6% por causas similares mencionadas para el lavamanos.

Asimismo se efectuaron las mediciones para labores de limpieza y desinfección de la planta (ver Figura 9), las cuales requieren de un mayor uso de este recurso ya que deben cumplir con los requerimientos de asepsia para este tipo de industria de acuerdo con lo establecido en el Decreto 3075/97 - Buenas prácticas de manufactura, por esta razón esta jornada es llevada a cabo cada ocho días.

Figura 9. Consumo de agua potable – Jornada limpieza y desinfección planta de lácteos



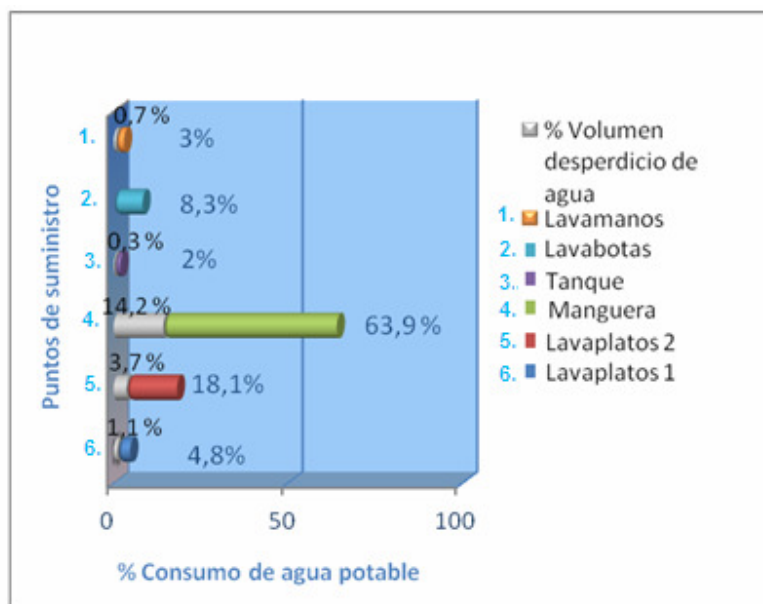
También se determinó el consumo de agua y la cantidad del vertimiento de aguas residuales para una jornada de limpieza y desinfección.

Consumo promedio de agua potable: 1192.559 l / jornada de limpieza y desinfección
1,192 m³ / jornada de limpieza y desinfección

En la Figura 10 se muestran los valores en porcentaje del consumo de agua potable para cada uno de los puntos de suministro (valores a la derecha) y además se presentan los porcentajes correspondientes al volumen desperdicio de agua respecto a los consumos totales ya mencionados (valores a la izquierda).

Según la figura 10 se presenta la mayor demanda de agua (63,9%) en el punto de suministro de la manguera y también el mayor volumen de desperdicio (14,2%) esto se debe a las razones anteriormente expuestas.

Figura 10. Consumo de agua y volumen de desperdicio (%) en puntos de suministro - Jornada de limpieza y desinfección planta lácteos



Aunado a lo previamente mencionado, los puntos de suministro con mayor falencia en el inapropiado uso agua en la planta son el tanque y la manguera. Los demás puntos presentan dificultades referentes a la concientización de las personas quienes los manipulan.

7.1.2 Consumo de energía

Debido a la falta de medidores en la planta este consumo se estableció de acuerdo con los equipos utilizados, su tiempo de funcionamiento y por iluminación particularmente. Por ello hace parte fundamental el inventario de equipos, herramientas y utensilios (Ver

Apéndice 1) en el cuál se hallan las especificaciones de voltaje e intensidad. A continuación se presentan los cálculos y consumos de energía respectivos:

7.1.2.1 Equipos

1. Refrigerador – Congelador (Cuarto frío): Equipo de refrigeración mixto 30", acero inoxidable, 2 puertas. En la planta se cuenta con dos de ellos.

Tabla 6. Especificaciones y consumo de energía cuarto frío

Capacidad	860 L
Voltaje (V)	115 V
Temperatura de Refrigeración	0°C a 5°C
Temperatura de Congelación	-18°C a -15°C
Intensidad Refrigeración (I)	5,6 Amp
Intensidad Congelación	4,4 Amp
W Refrigeración (I * V)	644 W
W Congelación (I *V)	506 W
Tiempo de Consumo	24 Horas
Consumo de Energía Refrig.	15456 Wh día
Consumo de Energía Cong.	12144 Wh día
Consumo Total Refrig – Cong	27600 Wh día

2. Refrigerador – Congelador (Cuarto Frío): Equipo de refrigeración mixto 30", acero inoxidable, 4 puertas. En la planta se cuenta con uno de ellos, en el cuál sólo funciona el congelador y posee las mismas especificaciones del equipo anterior, por lo tanto el consumo total de energía es de 12144 W/día.

Tabla 7. Consumo total de energía – Cuartos fríos

Equipos	Consumo de Energía (Wh día)	Consumo de Energía (kWh día)
Refrigerador- Congelador, 2 puertas	27600	27,600
Refrigerador- Congelador, 2 puertas	27600	27,600
Refrigerador- Congelador, 4 puertas	12144	12,144
Total	67344	67,344

El mayor consumo de energía en la planta se atribuye esencialmente a los cuartos fríos que están en funcionamiento las 24 horas del día. Existen otros equipos como la licuadora, batidora industrial y selladora de los cuáles su empleo y consumo depende del proceso a realizar, por lo tanto no se considera su aporte en la demanda general de

energía pese a que no se cuenta con un cronograma de los productos que van hacer elaborados diariamente. Es relevante mencionar la no contribución del consumo de energía de los otros equipos debido a que muchos de estos se encuentran en mal estado ó falta alguna pieza para cumplir con su función.

7.1.2.2 Iluminación

Se estimó exclusivamente para jornadas de producción realizadas en horas de la tarde, ya que la planta dispone de buena iluminación gracias a las ventanillas que se encuentran alrededor de esta.

1. Área de producción

En la Tabla 8 se encuentran las especificaciones requeridas para establecer el consumo de energía según el tiempo de iluminación en el área de producción, expuesto en la Tabla 9.

Tabla 8. Especificaciones de iluminación – área producción

Tipo de lámparas	Tubos fluorescentes
Largo de la lámpara	120 cm
Potencia absorbida	51 W
Flujo luminoso	1900 lm
N° de lámparas	14 con 2 tubos fluorescentes c/u

Tabla 9. Consumo de energía según el tiempo de iluminación- área de producción

Tiempo de consumo (h)	Consumo de energía (W)
1	1428
2	2856
3	4284
4	5712
5	7140
6	8568
7	9996
8	11424
9	12852
10	14280
11	15708
12	17136

De acuerdo con la Tabla 9 el consumo de energía en esta área está alrededor de seis a siete horas, por lo tanto se considera el promedio de estos dos valores siendo este 9282 W por jornada de producción.

2. Área -Oficina administrativa

En la Tabla 10 se encuentran las especificaciones requeridas para establecer el consumo de energía según el tiempo de iluminación en la oficina administrativa expuesto en la Tabla 11.

Tabla 10. Especificaciones de iluminación – oficina

Tipo de lámparas	Tubos fluorescentes
Largo de la lámpara	150 cm
Potencia absorbida	78 W
Flujo luminoso	1500 lm
Nº de lámparas	1 con 2 tubos fluorescentes

Tabla 11. Consumo de energía según el tiempo – oficina

Tiempo de consumo (h)	Consumo de energía (W)
1	156
2	312
3	468
4	624
5	780
6	936
7	1092

Según la Tabla 11 el consumo de energía en esta área está alrededor de cinco horas, por lo tanto el consumo energía por iluminación es de 780 W por jornada de producción.

3. Área de insumos y área de equipos:

Poseen las mismas especificaciones de iluminación del área de oficina administrativa, estimando así un consumo de 156 W por jornada de producción para cada una de ellas.

Aunado a lo anterior se determina el consumo de energía en general de la planta de procesamiento de alimentos, lo cual se observa en la Tabla 12.

Tabla 12. Consumo total de energía – Planta lácteos

Equipos – Iluminación	Consumo de Energía Wh día	Consumo de Energía kWh día	Consumo de Energía kWh mes
Refrigerador – congelador 2 puertas	27600	27,600	828

Equipos – Iluminación	Consumo de Energía Wh día	Consumo de Energía kWh día	Consumo de Energía kWh mes
Refrigerador – congelador 4 puertas	12144	12,144	364,32
Iluminación área de producción	9282	9,282	278,46
Iluminación área oficina	780	0,78	23,4
Iluminación área insumos	156	0,156	4,68
Iluminación área de equipos	156	0,156	4,68
Total			2331,54
Refrigerador – congelador 2 puertas	27600	27,600	828

Tabla 12 (continuación).

Se debe tener presente que este valor puede incrementar al utilizar algunos equipos, pero pese a la falta de medidores esta estimación es una aproximación al consumo real.

7.1.3 Consumo de gas

Las mediciones del consumo de gas se efectuaron con el fin de determinar la cantidad de gas empleado para cada uno de los procesos y posteriormente realizar los balances de masa y energía respectivos (Ver apéndice 8, formato de medición consumo de gas). Debido a que no se cuenta con un cronograma de los productos que van hacer elaborados diariamente no se puede determinar de manera específica y exacta la cantidad de gas licuado de petróleo consumido por jornada de producción o en un mes de trabajo.

7.1.4 Residuos sólidos

Tampoco se determina la cantidad de residuos generados por jornada de producción debido a que no se cuenta con el cronograma de productos elaborados. Se realizó la cuantificación y caracterización de residuos a nivel de cada proceso lo cual se puede observar en el balance de materia y energía (ver apéndice 9) y en el apéndice 2 materias primas planta de procesamiento de alimentos.

Desinfectantes y detergentes: Para llevar a cabo las operaciones de limpieza y desinfección son empleados desinfectantes tales como el hipoclorito de sodio 5% y el Timsen e igualmente se utilizan detergentes industriales. A continuación se muestra en la Tabla 13 la cantidad empleada de cada uno de ellos.

Tabla 13. Cantidad de desinfectantes y detergentes empleados para actividades de limpieza y desinfección.

Desinfectante ó detergente	Usos	ppm	Cantidad empleada / jornada de producción	Cantidad empleada /jornada de limpieza y desinfección	Cantidad empleada /mes
Hipoclorito de sodio 5,25 %	Manos	50	4,76 ml / 5 l H ₂ O	9,52 ml /10 l H ₂ O	0,162 l
	Equipos	200	19,05 ml/ 5 l H ₂ O	38,10 ml /10 l H ₂ O	0,648 l
	Pisos	500	47,62 ml/5 l H ₂ O	95,24 ml /10 l H ₂ O	1,620 l
	Total			71,43 mL	142,86 ml
Timsen	Manos	400	5 g / 5 l H ₂ O	10 g / 10 l H ₂ O	170 g
	Equipos	400	5 g / 5 l H ₂ O	10 g / 10 l H ₂ O	170 g
	Pisos	400	5 g / 5 l H ₂ O	10 g / 10 l H ₂ O	170g
	Total			15g	30g
Detergente industrial	General	-----	0,8 kg	1,5 kg	26,8 kg

7.1.5 Vertimientos

Debido a que no se pudo ejecutar la caracterización de aguas residuales solo se menciona los vertimientos realizados en la planta de lácteos y sus componentes de acuerdo con las fuentes consultadas (ver Tabla 14). Por ello no es posible determinar la carga contaminante de estos vertimientos.

No obstante la carga contaminante para este tipo de efluentes según la literatura consultada es de DBO= 4000mg/l, DQO = 7000 mg/l, Sólidos suspendidos= 1300 mg/l y aceites/grasas = 950 mg/l. Estos valores son característicos de una planta que procesa 300000 l leche /día. (Planta de Colanta Planeta Rica, Córdoba, Colombia). Se estima que el suero generado en la elaboración de quesos tiene una DBO = 40000 a 50000 mg/l (Bedoya y Sanches E Sousa, 2009).

Sin embargo, estos datos no pueden ser tomados como referencia ya que son representativos de grandes industrias, las cuales manejan una producción continua y procesan un alto volumen de leche. Contrario a esto la planta de lácteos del Sena procesa 50 l diarios de leche y tiene una producción por lotes.

Tabla 14. Vertimientos generados por la planta lácteos – Sena Regional Cauca

Tipo de vertimiento	Cantidad	Componentes
Aguas residuales jornada de producción	781.686 l/ jornada de producción	Alquilaril sulfonato de sodio, fosfato de sodio, sulfato de sodio, silicato de sodio, carboximetilcelulosa, blanqueador óptico, ingrediente activo (detergente industrial), hipoclorito de sodio 5%, N-alquil dimetil bencil amonio clorado (40%), yodóforo (desinfectantes), residuos de leche
Aguas residuales de jornada de limpieza y desinfección	1192.559 l/ jornada de limpieza y desinfección	Alquilaril sulfonato de sodio, fosfato de sodio, sulfato de sodio, silicato de sodio, carboximetilcelulosa, blanqueador óptico, ingrediente activo (detergente industrial), hipoclorito de sodio 5%, N-alquil dimetil bencil amonio clorado (40%), yodóforo (desinfectantes), residuos de leche.
Residuos líquidos pruebas de calidad (T°)	50 ml / prueba de calidad realizada	Leche con hidróxido de sodio 0,1N y fenoltaleína
Lactosuero(suero dulce)	8,9 l / 10 l leche procesada	0,6 -0,9 % de proteína dulce, alrededor de 0,3% de grasa y una gran cantidad de lactosa (más de 5%).
Lactosuero (suero ácido)	14,5 l / 16 l leche (ácida y fresca)	0,6 -0,9 % de proteína dulce, menos proporción de grasa y de lactosa (4,5%) y ácido láctico 0,8%.
Saborizantes	800 ml (productos vencidos)	

Fuente: Elaboración propia

Los valores correspondientes a la cantidad de aguas residuales en la jornada de producción y de limpieza y desinfección son los mismos de consumo de agua potable debido a que el agua que se emplea específicamente es para cumplir con las normas de higiene y no hace parte de la materia prima requerida en cada uno de los procesos productivos. Es importante resaltar que sólo inicialmente y en algunas ocasiones era vertido el lactosuero. Con respecto a los saborizantes, estos fueron vertidos en una ocasión debido a que estaban vencidos.

7.2 PROCESOS PRODUCTIVOS

Se hizo referencia a los procesos productivos de 12 productos lácteos elaborados en la planta del SENA. Para cada uno de estos procesos se describieron y evaluaron los principales aspectos ambientales asociados a cada operación de proceso a partir de la información suministrada por los balances de materia y energía respectivos efectuados previamente (Ver Apéndice 9).

Para la cualificación de altos o bajos consumos en la evaluación ambiental de los procesos productivos se tomo como referencia lo siguiente (ver tabla 15).

Tabla 15. Parámetros de cualificación evaluación de procesos productivos

Ítems	Detalle
Alto consumo	Se valora con respecto a la misma unidad de producción de la planta es decir, se considera que hay alto consumo debido al volumen de desperdicio de agua generado.
Bajo consumo	No se presenta un volumen de desperdicio significativo.

7.2.1 Yogur batido

7.2.1.1 Recepción y adecuación de materia prima

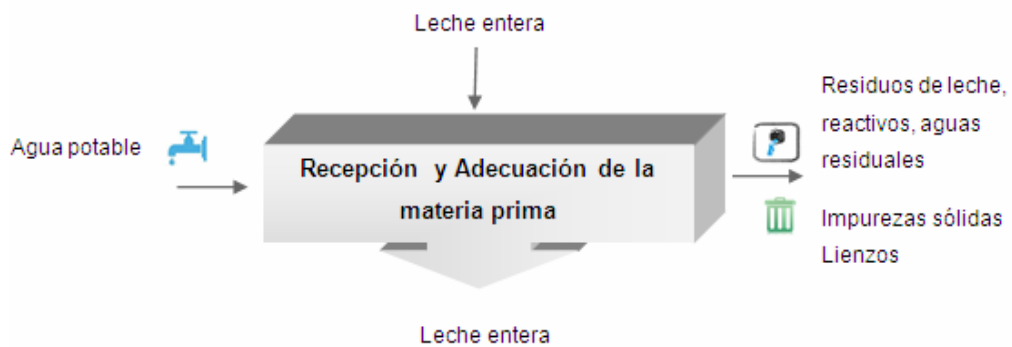
En esta etapa del proceso se hace la recepción de la materia prima principal, en este caso la leche, la cual es suministrada por el establo del SENA, que cuenta con 12 productoras de leche de raza Holstein. Diariamente ingresan a la planta 50 l de leche fresca e inmediatamente se efectúan los procesos productivos.

En algunas ocasiones hay una producción extra de esta cantidad de leche en jornadas de la tarde destinada a la elaboración de lácteos, pero se presentan falencias en su almacenamiento debido a que no se cuenta con un sistema de refrigeración (la leche debe enfriarse por debajo de 4°C y mantenerse a esta temperatura hasta su procesamiento para evitar su proceso de acidificación) en el establo, el cual debe entregar esta producción al día siguiente. Posteriormente la leche es filtrada por medio de lienzos, con el fin eliminar impurezas o algunos residuos provenientes de ordeño aunque no se presentan cantidades significativas. A continuación se toma una muestra de 10 ml de leche para realizar las pruebas de calidad de acidez 17-19 °th (se emplean sustancias como NaOH 0.1N y fenolftaleína) y temperatura. Inmediatamente son vaciadas las tinas,

estás son manualmente lavadas para su posterior utilización. Se realiza esta misma operación para todos los productos lácteos elaborados en la planta.

El consumo de agua se debe a la limpieza de las tinas y lienzos después de haber sido empleados, generando de esta manera vertimientos de agua con residuos de leche lo que podría contribuir la carga orgánica en el efluente (No se pudo determinar la carga orgánica debido a la falta de recursos para la ejecución de la respectiva caracterización de aguas residuales de la planta de lácteos). Asimismo se vierte lo que resulta de las pruebas de acidez. Se pueden constituir los lienzos como focos de contaminación al reutilizarlos, ya que no pueden ser desinfectados adecuadamente y después de cierto tiempo se convierten en residuos sólidos. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (Ver Figura 11).

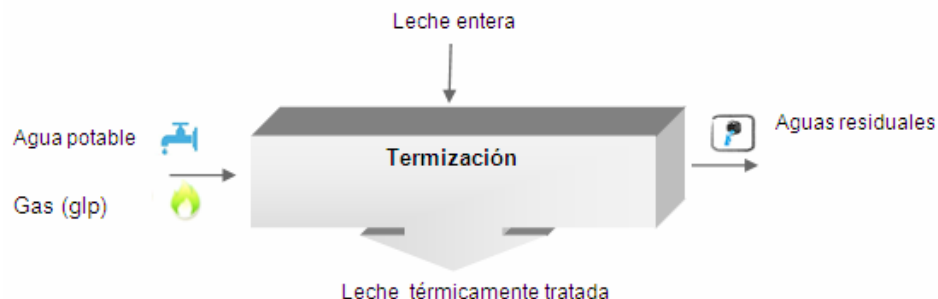
Figura 11. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la recepción y adecuación de la materia prima.



7.2.1.2 Termización

La leche después de ser filtrada es llevada a recipientes de acero inoxidable en donde es sometida a un pre tratamiento térmico (60 °C) con el propósito de la destrucción de algunos microorganismos contenidos en la leche (Centro de Actividad Regional para la Producción Más Limpia, 2002). Este calentamiento se hace mediante el proceso de combustión del gas licuado de petróleo (transferencia de calor). A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver Figura 12).

Figura 12. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Termización.



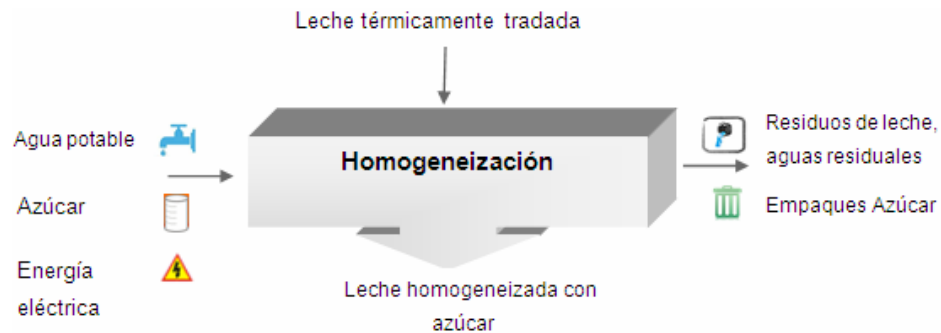
Al igual que la etapa anterior el consumo de agua potable se debe a la limpieza y desinfección de los recipientes utilizados, generando de esta manera aguas residuales con detergentes y desinfectantes. De acuerdo con la información brindada por los balances de materia y energía (ver Apéndice 9), hay una pérdida de energía del 35,4% al llevar a cabo esta operación, lo que puede atribuirse a fugas del combustible (glp), mala combustión de los quemadores ó por pérdida de energía por convección/radiación a través de las paredes sin aislar.

7.2.1.3 Homogeneización

Luego de haber realizado el pre tratamiento térmico se hace la homogeneización, con la que se reduce el tamaño de los glóbulos grasos favoreciendo una distribución uniforme de la materia grasa a la vez que se evita la separación de la nata (Centro de Actividad Regional para la Producción Más Limpia, 2002).

La leche que previamente ha sido tratada térmicamente es llevada a una licuadora industrial para su homogeneización y al mismo tiempo se adiciona la cantidad de azúcar requerida para este proceso. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (Ver Figura 13).

Figura 13. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Homogeneización



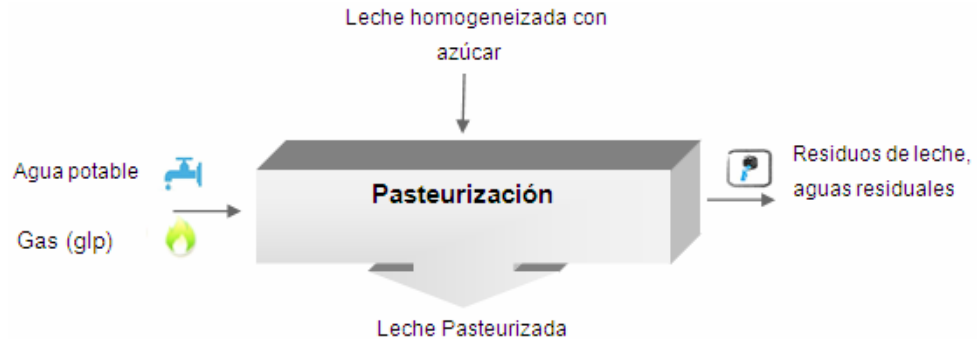
Al transportar la leche térmicamente tratada para homogeneizarla se presentan derrames de esta y también cuando es lavada la licuadora industrial aportando carga de materia orgánica a las aguas residuales. Además se generan residuos sólidos, en este caso bolsas plásticas de PEBD (polietileno de baja densidad) ó de papel que contienen el azúcar.

El consumo de energía en esta operación se produce debido a la licuadora industrial, cuyo motor trabaja con una eficiencia del 85% generando una pérdida de energía de tan solo 5,34 kcal (10 l leche). Es importante el continuo y adecuado mantenimiento de los equipos y sus motores para que su nivel de eficiencia no disminuya.

7.2.1.4 Pasteurización

La leche es sometida a este tratamiento, a una temperatura adecuada (75°C), para destruir la mayoría de bacterias inofensivas y en su totalidad las perjudiciales pero alterando lo menos posible su composición y los elementos bioquímicos (Tecnología de productos lácteos. En Ingeniería y Agroindustria.). Después que la leche es homogeneizada y se le ha adicionado el azúcar se somete de nuevo a calentamiento hasta alcanzar una temperatura de 75°C. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver Figura 14).

Figura 14. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de pasteurización.

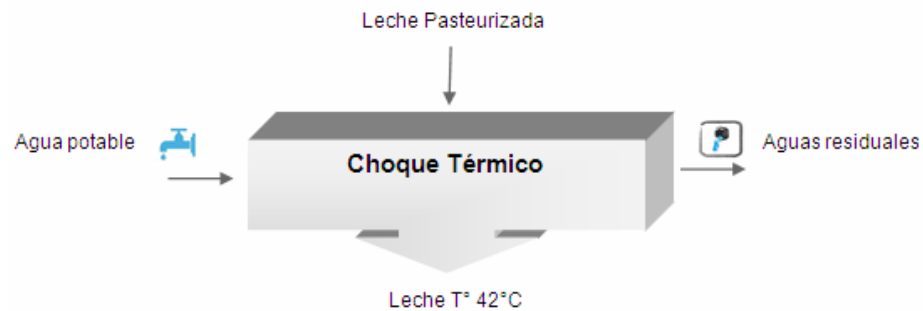


Se generan aguas residuales con contenidos de leche debido a derrames durante su traslado desde la licuadora industrial al recipiente que va a ser sometido al calor para llevar a cabo la etapa de pasteurización y detergentes para la limpieza de los equipos empleados. De acuerdo al balance de materia y energía (ver apéndice 9) hay una pérdida de masa en forma de vapor (m_e) de 294,22 g equivalente a 2.62%. También se presenta una pérdida de calor de 91,4 % debido a que la leche en esta operación requiere de una menor cantidad de calor suministrado para obtener una temperatura de 60 °C a 75 °C. Este calor podría ser reciclado para precalentar leche cruda si se emplearan equipos como intercambiadores de calor ya que ahorraría esta cantidad de energía (91,4%) en forma de calor dentro del proceso.

7.2.1.5 Choque térmico

Esta operación es llevada a cabo cuando la leche después de haber sido pasteurizada (75 °C) requiere una temperatura de 42 °C la cual es la ideal para la adición de cultivos lácticos termófilos (inoculación). Para hacer este cambio de temperatura se traslada el recipiente que contiene la leche pasteurizada a un tanque con agua potable la cual por transferencia de calor permite que disminuya la temperatura de la leche a 42 °C. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver Figura 15).

Figura 15. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de choque térmico.

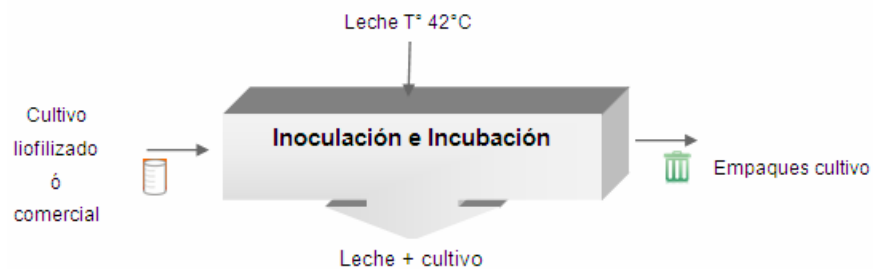


El mayor problema ambiental evidenciado en esta etapa del proceso es el alto consumo de agua potable empleado (se utilizan de 106 l a 300 l agua en función de la leche que se va a procesar), generando del mismo modo un volumen de aguas residuales significativo. Esta cantidad no es reutilizada en otras actividades como la de limpieza y desinfección después de terminados los procesos productivos.

7.2.1.6 Inoculación e Incubación

En esta etapa se adiciona a la leche a 42 °C bacterias homofermentativas como *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* las cuales realizan el proceso de fermentación que consiste en convertir la lactosa en ácido láctico (Tecnología de productos lácteos en ingeniería y agroindustria, Cap 9). El porcentaje de cultivo liofilizado agregado es de 0,003% y cultivo comercial es del 1,25% respecto a la masa inicial de la leche. Luego de la inoculación se procede a incubar la mezcla en neveras de icopor con el fin de mantener la temperatura de 42 °C y por ende los microorganismos fermentativos metabolizan la lactosa produciendo ácido láctico, ocasionando que el pH descienda generando la coagulación de la caseína. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados con esta etapa de producción (ver Figura 16).

Figura 16. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Inoculación e incubación.



En cuanto a los aspectos ambientales solo se presentan residuos sólidos de los empaques del cultivo liofilizado, los cuales no son dispuestos adecuadamente, ya que se presentan falencias en el reciclaje. No hay consumo de energía ya que el proceso de incubación no se lleva a cabo en incubadoras que requieran de corriente eléctrica.

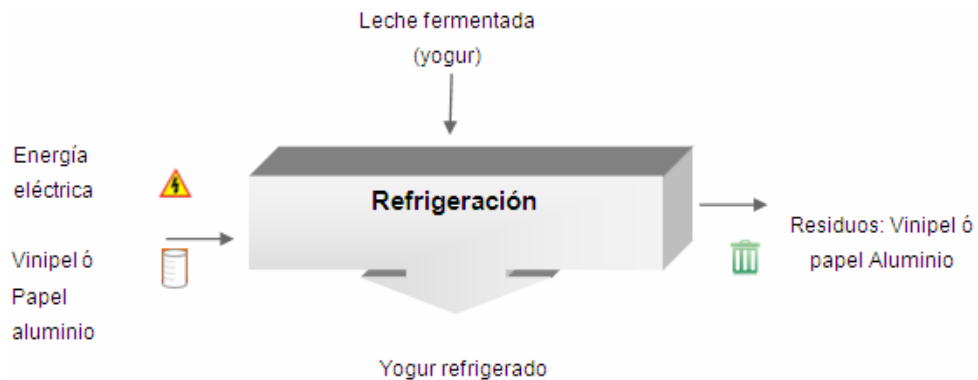
7.2.1.7 Refrigeración

El enfriamiento del yogur paraliza las reacciones fermentativas evitando que el yogur siga acidificándose. Por lo tanto después de ser incubado se lleva a los cuartos fríos donde se efectúa su refrigeración por un período de 24 horas antes de ser empacado.

En esta etapa se producen consumos energéticos altos debido al tiempo de refrigeración requerido. También se generan residuos sólidos como el Vinipel o papel aluminio los cuales son utilizados para cubrir los recipientes que contienen el yogur antes de ser ingresados a los cuartos fríos (refrigeradores industriales). A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver

Figura 17).

Figura 17. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Refrigeración.



De hecho, el mayor consumo de energía es realizado por estos refrigeradores ya que están en continuo funcionamiento. Acorde al balance de materia y energía (ver Apéndice 9) hay una pérdida de calor de 13,45 % en un periodo aproximado de 2 horas, cuando se alcanza el equilibrio térmico.

7.2.1.8 Descremado, batido y adición de fruta

En esta etapa del proceso se procede a retirar la capa superior de grasa que el yogur contiene, con la ayuda de algunos utensilios previamente lavados y desinfectados. Posteriormente es batido con el fin de romper el coágulo hasta lograr que los grumos desaparezcan por completo, así se obtiene un producto cremoso y homogéneo. Asimismo es adicionada la fruta la cual ha sido calada anteriormente. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (Ver Figura 18).

Figura 18. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Descremado, batido y adición de fruta.



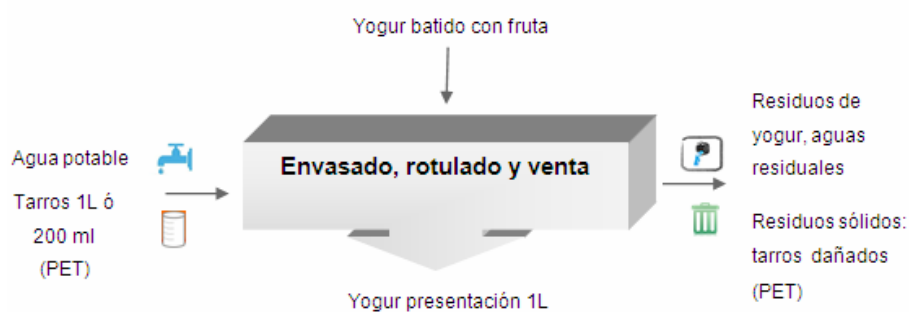
Hay generación de aguas residuales debido al lavado de utensilios y recipientes empleados, lo que contiene residuos de yogur y los residuos de la capa superior de grasa los cuales son vertidos a algunos puntos de suministro como los lavaplatos. También se genera materia orgánica (cascaras de fruta) proveniente de las frutas que han sido peladas y caladas para ser adicionadas al yogur. Estos residuos son adecuadamente dispuestos en los recipientes correspondientes para ser posteriormente reutilizados en el proceso de compostaje realizado en el Sena para la fabricación de bioabonos.

7.2.1.9 Envasado, rotulado y venta

El envasado se hace después de ser batido, descremado y refrigerado en tarros de presentación de 1 l y de 200 ml (personales) de polietilentereftalato (PET). Después de haber realizado esta operación los encargados de la planta rotulan el producto - lácteo con el nombre y fecha de fabricación y de vencimiento, luego lo trasladan hacia el punto de venta del Sena Regional Cauca.

El mayor problema ambiental relacionado a esta operación es la generación de residuos sólidos en este caso envases de polietilentereftalato cuando se dañan, los cuales no son adecuadamente dispuestos (falencia en reciclaje). Asimismo hay vertimientos de aguas residuales debido al lavado de los envases, recipientes y utensilios empleados. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver Figura 19).

Figura 19. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de envasado, rotulado y venta.



7.2.2 Yogur Aflanado

Este proceso contiene la mayoría de las etapas de operación que el yogur (Recepción y adecuación de la materia prima, termización, homogenización, pasteurización, choque

térmico, inoculación, envasado, incubación, refrigeración, adición de fruta, rotulado y venta), las cuales tienen la misma descripción y evaluación de los aspectos ambientales, por ello se describirá lo más relevante y en lo que difiere cada una de ellas.

7.2.2.1 Termización

De acuerdo con la información brindada por los balances de materia y energía (ver Apéndice 9), hay una mayor pérdida de energía de 51,55% al llevar a cabo esta operación, lo que puede atribuirse también a fugas del combustible (glp), mala combustión de los quemadores ó por pérdida de energía por convección/radiación a través de las paredes sin aislar.

7.2.2.2 Homogeneización

En esta etapa adicionalmente se agrega leche en polvo ya que se requiere incrementar la concentración de sólidos solubles y darle mayor viscosidad y consistencia al producto final.

Se generan residuos sólidos en este caso bolsas plásticas de PEBD (polietileno de baja densidad) ó de papel que contienen el azúcar y la leche en polvo.

El consumo de energía en esta operación se produce debido a la licuadora industrial, en donde su motor trabaja con una eficiencia del 85% generando una pérdida de energía de tan solo 3,63 kcal (10 l leche). Es importante el continuo y adecuado mantenimiento de los equipos y sus motores para que su nivel de eficiencia no disminuya. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver Figura 20).

Figura 20. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Homogeneización



7.2.2.3 Pasteurización

De acuerdo al balance de materia y energía (Ver Apéndice 9) hay una mayor pérdida de masa en forma de vapor (m_e) de 1290,77g equivalente a 11,35%. Asimismo se presenta una pérdida de calor de 94,46 % debido a que la leche en esta operación requiere de una menor cantidad de calor suministrado para obtener una temperatura de 60°C a 75°C. Este calor podría ser reciclado para precalentar leche cruda si se emplearan equipos como intercambiadores de calor ya que ahorraría esta cantidad de energía (94,46%) en forma de calor dentro del proceso.

7.2.2.4 Choque Térmico

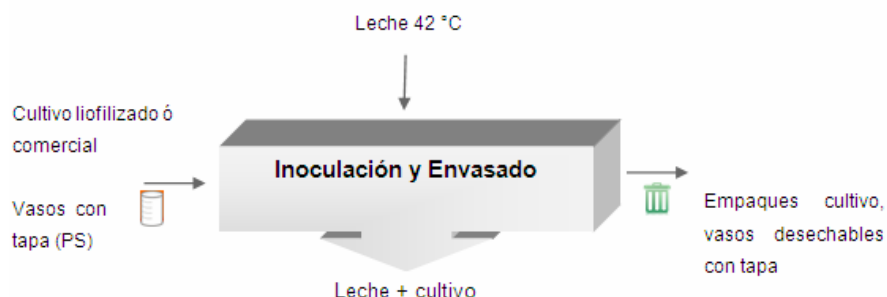
Se hace el mismo procedimiento que el yogur a diferencia que la masa de la leche inicial (10L) en este caso varía en un 12,63% pese a que en este producto la masa evaporada en la etapa de pasteurización es mayor. (Ver Apéndice 9).

7.2.2.5 Inoculación y Envasado

Después de efectuar la inoculación se procede a envasar la mezcla en vasos desechables con tapas de poliestireno (PS) de 7 onzas ó 207 cm³.

En cuanto a los aspectos medioambientales se presentan residuos sólidos de los empaques del cultivo liofilizado y vasos desechables los cuales no son dispuestos adecuadamente, ya que se presentan falencias en el reciclaje asimismo estos podrían reutilizarse. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (Ver Figura 21).

Figura 21. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Inoculación y envasado.

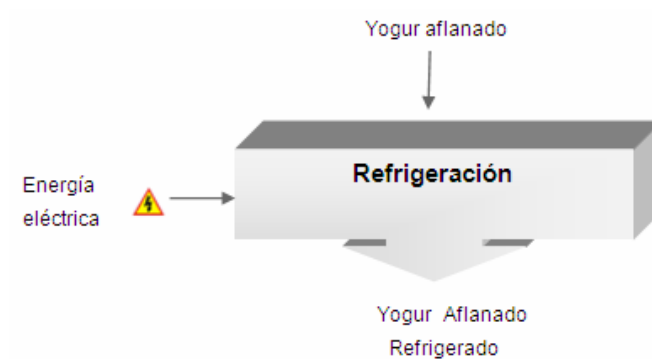


Posteriormente los vasos con contenido de la mezcla son llevados a incubación en las neveras de icopor, por lo tanto tampoco hay consumo de energía en esta parte.

7.2.2.6 Refrigeración

Después de la etapa de incubación el yogur aplanado en presentación de 7 Oz ó 160g es refrigerado durante 24 horas en los cuartos fríos. Por ello se producen consumos energéticos mayores debido al tiempo de refrigeración requerido. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (Ver Figura 22).

Figura 22. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Refrigeración



Para este producto lácteo ya no se generan residuos sólidos como el Vinipel o papel aluminio debido a que son empacados antes de la incubación y cada vaso cuenta con su respectiva tapa. Acorde al balance de materia y energía (ver Apéndice 9) hay una pérdida de calor de 24,84 % en un periodo aproximado de 2 horas, cuando se alcanza el equilibrio térmico.

7.2.2.7 Adición de fruta, rotulado y Venta

Se adiciona a cada vaso de yogur aplanado (7oz) 30g de fruta previamente calada. En seguida se hace la respectiva rotulación para llevarlo al punto de venta.

También se genera materia orgánica (cascaras de fruta) proveniente de las frutas que han sido peladas y caladas para ser adicionadas al yogur. Estos residuos son adecuadamente dispuestos en los recipientes correspondientes para ser posteriormente reutilizados en el proceso de compostaje realizado en el Sena para la fabricación de bioabonos.

Debido a que la mayoría de las etapas de operación en la elaboración del kumis y bebida láctea tienen la misma descripción y evaluación de los aspectos ambientales, se procede a plantear las características más relevantes en la tabla 16.

Tabla 16. Aspectos ambientales en la elaboración de kumis y bebida láctea.

Etapa u operación	Evaluación aspectos ambientales	
	Kumis	Bebida láctea
Termización	Hay una pérdida de energía de 44,63%	Hay una pérdida de energía de 79,91 % (termización de la leche) y 86,02% (termización del suero).
Homogeneización	Se generan residuos sólidos tales como: bolsas plásticas PEBD ó de papel. Hay pérdida de energía de 3,63 kcal al utilizar la licuadora industrial.	Se generan residuos sólidos tales como: bolsas plásticas PEBD ó de papel. Hay pérdida de energía de 6,05 kcal al utilizar la licuadora industrial.
Pasteurización	Pérdida de masa en forma de vapor (m_e) de 494,28 g (4,20%) y pérdida de calor de 93,20%.	Pérdida de masa en forma de vapor (m_e) de 1031,08 g (8,77%).
Choque térmico	Presenta los mismos aspectos ambientales que en el yogur.	Presenta los mismos aspectos ambientales que en el yogur.
Inoculación e incubación	Generación de residuos sólidos tales como: empaques del cultivo liofilizado. Falencias en reciclaje.	Generación de residuos sólidos tales como: empaques del cultivo liofilizado. Falencias en reciclaje.
Refrigeración	Generación residuos sólidos como Vinipel o papel aluminio. Hay pérdida de calor de 37,76%.	Generación residuos sólidos como Vinipel o papel aluminio. Hay pérdida de calor de 19,51%.
Descremado y batido	Vertimientos de aguas residuales que contienen residuos de kumis y de la capa superior de grasa.	Vertimientos de aguas residuales que contienen residuos de bebida y capa superior de grasa.
Envasado, rotulado y venta	Generación de residuos sólidos como envases dañados de tereftalato (PET). Vertimientos aguas residuales debido al lavado de envases, utensilios y equipos.	Generación de residuos sólidos como envases dañados de tereftalato (PET). Vertimientos aguas residuales debido al lavado de envases, utensilios y equipos.

Fuente: Elaboración propia

7.2.3 Queso campesino

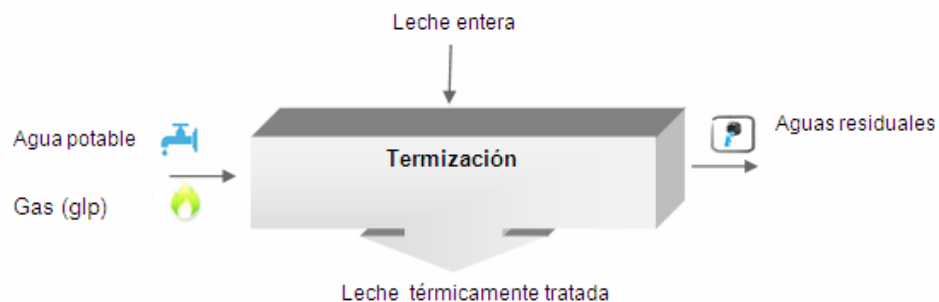
La etapa de recepción y adecuación de materia prima (leche) es la misma para todos los productos lácteos por lo tanto no se describe nuevamente.

7.2.3.1 Termización

Después de haber realizado las respectivas pruebas de calidad a la leche, esta es llevada a un recipiente de acero inoxidable el cual posteriormente se somete a calentamiento para llevar a cabo el proceso de termización en este caso se requiere subir la temperatura a 37 °C (T° apropiada para agregar el cuajo).

El consumo de agua potable se debe a la limpieza y desinfección de los recipientes utilizados, generando de esta manera aguas residuales con detergentes y desinfectantes. De acuerdo con la información brindada por los balances de materia y energía (ver apéndice 9), hay una gran pérdida de energía del 73,82 % al llevar a cabo esta operación, lo que puede contribuirse a fugas del combustible (glp), mala combustión de los quemadores ó por pérdida de energía por convección/radiación a través de las paredes sin aislar. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver figura 23).

Figura 23. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Termización.



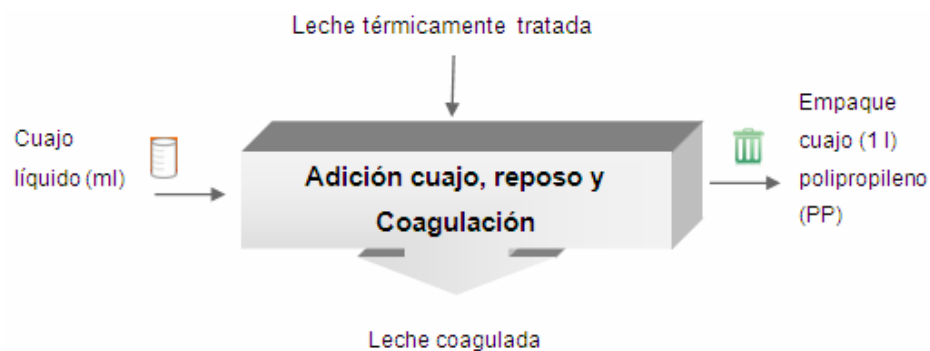
7.2.3.2 Adición cuajo, reposo y coagulación

La operación de coagulación se basa en provocar la alteración de la caseína y su precipitación, dando lugar a una masa gelatinosa que engloba todos los componentes de la leche. La coagulación se realiza en cubas (recipiente de acero inoxidable) donde se forma la cuajada. Estas cubas no deben moverse, ni recibir golpes durante el tiempo de

coagulación (30- 45 min), ya que de no ser así se puede alterar este proceso, con la consecuente pérdida de caseína con el residuo líquido. Para la elaboración de este tipo de queso en la planta de lácteos del Sena es empleado el sistema de coagulación enzimática el cual se produce mediante la adición de enzimas tipo proteasas. El cuajo es obtenido de los estómagos secos de terneros en lactación ya que contiene estas enzimas (Centro de Actividad Regional para la Producción Más Limpia, 2002).

Luego de efectuar la termización de la leche a 37°C (temperatura que se toma para la coagulación enzimática) se procede a agregar 1 ml de cuajo líquido por cada 10 l de leche. Consecutivamente se deja en reposo por un lapso de tiempo de 30 a 45 min para llevar a cabo la coagulación. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (Ver figura 24).

Figura 24. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Adición de cuajo, reposo y coagulación.



Se generan envases de cuajo líquido de polipropileno en presentación de 1 l, pero cada 4 ó 5 meses aproximadamente, ya que la cantidad requerida de este es muy poca.

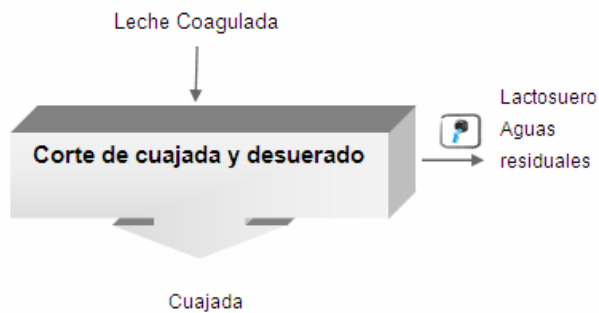
7.2.3.3 Corte de cuajada y desuerado

El gel formado en la coagulación presenta un estado físico inestable. Según las condiciones en las que se encuentra la fase líquida o lactosuero que lo impregna, se separa más o menos rápidamente, este fenómeno es el que se conoce como desuerado (Centro de actividad regional para la producción más limpia , 2002).

Debido a que la cuajada no se desuera al dejarla en reposo, se corta en trozos de 2 cm x 30 cm aprox. y se deja reposar por 10 min, de esta forma se consigue multiplicar la superficie de exudación. Luego, los encargados del procesamiento efectúan presión de manera manual a la cuajada con el fin de separar el lactosuero. A continuación se

muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver figura 25).

Figura 25. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de corte de cuajada y desuerado.



El principal aspecto Ambiental generado en esta etapa del proceso es la generación de lactosuero, en este caso en particular se produce suero dulce el cual generalmente contiene entre 0,6 -0,9 % de proteína dulce, alrededor de 0,3% de grasa y una gran cantidad de lactosa (más de 5%). En este tipo de suero la presencia de ácido láctico es prácticamente inapreciable (Unep, Danish Environmental Protection Agency).

El contenido en lactosa y proteína del lactosuero origina un incremento especialmente alto del grado de contaminación de la aguas residuales (llegando a superar los 60.000 mg DQO /L de lactosuero). Inicialmente en la planta se efectuaban vertimientos del lactosuero por los sistemas de drenaje, pero a medida que se fue creando conciencia en las personas encargadas acerca del grado de contaminación que genera, este es llevado continuamente a la compostera del Sena como materia prima para la elaboración de bioabonos. También es reutilizado para el procesamiento de productos lácteos como la bebida láctea y el quesoillo.

De acuerdo al balance de materia y energía (ver apéndice 9) se genera en promedio 89 % de lactosuero y hay un bajo rendimiento en la producción de queso de 10,7 % debido a la calidad de la leche suministrada a la planta, ya que tiene bajo contenido de sólidos, dependiendo principalmente por el tipo de raza de la vaca (Holstein).

7.2.3.4 Pesaje, amasado y adición de sal

El salado es uno de los factores que más influye en darle al queso el sabor deseado. Además interviene en la regulación del contenido de suero y de la acidez. Luego la sal hace que se esponje la pasta del queso, asegura su conservación (junto con el valor del pH), inhibe la geminación de los microorganismos causantes del hinchamiento y también

influye en la consistencia del queso: cuanto mayor el contenido de sal, mayor la consistencia del queso. El tiempo y la cantidad o concentración de sal depende del tipo de queso y del método de salado (Centro de actividad regional para la producción más limpia, 2002).

Después de haber obtenido la cuajada se lleva a la balanza analítica para determinar su peso ya que se necesita calcular la cantidad de sal (1,5%) que se va a adicionar respecto a este valor. A medida que se agrega la sal, la cuajada es amasada uniformemente con el fin de lograr el sabor salado del producto final (queso campesino).

Se generan residuos sólidos como el Vinipel, el cual es empleado para cubrir la balanza analítica y posteriormente colocar la cuajada que va a ser pesada.

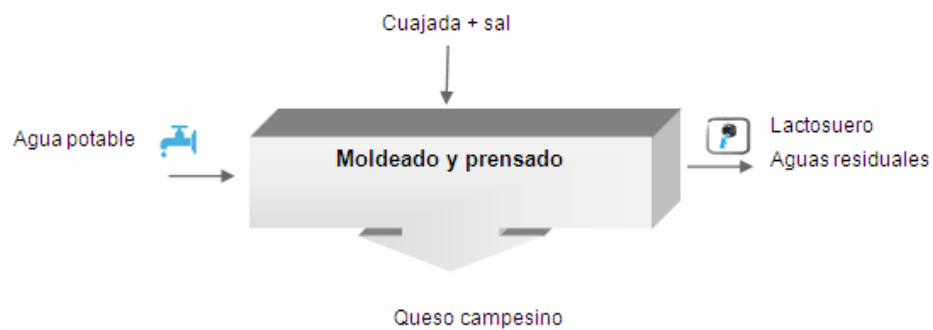
7.2.3.5 Moldeado y prensado

El moldeado consiste en verter en los moldes preparados para este fin los trozos de cuajada. Los moldes deben ser de tal característica que le confieran al queso acabado de las medidas y el peso establecido. El prensado se aplica para favorecer la expulsión del suero intergranular de la cuajada y dar al queso su forma definitiva (Centro de actividad regional para la producción más limpia, 2002).

Luego de haber efectuado el salado de la cuajada se lleva a moldes de acero inoxidable y a continuación se ejerce presión con la prensa manual durante 30 min a 1 h y de esta manera el prensado proporciona una mayor consistencia al producto lácteo.

Durante el prensado como ya se había mencionado anteriormente también se genera lactosuero de la masa del queso aunque en una proporción de 7,35% (ver balance de masa y energía apéndice 8) que es mucho menor que en el desuerado, también se tiene que el rendimiento final del queso es de 10,10 %. Se producen también vertimientos de aguas residuales debido al consumo de agua potable para el lavado de los utensilios, equipos y moldes empleados en esta etapa. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver Figura 26 26).

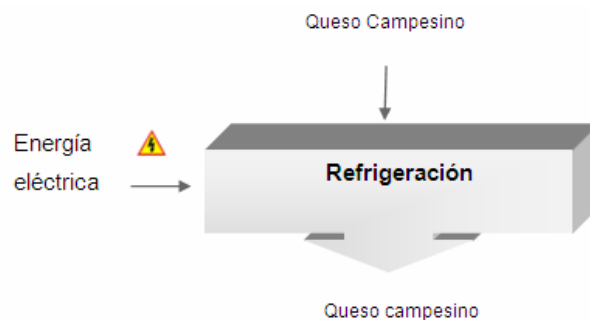
Figura 26. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de moldeado y prensado.



7.2.3.6 Refrigeración

El queso luego de ser prensado es llevado a los cuartos fríos (refrigeradores industriales) durante 12 horas en los moldes en que se encuentra. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver figura 27).

Figura 27. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de refrigeración.



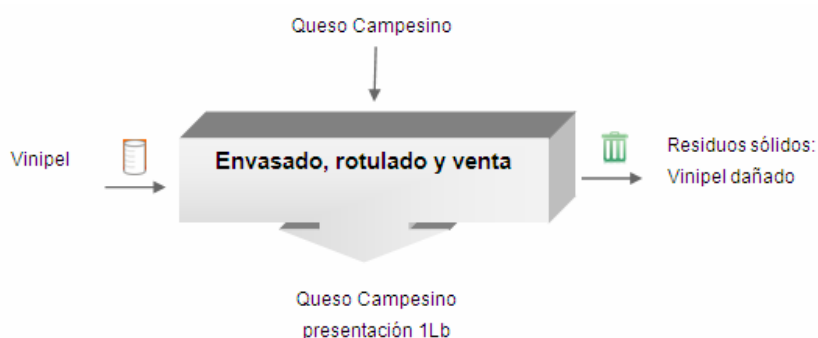
Hay un consumo de energía producido por los refrigerados ya que están en continuo funcionamiento. Acorde al balance de materia y energía (ver Apéndice 9) hay una pérdida de calor de 96,33 % en un periodo aproximado de 2 horas, cuando se alcanza el equilibrio térmico.

7.2.3.7 Empacado, rotulado y venta

Después de haber sido refrigerado el queso en los moldes, se efectúa el corte este en presentaciones de 1 lb. Inmediatamente son empacados en papel película plástico (Vinipel). No se tienen medidas estándar de la cantidad de Vinipel empleado, pero se

hace una aproximación de 30 cm x 50 cm. En seguida los encargados de la planta rotulan el producto lácteo con el nombre y fecha de fabricación y de vencimiento, luego lo trasladan hacia el punto de venta del Sena Regional Cauca. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver figura 28).

Figura 28. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de envasado, rotulado y venta.



El problema ambiental relacionado con esta operación es la generación de residuos sólidos en este caso papel película ó Vinipel, debido a que no se tiene estandarizada la cantidad que se emplea para empacar cada libra de queso se dañan los empaques, los cuales no son adecuadamente dispuestos (falsencia en reciclaje).

7.2.4 Queso doble crema

Para la elaboración de queso doble crema se requiere mezclar leche fresca y leche ácida, es necesario realizar el cuadrado de Pearson con el fin de determinar las proporciones de leche indicadas para obtener una acidez de 45°Th (acidez característica del queso doble crema). Antes de esto se efectúa la recepción y adecuación de materia prima de igual forma que los otros productos lácteos.

7.2.4.1 Cuadrado de Pearson y mezcla de leche fresca y ácida

En caso particular se está evaluando el procesamiento de 10 l de leche fresca para la producción de derivados lácteos. Como se requiere para este producto leche ácida, se coloca una cantidad determinada de leche fresca en recipientes plásticos alrededor de 2 ó 3 días antes de su elaboración hasta alcanzar una acidez promedio de 90°Th. A continuación se presenta el cuadrado de Pearson elaborado a partir de los datos obtenidos:

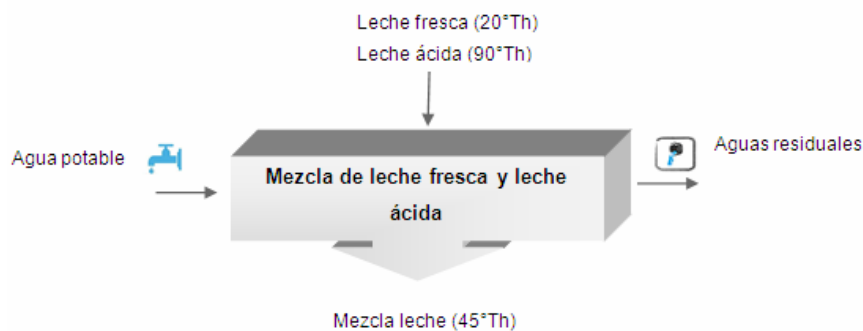
Acidez leche fresca: 20° Th → 45° Th → 45 l (diferencia entre 90° Th y 45° Th)
 Acidez leche ácida: 90° Th → 45° Th → 25 l (diferencia entre 45° Th y 20° Th)

45 L leche fresca → 25 l leche
 10 L leche fresca ← x

x = 6 l leche ácida

Generalmente se hace el cuadrado de Pearson para determinar la cantidad de leche fresca que se requiere para la cantidad de leche ácida que se ha puesto a acidificar previamente. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver figura 30).

Figura 29. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de mezcla de leche fresca y leche ácida.



En cuanto a los aspectos ambientales se generan aguas residuales con contenidos de leche, ya que al realizar la mezcla hay derrames de esta, contribuyendo con el contenido de materia orgánica. Además el consumo de agua potable se debe a la limpieza y desinfección de los recipientes utilizados, generando de esta manera aguas residuales con detergentes y desinfectantes.

7.2.4.2 Termización, adición de cuajo, reposo y coagulación

Al igual que el queso campesino la mezcla que se obtiene de la etapa anterior se somete al proceso de termización hasta alcanzar una temperatura de 37 °C (t° ideal para la adición de cuajo). Posteriormente se agrega la mitad del cuajo adicionado al queso campesino es decir 0,5m l /10 l, debido a que se está coagulando leche ácida y en estas condiciones la

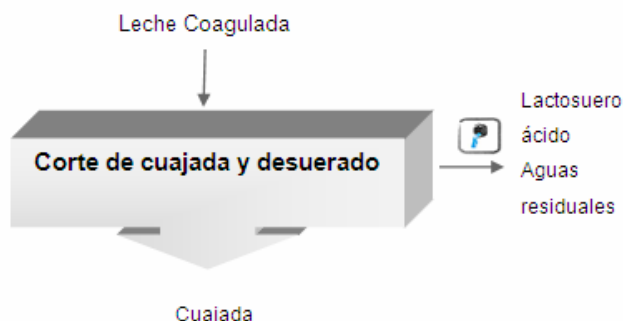
coagulación se presenta con mayor facilidad. Después se deja reposar por 30 min para lograr la coagulación de la leche. De acuerdo al balance de materia y energía (ver apéndice 9) se genera en promedio 89 % de lactosuero y hay un bajo rendimiento en la producción de queso de 10,7 % debido a la calidad de la leche suministrada a la planta, ya que tiene bajo contenido de sólidos, dependiendo principalmente por el tipo de raza de la vaca (Holstein).

Se presentan los mismos aspectos ambientales que en la elaboración del queso campesino.

7.2.4.3 Corte de cuajada y desuerado

Para este producto lácteo la cuajada se corta en cubos de 2 cm x 3 cm aprox. y se deja reposar por 10 min. El tamaño de los cubos para quesos de pasta hilada como el doble crema deben ser grandes para obtener una cuajada relativamente blanda y facilitar el hilado (Urbano, 2005). A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver figura 31).

Figura 30. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de corte de cuajada y desuerado.



El principal aspecto ambiental generado en esta etapa del proceso es la generación de lactosuero, en este caso en particular se produce suero ácido el cual contiene aproximadamente la misma proporción de proteína soluble que el lactosuero dulce (0,6 - 0,9 %) pero una proporción de grasa y algo menos de lactosa (4,5%), mientras que el ácido láctico representa hasta un 0,8% (Unep, Danish Environmental Protection Agency, 1998).

De acuerdo al balance de materia y energía (ver apéndice 9) se genera en promedio 90,62 % de lactosuero ácido y hay un bajo rendimiento en la producción de queso de

8,43 % debido a la calidad de la leche suministrada a la planta, ya que tiene bajo contenido de sólidos, dependiendo principalmente por el tipo de raza de la vaca (Holstein).

7.2.4.4 Pesaje, hilado, adición de sal y moldeado

Después de haber obtenido la cuajada se lleva a la balanza analítica para determinar su peso ya que se necesita calcular la cantidad de sal (1,5%) que se va a adicionar respecto a este valor. Para este proceso hay una operación adicional que es el hilado el cual consiste en colocar la cuajada en una paila de acero inoxidable y someterla al calor durante aproximadamente 10 minutos con el fin de permitir su estiramiento ya que debe tener una consistencia semiblanda y plástica. Esta operación la efectúa una de las personas encargadas del procesamiento de alimentos empleando guantes. A medida que se realiza el hilado se va adicionando la sal para lograr el sabor salado del producto final (queso doble crema). Consecutivamente se lleva la masa que ha sido hilada a un molde rectangular y se deja reposar por 30 min antes de ser refrigerado. Hay que resaltar que este producto lácteo no requiere ser prensado.

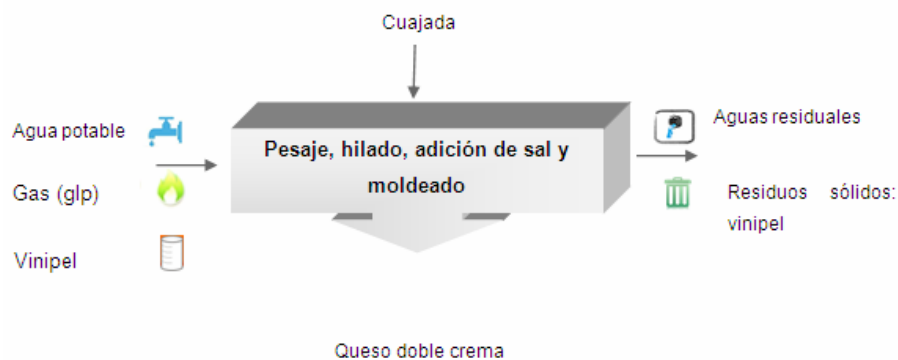
Se generan residuos sólidos como el Vinipel, el cual es empleado para cubrir la balanza analítica y posteriormente colocar la cuajada que va a ser pesada. También se generan vertimientos de aguas residuales debido al lavado de los utensilios empleados. Se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción en la Figura 31.

7.2.4.5 Refrigeración

El queso luego de ser moldeado es llevado a los cuartos fríos (refrigeradores industriales) durante 12 horas en los moldes en que se encuentra. Los moldes son cubiertos con papel película (Vinipel) con el fin evitar que la capa superior del queso pierda su consistencia y apariencia.

Hay un consumo de energía producido por los refrigerados ya que están en continuo funcionamiento. Acorde al balance de materia y energía (Ver Apéndice 9) hay una pérdida de calor de 92,34 % en un periodo aproximado de 2 horas, cuando se alcanza el equilibrio térmico.

Figura 31. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de pesaje, hilado, adición de sal y moldeado.



7.2.4.6 Empacado, rotulado y venta

Después de haber sido refrigerado el queso en los moldes, se efectúa el corte en presentaciones de 1 lb. Inmediatamente son empacados en papel película plástico (Vinipel). No se tienen medidas estándar de la cantidad de Vinipel empleado, pero se hace una aproximación de 30 cm x 50 cm. En seguida los encargados de la planta rotulan el producto-lácteo con el nombre y fecha de fabricación y de vencimiento, luego lo trasladan hacia el punto de venta del Sena Regional Cauca. El problema ambiental relacionado con esta operación igual que en el queso campesino es la generación de residuos sólidos, en este caso papel película ó Vinipel ,debido a que no se tiene estandarizada la cantidad que se emplea para empacar cada libra de queso se dañan los empaques, los cuales no son adecuadamente dispuestos (falencia en reciclaje).

Debido a que la mayoría de las etapas de operación en la elaboración del queso campesino pasteurizado y quesillo tienen la misma descripción y evaluación de los aspectos ambientales, se procede a plantear las características más relevantes en la tabla 17.

7.2.5 Arequipe de café

La etapa de Recepción y Adecuación de materia prima (leche) es la misma para todos los productos lácteos por lo tanto no se describe nuevamente.

Tabla 17. Aspectos ambientales en la elaboración de queso campesino pasteurizado y quesillo.

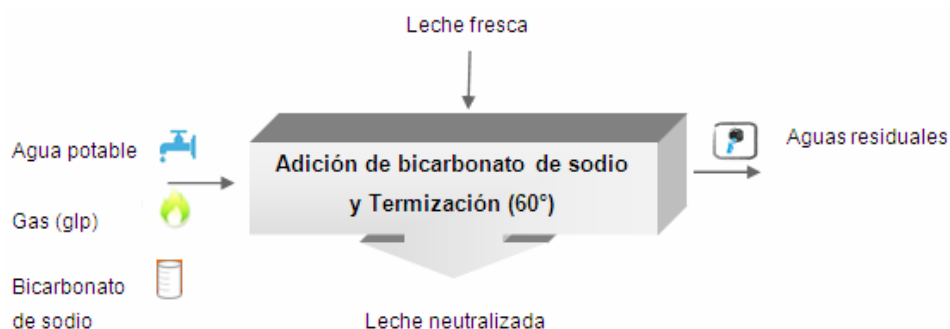
Producto lácteo	Etapas u operación	Evaluación aspectos ambientales
Queso campesino pasteurizado	Pasteurización	Pérdida de masa en forma de vapor (m_e) de 189,82 g (1,86%) y pérdida de calor de 13,86 %.
	Ajuste de T° y adición de cloruro de calcio	Generación de residuos sólidos tales como: empaques de PEBD e inadecuada disposición.
	Adición, cuajo, reposo y coagulación, corte de cuajada y termización.	Presenta los mismos aspectos ambientales que en el queso campesino.
	Desuerado	Generación 82,75 % de lactosuero, mayor rendimiento (17,25%) debido al cloruro de calcio.
	Pesaje, amasado, adición de sal y moldeado	Presenta los mismos aspectos ambientales que en el queso campesino.
	Prensado y refrigeración	Generación de lactosuero (4,09%), pérdidas de calor 94,68 %.
	Empacado, rotulado y venta	Generación de residuos sólidos: Vinipel
Quesillo	Termización, adición de cuajo y coagulación	Presenta los mismos aspectos ambientales que en el queso campesino.
	Corte de cuajada y desuerado	Generación de lactosuero (91,25%) y bajo rendimiento del producto (6,68%).
	Pesaje, hilado, adición de sal y moldeado	Generación residuos sólidos como el vinipel. Vertimientos aguas residuales.
	Refrigeración, empackado, rotulado y venta	Pérdidas de calor de 94,30 % y generación de residuos sólidos (Vinipel).

Fuente: Elaboración propia

7.2.5.1 Adición de bicarbonato de sodio y termización (60 °C)

La leche después de ser adecuada se lleva un caldero de aluminio y se adiciona 0,05% (en peso total de la leche) de bicarbonato de sodio el cual se emplea como neutralizante y se deja reposar por 10 minutos. De esta mezcla se toman 500 ml, ya que se empleará esta cantidad para disolver el café que va a ser adicionado posteriormente. Inmediatamente se somete a calentamiento hasta obtener una temperatura de 60 °C. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver figura 33).

Figura 32. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de adición de bicarbonato de sodio y termización (60 °C).



El consumo de agua potable se debe a la limpieza y desinfección de los recipientes utilizados, generando de esta manera aguas residuales con detergentes y desinfectantes. De acuerdo con la información brindada por los balances de materia y energía (ver apéndice 9), hay una pérdida de energía del 63,08% al llevar a cabo esta operación, lo que puede deberse a fugas del combustible (glp), mala combustión de los quemadores ó por pérdida de energía por convección/radiación a través de las paredes sin aislar.

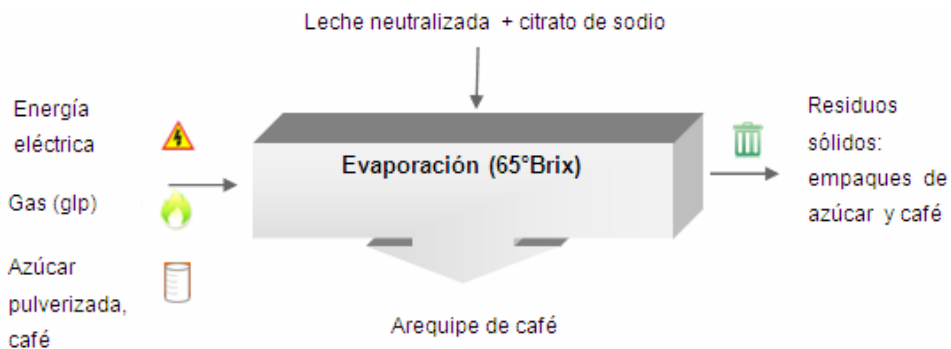
7.2.5.2 Adición de citrato de sodio

Cuando la leche neutralizada está a una temperatura de 60 °C se agrega 0,03 % (en peso total de la leche) de citrato de sodio el cual proporciona brillo y retiene el agua al producto final y se deja reposar la leche durante 10 minutos.

7.2.5.3 Evaporación (65°Brix)

El Arequipe de café se caracteriza por ser un dulce elaborado a partir de leche de vaca con azúcar, concentrado hasta obtener un producto de viscosidad alta (Urbano , 2005). La anterior mezcla se somete a calentamiento hasta obtener una concentración de 65° Brix, la cual se mide mediante la utilización del refractómetro. Cuando se tiene una concentración de 60°Brix se procede a adicionar 16% de azúcar y 0,25% de café (en peso total de la leche). En ocasiones se adiciona 13% de azúcar y 3% de glucosa con el fin de bridle mayor suavidad al producto lácteo. Durante este proceso debe haber una agitación constante de la mezcla hasta lograr la concentración deseada. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados con esta etapa de producción (ver figura 34).

Figura 33. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de evaporación.



Hay un mayor consumo de gas licuado de petróleo debido a que se está elaborando un producto altamente concentrado, demandando por ende gran cantidad de este recurso y tiempo de operación. También se generan residuos sólidos, en este caso bolsas plásticas PEBD (polietileno de baja densidad) ó de papel que contienen el azúcar. El consumo de energía en esta operación se produce debido a la licuadora industrial para realizar la pulverización del azúcar, cuyo su motor trabaja con una eficiencia del 85% generando una pérdida de energía de 11,33 kcal. Es importante el continuo y adecuado mantenimiento de los equipos y sus motores para que su nivel de eficiencia no disminuya.

De acuerdo con la información brindada por los balances de materia y energía (ver apéndice 9), hay una pérdida de energía del 94,56% al llevar a cabo esta operación, lo que puede deberse a que el método empleado para lograr la concentración del producto no es el más eficiente y genera pérdida de energía por convección/radiación a través de las paredes sin aislar del recipiente que lo contiene. También se determinó una pérdida de

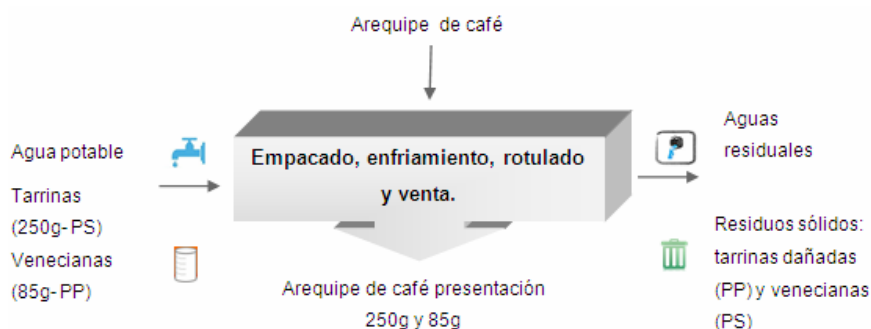
masa en forma de vapor (m_e) de 8297,99 g equivalente a 69,79% debido a que este proceso se basa en eliminar esta masa para obtener una concentración de 65 °Brix.

7.2.5.4 Empacado, enfriamiento, rotulado y venta

El envasado se hace inmediatamente se adquiere una concentración de 65 °Brix en tarrinas de 250 g y venecianas de 85 g. Después de haber realizado esta operación los encargados de la planta rotulan el producto lácteo con el nombre y fecha de fabricación y de vencimiento, luego lo trasladan hacia el punto de venta del Sena Regional Cauca.

El mayor problema ambiental relacionado con esta operación es la generación de residuos sólidos en este caso envases de polipropileno (PP-tarrinas) y poliestireno (PS-venecianas) los cuales no son adecuadamente dispuestos cuando se dañan y no son empleados en el proceso (falencia en reciclaje). También hay vertimientos de aguas residuales debido al lavado de los envases, recipientes y utensilios empleados. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver figura 35).

Figura 34. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Empacado, enfriamiento, rotulado y venta.



7.2.6 Manjar blanco

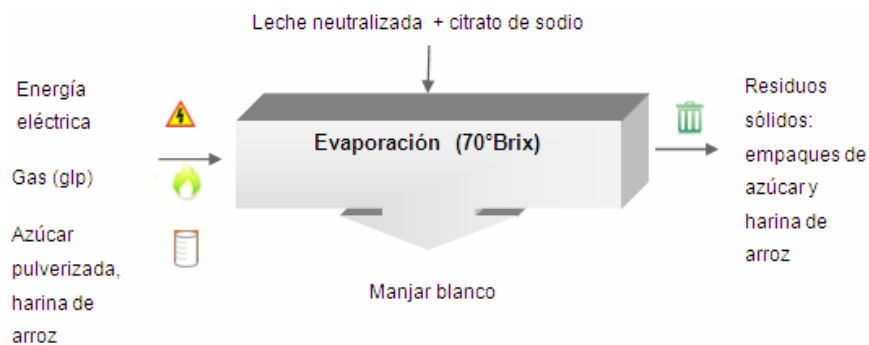
El manjar blanco es otro de los dulces de leche obtenidos a partir de la concentración térmica de la leche y azúcar. Se adiciona harinas o almidones; generalmente se utiliza harina de arroz, la cual proporciona una buena cantidad de almidón que le da las características de textura y consistencia al producto (Urbano, 2005).

Se efectúan las mismas etapas de elaboración que en el Arequipe y la leche condensada, entre ellas están: Recepción y adecuación de la materia prima, adición de bicarbonato de sodio, termización (60°C) y adición de citrato de sodio, debido a lo anterior no se describe y evalúan nuevamente estas operaciones ya que son las mismas ya que se emplea la misma cantidad de leche y otras materias primas requeridas.

7.2.6.1 Evaporación (70°Brix)

Después de haber adicionado a la leche bicarbonato de sodio y citrato de sodio, se somete a calentamiento hasta obtener una concentración de 70° Brix, la cual se mide mediante la utilización del refractómetro. Cuando se inicia el proceso de evaporación se procede a adicionar 20% de azúcar y 1% de harina de arroz (en peso total de la leche). En ocasiones se adiciona 13% de azúcar y 3% de glucosa con el fin de brindarle mayor suavidad al producto lácteo. Durante este proceso debe haber una agitación constante de la mezcla hasta lograr la concentración deseada. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver figura 38).

Figura 35. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de evaporación.



Presenta los mismos aspectos ambientales que el arequipe de café. De acuerdo al balance de materia y energía, hay una pérdida de energía del 92,42% al llevar a cabo esta operación, lo que puede atribuirse a que el método empleado para lograr la concentración del producto no es el más eficiente y genera pérdida de energía por convección/radiación a través de las paredes sin aislar del recipiente que lo contiene.

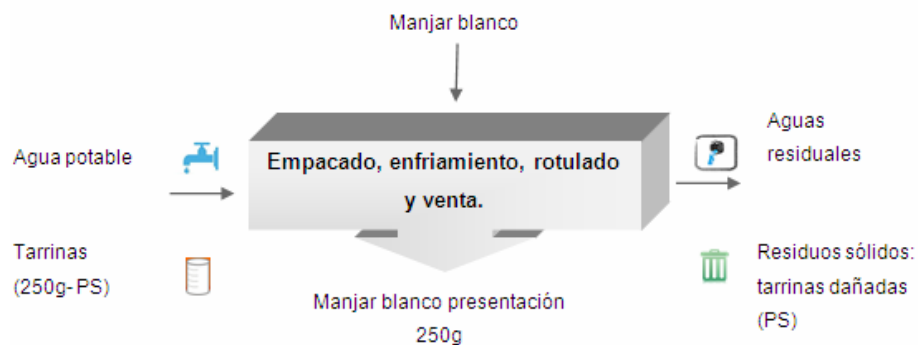
También se determinó una pérdida de masa en forma de vapor (m_e) que en el procesamiento de arequipe de café de 5546,03g equivalente a 57,08 % debido a la eliminación para obtener una concentración menor de 70° Brix.

7.2.6.2 Empacado, rotulado y venta

El envasado se hace inmediatamente se adquiere una concentración de 70 °Brix en tarrinas de 250 g (8 oz). Después de haber realizado esta operación los encargados de la planta rotulan el producto - lácteo con el nombre y fecha de fabricación y de vencimiento, luego lo trasladan hacia el punto de venta del Sena Regional Cauca. A continuación se muestran los aspectos ambientales relacionados a esta etapa de producción (ver figura 39).

El mayor problema ambiental relacionado a esta operación es la generación de residuos sólidos en este caso envases de polipropileno (PP-tarrinas) los cuales no son adecuadamente dispuestos cuando se dañan y no son empleados en el proceso (falencia en reciclaje). También hay vertimientos de aguas residuales debido al lavado de los envases, recipientes y utensilios empleados.

Figura 36. Entradas, salidas y aspectos ambientales de la etapa de Empacado, rotulado y venta.



Debido a que la mayoría de las etapas de operación en la elaboración de la leche condensada y dulce cortado tienen la misma descripción y evaluación de los aspectos ambientales, se procede a plantear las características más relevantes en la tabla 18.

Tabla 18 . Aspectos ambientales en la elaboración de leche condensada y dulce cortado.

Producto lácteo	Etapas u operación	Evaluación aspectos ambientales
Leche condensada	Termización (60 °C), adición de bicarbonato y citrato de sodio.	Presenta los mismos aspectos ambientales que en el arequipe de café.
	Evaporación (60 ° Brix)	Pérdida de energía de 14,52 kcal debido al empleo de la licuadora industrial y pérdida de energía de 94,34 % al llevar a cabo esta operación. También hay pérdida de masa en forma de vapor (m _e) de 4242,52 g (43,64%).
	Empacado, enfriamiento, rotulado y venta.	Generación de residuos sólidos tales como: bolsas tubulares de PEBD (31% de empaques dañados), falencia reciclaje, vertimientos aguas residuales.
Dulce cortado	Termización (60 °C), adición de bicarbonato y citrato de sodio.	Presenta los mismos aspectos ambientales que en la elaboración de manjar blanco.
	Evaporación (60 ° Brix)	Pérdida de energía de 13,31 kcal debido al empleo de la licuadora industrial y pérdida de energía de 92,50 % al llevar a cabo esta operación. También hay pérdida de masa en forma de vapor (m _e) de 3678,86 g (52,29 %).
	Empacado, enfriamiento, rotulado y venta.	Generación de residuos sólidos tales como: empaques de poliestireno dañados(PS- tarrinas).

Fuente: Elaboración propia

Referente a la evaluación de cada uno de los procesos productivos efectuados en la planta de lácteos y los balances de materia y energía se obtuvo información respecto a cantidad y tipo de residuos generados, consumo de energía eléctrica y consumo de gas licuado de petróleo en unidades relativas por cada unidad de producto lácteo elaborado. No se pudo obtener el consumo de agua por producto ya que por jornada de producción se realizaba en promedio tres procesos, más sin embargo este consumo se estableció de manera general en uno de los anteriores apartados. Lo anterior se puede observar en las tablas 19, 20 y 21.

Aunado a esta información se tiene que la mayor generación de residuos sólidos por unidad de producto está dada por la producción de yogur batido y yogur afluado, los cuales requieren adicionalmente de fruta calada y por ende originan materia orgánica en este caso cáscaras de fruta. Concerniente a los de residuos líquidos estos presentan su mayor generación en la producción de bebidas fermentadas (yogur batido, yogur afluado, kumis y bebida láctea), debido al empleo de agua potable para la disminución de la temperatura (choque térmico). De acuerdo al consumo de gas licuado de petróleo tiene sus mayores demandas en la producción de dulces porque son productos que requieren de altas concentraciones para conseguir la viscosidad deseada. Por último la mayor demanda de energía eléctrica está dada por la producción de bebidas fermentadas y quesos ya que emplean continuamente los sistemas de refrigeración y equipos como la licuadora y batidora industrial. También hace parte de este alto consumo, la producción de quesillo debido a la necesidad de llevar a cabo adjuntamente el proceso de termización del suero ácido.

Tabla 19. Cantidad de residuos generados por cada producto lácteo elaborado

Producto lácteo	Cantidad de residuos sólidos/ producto	Cantidad de residuos líquidos/ producto
Yogur batido (l)	92,927 g residuos sólidos / l yogur	9,637 l residuos líquidos/ l yogur
Yogur afluado (g)	177,564 g residuos sólidos / l yogur	9,637 l residuos líquidos/ l yogur
Kumis (l)	27,220 g residuos sólidos / l yogur	10,601 l residuos líquidos/ l yogur
Bebida láctea (l)	29,220 g residuos sólidos / l yogur	10,601 l residuos líquidos/ l yogur
Queso campesino (lb)	10,169 g residuos sólidos/lb queso campesino	4,354 l residuos líquidos/ lb queso campesino
Queso pasteurizado (lb)	8,902 g residuos sólidos / lb queso campesino pasteurizado	2,427 l residuos líquidos/ lb queso campesino pasteurizado
Queso doble crema (lb)	7,047 g residuos sólidos / lb queso doble crema	4,869 l residuos líquidos/ lb queso doble crema
Quesillo (lb)	9,459 g residuos sólidos / lb quesillo	6,581 l residuos líquidos/ lb quesillo
Arequipe de café (g)	2,644 g residuos sólidos / tarrina (8 Oz) 250g arequipe de café	0,00001 l residuos líquidos/ tarrina (8 Oz) 250g arequipe de café
Leche condensada (g)	2,557 g residuos sólidos / bolsa 100g leche condensada	0,00001 l residuos líquidos/ bolsa 100g leche condensada
Manjar blanco (g)	2,098 g residuos sólidos / tarrina (8 Oz) 250g manjar blanco	0,00001 l residuos líquidos/tarrina (8 Oz) 250g manjar blanco
Dulce cortado (g)	3,066 g residuos sólidos / tarrina(8 Oz) 250g dulce	0,00002 l residuos líquidos/ tarrina (8 Oz) 250g

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Tipo de residuos generados por cada producto lácteo elaborado

Producto lácteo	Tipo de residuos sólidos/ producto	Tipo de residuos líquidos/ producto
Yogur batido (l)	Impurezas sólidas, materia orgánica (cáscaras de fruta), bolsa de papel ó de PEBD, envases de PET dañados, papel película plástico Vinipel o papel aluminio.	Residuos de leche, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N, yogur batido, aguas residuales (choque térmico).
Yogur afluado (g)	Impurezas sólidas, materia orgánica (cáscaras de fruta), bolsa de papel ó de PEBD, envases con tapa de PS dañados.	Residuos de leche, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N, yogur afluado, aguas residuales (choque térmico).
Kumis (l)	Impurezas sólidas, bolsa de papel ó de PEBD, envases de PET dañados, papel película plástico Vinipel o papel aluminio.	Residuos de leche, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N, kumis, aguas residuales (choque térmico).
Bebida láctea (l)	Impurezas sólidas, bolsa de papel ó de PEBD, envases de PET dañados, papel película plástico Vinipel o papel aluminio.	Residuos de leche, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N, bebida láctea, aguas residuales (choque térmico).
Queso campesino (lb)	Impurezas sólidas, papel película plástico Vinipel, residuos queso.	Residuos de leche, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N, lactosuero dulce
Queso pasteurizado (lb)	Impurezas sólidas, papel película plástico Vinipel, residuos queso, empaques de PEBD	Residuos de leche, fenolftaleína, NaOH 0,1N, lactosuero dulce
Queso doble crema (lb)	Impurezas sólidas, papel película plástico Vinipel	Residuos de leche, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N, lactosuero ácido
Quesillo (lb)	Impurezas sólidas, papel película plástico Vinipel	Residuos de leche, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N
Arequipe de café (g)	Impurezas sólidas, bolsa de papel ó de PEBD, envases de PP ó PS dañados.	Residuos de leche, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N.
Leche condensada (g)	Impurezas sólidas, bolsa de papel ó de PEBD, bolsas tubulares de PEBD.	Residuos de leche, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N.
Manjar blanco (g)	Impurezas sólidas, bolsa de papel ó de PEBD, envases de PP ó PS dañados.	Residuos de leche, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N.
Dulce cortado (g)	Impurezas sólidas, bolsa de papel ó de PEBD, envases de PP ó PS dañados.	Residuos de leche, fenolftaleína, hidróxido de sodio 0,1N.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Consumo de gas licuado de petróleo (glp) y energía eléctrica por cada producto lácteo elaborado

Producto lácteo	Consumo de gas (glp) Lb / Producto	Consumo de energía KWH / producto
Yogur batido (l)	0,021 lb glp / l yogur batido	1,409 kWh / l yogur batido
Yogur afluado (g)	0,00524 lb glp / vaso(7oz) con 190 g de yogur afluado	0,246 kWh // vaso(7 Oz) con 190 g de yogur afluado
Kumis (l)	0,028 lb glp / l kumis	1,548 kWh / l kumis
Bebida láctea (l)	0,021 lb glp / vaso presentación personal con 200 ml de bebida láctea	0,310 kWh / vaso presentación personal con 200 ml de bebida láctea
Queso campesino (lb)	0,065 lb glp / lb Queso campesino	3,864 kWh / lb Queso campesino
Queso pasteurizado (lb)	0,0318 lb glp / lb Queso campesino pasteurizado	2,293 kWh / lb Queso campesino pasteurizado
Queso doble crema (lb)	0,0705 lb glp / lb Queso doble crema	2,593 kWh / lb Queso doble crema
Quesillo (lb)	0,135 lb glp / lb Quesillo	3,481 KWH / lb Quesillo
Arequipe de café (g)	0,141 lb glp / tarrina (8oz) con 250 g de arequipe de café	0,00611 kWh / tarrina (8 Oz) con 250 g de arequipe de café
Leche condensada (g)	0,0292 lb glp / bolsa tubular con 100 g leche condensada	0,00753 kWh / bolsa tubular con 100 g leche condensada
Manjar blanco (g)	0,0905 lb glp / tarrina (8oz) con 250 g de manjar blanco	0,00526 kWh / tarrina (8 Oz) con 250 g de manjar blanco
Dulce cortado (g)	0,144 lb glp / tarrina (8oz) con 250 g de dulce cortado	0,00913 kWh / tarrina (8 Oz) con 250 g de dulce cortado

8 ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL

Las alternativas de mejoramiento se establecerán acorde a las falencias encontradas a nivel general y a nivel de procesos productivos. Estas alternativas se plantean teniendo en cuenta el enfoque piramidal de producción más limpia descrito en la metodología. Por lo tanto se buscan oportunidades de prevención las cuales se clasifican en función de los siguientes puntos (Centro de Actividad Regional para la Producción Más Limpia, 2002):

- Reducción en el origen: se considerará cualquier modificación de proceso, procedimientos, composición del producto o sustitución de materias primas que conlleve a la disminución de la generación de corrientes residuales (en cantidad y/o peligrosidad potencial) tanto en el proceso productivo como las etapas posteriores a su producción.
- Reciclaje: se considerará aquella acción de valorización que implique volver a utilizar una corriente residual en el mismo proceso o en otro. Si se realiza en el mismo centro productivo donde se ha generado se considera como reciclaje en el origen.
- Valorización: se considerarán aquellos procedimientos que permitan el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos.

8.1 NIVEL GENERAL

8.1.1 Consumo de agua - Jornada de producción, limpieza y desinfección

Uno de los problemas ambientales más relevantes en cada jornada de producción limpieza y desinfección es el consumo de agua, por lo tanto se busca reducir la cantidad de este recurso empleado para llevar a cabo estas operaciones.

Una de las alternativas es llevar a cabo buenas prácticas de manufactura, en este caso en particular es necesaria la concientización y capacitación del personal sobre la importancia de conservar el recurso agua y hacer un uso eficiente y racional de este durante todo el proceso productivo, para los cuatro puntos de suministro donde se presentaron mayores desperdicios, exceptuando el tanque (El consumo de agua se debe principalmente al proceso de choque térmico) y lavabotas (No se pudo determinar el volumen de desperdicio). Conforme a esto se estima a continuación el volumen de ahorro de agua obtenido a partir de la implementación de estas medidas (Tabla 22 a 26).

Tabla 22. Volumen ahorro de agua por jornada de producción

Punto de suministro	Vol. Agua Consumo (m ³)	Vol. Agua Desperdicio (m ³)	Vol. Ahorro de agua (m ³)
Lavaplatos 1	0,0248	0,0169	0,0169
Lavaplatos 2	0,0548	0,0194	0,0194
Lavamanos	0,0894	0,0247	0,0247
Manguera	0,0784	0,0587	0,0587
Total	0,2477	0,1197	0,1197

Tabla 23. Costos de ahorro de agua por jornada de producción

Punto de suministro	Costo total Agua \$ (m ³)	Costo de ahorro de agua \$ (m ³)
Lavaplatos 1	45,2074	30,8067
Lavaplatos 2	99,8938	35,3640
Lavamanos	162,9655	45,0250
Manguera	142,9138	107,0031
Total	450,9805	218,1988

Tabla 24. Volumen ahorro de agua por jornada de limpieza y desinfección

Punto de suministro	Vol. Agua Consumo (m ³)	Vol. Agua Desperdicio (m ³)	Vol. Ahorro de agua (m ³)
Lavaplatos 1	0,0322	0,0091	0,0091
Lavaplatos 2	0,1722	0,0440	0,0440
Lavamanos	0,0272	0,0082	0,0082
Manguera	0,5930	0,1694	0,1694
Total	0,8246	0,2307	0,2307

Tabla 25. Costos de ahorro de agua por jornada de limpieza y desinfección

Punto de suministro	Costo total Agua \$ (m ³)	Costo de ahorro de agua \$ (m ³)
Lavaplatos 1	58,6967	16,5880
Lavaplatos 2	313,8999	80,2070
Lavamanos	49,5823	14,9480
Manguera	1080,9678	308,7960
Total	1503,1197	420,5390

Tabla 26. Volumen y costo de ahorro de agua mensual y anual

Jornada	Vol. Agua Consumo (m ³) / mes	Vol. Ahorro agua (m ³) / mes	Vol. total (L/mes)	Vol. Ahorro (L/mes)	Vol. total (L/año)	Vol. Ahorro (L/año)
Producción	6,4402	3,1122	9552,4	3112,2	114628,8	37466,4
Limpieza y desinfección	3,2984	0,9228	4221,2	922,8	50654,4	11073,6
Total	9,7386	4,0350	13779,6	4035	165283,2	48540

Tabla 26. (Continuación)

Jornada	Costo total Agua \$ / mes	Costo de ahorro de agua \$ / mes	Costo total Agua \$ / año	Costo de ahorro de agua \$ / año
Producción	11739,7118	5673,1671	140876,5416	68078,0052
Limpieza y desinfección	6012,2874	1682,1537	72147,4488	20185,8444
Total	17751,9992	7355,3208	213023,9904	88263,8496

Respecto a la información brindada en las anteriores tablas, se observa que hay un consumo de agua mensual de 9738,6 l agua/mes y 165283,2 l agua/año con un costo total de \$ 17752 /mes y \$ 213024 / año. Con la posterior implementación de buenas prácticas de manufactura (concientización y capacitación del personal) se estima un ahorro de 29,30 % equivalente a 4035 l agua/mes y 48540 l agua /año y un ahorro en costos de \$7355, 3 /mes y \$88263,9 /año.

Una segunda alternativa para lograr un ahorro adicional es la instalación de equipos ahorradores en los puntos de suministro tales como: temporizadores ó restrictores de caudal (lavamanos y lavaplatos), boquillas o pistolas de cierre automático y de presión (manguera) que permitan reducir el consumo de agua.

Se estima que se consigue un ahorro entre 40% y 60% dependiendo de la presión de la red. (Catálogo de productos y dispositivos de ahorro de agua- alternativas para el uso eficiente del agua en la ciudad de México). Por lo tanto se ahorraría alrededor de 5511,84 L/mes y 66142,08 L/año con un costo total de ahorro de \$ 10047,4229/mes y 120569,0748 /año.

Otra de las alternativas para disminuir el consumo de agua es la limpieza en seco de las superficies, referente al barrido de sólidos en seco ya que en muchas ocasiones se utiliza la manguera para efectuar esta acción demandando así una mayor cantidad de agua potable y un aumento en la carga contaminante en las aguas residuales. Según la literatura consultada (Centro de Actividad Regional para la Producción Más Limpia, 2002) con esta medida se alcanzan reducciones del 25% del consumo de agua, para este caso equivale a un ahorro de 75253,2 l agua/año y \$ 137177,2 / año. Cada una de las anteriores alternativas de mejora se plantean en fichas de oportunidad de prevención y producción más limpia dónde se establecen los indicadores de desempeño ambiental a seguir.

Ficha 1. Oportunidad de prevención – Concientización y capacitación acerca del uso racional y eficiente del agua.

Alternativa 1: Concientización y capacitación acerca del uso racional y eficiente del agua.	
Tipo de Oportunidad: Capacitación y Concientización.	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas de manufactura
Proceso: Elaboración de productos lácteos. Jornada de producción, limpieza y desinfección	Etapas / Operación: Limpieza y desinfección de instalaciones
Problemática ambiental: Las operaciones de limpieza demandan un alto consumo de agua potable en la planta de lácteos para cumplir con los requerimientos de asepsia e higiene.	
Oportunidad de prevención: Concientizar y Capacitar a todo el personal de la planta acerca del uso racional y eficiente del agua en todas las operaciones realizadas en la planta como por ejemplo no dejar grifos abiertos mientras no estén en uso.	
Indicador desempeño ambiental: l ó m ³ consumo agua potable / jornada de producción, limpieza y desinfección l ó m ³ consumo agua potable / mes y año	
Inversión Ninguna Capacitación – Pasante Unicauca	
Ahorro consumo de agua (l) 4035 l agua/mes 48540 l agua/año	Ahorro costos consumo de agua (\$) \$7355, 3 /mes \$88263,9 /año
Implantación: - capacitación a todo el personal encargado de la planta y procesos productivos	Balance económico: Reducción en costos del consumo de agua No requiere inversión
	Balance ambiental: Menor consumo de agua. Reducción del volumen final del vertido.

Nota: Hay que tener en cuenta que para llevar a cabo este seguimiento se deben implementar medidores de agua en la planta, ya que aún no los posee. Es importante hacer seguimiento al consumo de agua mensual y registrar diaria o semanalmente al iniciar y al terminar cada jornada la cantidad marcada en el medidor de agua. Comparar los valores registrados, en caso de que no coincida, se pueden detectar fugas y por tanto se podrán tomar las medidas correctivas

Ficha 2. Oportunidad de prevención – Instalación de sistemas de cierre instantáneo y pistolas de presión en puntos de suministro

Alternativa 2: Instalación de sistemas de cierre instantáneo y pistolas de presión en puntos de suministro	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Sustitución de tecnología
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Jornada de producción, limpieza y desinfección.
Problemática ambiental: Las operaciones de limpieza de equipos y utensilios en las jornadas de producción y limpieza y desinfección demandan un alto consumo de agua potable en la planta de lácteos y por ende hay un alto vertimiento de aguas residuales.	
Oportunidad de prevención: Instalar boquillas o pistolas de cierre automático en las mangueras de agua empleadas en la limpieza y temporizadores ó restrictores de caudal en los lavaplatos y lavamanos.	
Indicador desempeño ambiental: l ó m ³ consumo agua potable / jornada de producción, limpieza y desinfección l ó m ³ consumo agua potable / mes y año	
Inversión total : \$78000 Pistolas de cierre automático y presión : \$18000 c/u Restrictores de caudal : \$20000 c/u	
Ahorro consumo de agua (l) 5511,84 l/mes 66142,08 l/año	Ahorro costos consumo de agua (\$) \$ 10047,43/ mes \$120569,08 /año
Implantación: - Instalación de sistemas de cierre automático en las mangueras de agua, temporizadores o restrictores de caudal en los otros puntos de suministro.	Balance económico: Reducción del gasto en agua. (alto) Coste de los dispositivos de cierre automático
	Balance Ambiental: Menor consumo de agua. Reducción del volumen final del vertido.

Nota: A pesar que el tanque es uno de los puntos de suministro con mayores demandas de agua, no es tomado en cuenta para la aplicación de estas medidas ya que este es empleado principalmente para ejecución de choque térmico, por ende su alternativa de mejora se planteará a nivel de los procesos productivos.

Ficha 3. Oportunidad de prevención – Limpieza en seco de superficies, ahorro y uso

Alternativa 3: Limpieza en seco de superficies, ahorro y uso eficiente del agua	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas prácticas de manufactura
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Limpieza de superficies
Problemática ambiental: Las operaciones de limpieza suponen un gran consumo de agua y el vertido de un elevado volumen de aguas residuales. Además en la limpieza de las instalaciones y superficies se arrastran sólidos que finalmente son eliminados con el efluente final, aumentando la carga contaminante del vertido.	
Oportunidad de Prevención: Reducir el consumo de agua en las operaciones de limpieza y la cantidad de residuos sólidos que llegan al efluente final mediante la utilización de sistemas de retirada en seco en dichos residuos.	
Indicador desempeño ambiental: l ó m ³ consumo agua potable / jornada de producción, limpieza y desinfección l ó m ³ consumo agua potable / mes y año	
Inversión Ninguna	Periodo de recuperación de la inversión Ninguno
Ahorro consumo de agua (l) 36664,50 L agua/año	Ahorro costos consumo de agua (\$) \$68835,92 / año
Implantación: Retirar los residuos sólidos en seco mediante cepillos o escobas. Formación del personal	Balance económico: Reducción del costo del agua. No requiere inversión
	Balance Ambiental: Reducción del consumo de agua Reducción del volumen final de vertido Reducción de la carga contaminante del vertido especialmente de sólidos en suspensión. Reducción de la carga contaminante del vertido

eficiente del agua.

8.1.2 Consumo de energía

Es relevante tener presente que el consumo de energía para la planta de lácteos del Sena es un dato cercano al real ya que se obtuvo a partir de las especificaciones de cada equipo y su tiempo de funcionamiento. A partir de esto se establece como una de las alternativas de mejora es la instalación de un medidor de electricidad independiente, el cual permita conocer con mayor exactitud las cantidades, flujos y costos asociados para

llevar un control adecuado y por ende la toma de decisiones oportunas que conducirán el uso eficiente de la energía.

Con el tratamiento de la información suministrada por los medidores de electricidad se puede relacionar el consumo de energía con la producción mensual de la planta, y de esta manera obtener un indicador muy importante denominado consumo específico que es el resultado del cociente entre el consumo de energía y el volumen de producción y que nos muestra cuanta energía se consume por unidad de producto (CPTS, Centro de Promoción de Tecnologías sostenibles, 2005). A continuación se muestra la ficha de oportunidad de prevención de la contaminación asociada a esta alternativa. (ver Ficha 4)

Ficha 4. Oportunidad de prevención– Instalación medidor independiente de energía eléctrica

Alternativa 4: Instalación medidor independiente de energía eléctrica	
Tipo de Oportunidad: Reducción	Re-diseño de procesos: Sustitución de tecnología
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: General
Problemática ambiental: Falta de datos de consumo de energía eléctrica de manera independiente.	
Oportunidad de Prevención : Instalar un medidor independiente de electricidad , el cual permita conocer a mayor exactitud las cantidades, flujos y costos asociados para llevar un control adecuado y por ende la toma de decisiones oportunas que conducirán el uso eficiente de la energía.	
Indicador desempeño ambiental: Consumo de energía kWh/ volumen de producción (L, g ó lb) consumo de energía por producto elaborado Consumo de energía kWh /mes Consumo de energía kWh /anual	
Implantación: - Instalación en la planta de lácteos un medidor independiente de energía eléctrica. Registro, procesamiento y análisis de la información. - Capacitación de todo el personal acerca del uso de los equipos instalados.	

Nota: Después de haber instalado el medidor en la planta se deben tomar registros del consumo de energía antes y después de la realización de cada proceso para determinar cuanta energía eléctrica es gastada por unidad de producto lácteo elaborado.

Acorde con las mediciones efectuadas se tiene que el consumo de energía se debe a los sistemas de refrigeración; algunos equipos eléctricos e iluminación. Para el uso eficiente y ahorro de energía se plantea la implementación de energías renovables tales como la iluminación LED. Con la tecnología LED (diodos emisores de luz) se hace un uso más eficiente de la energía eléctrica sin pérdidas de energía en forma de calor como en la iluminación tradicional incandescente o incluso en la fluorescente en las cuales las pérdidas de calor van desde el 50% hasta el 90% de la energía consumida, mientras que con la tecnología LED las pérdidas no superan el 9%. (Greenergy Solutions S.A.S, 2010):

Acorde con lo anterior se plantea como alternativa de producción más limpia reemplazar los tubos fluorescentes por tubos LED los cuales tienen las siguientes especificaciones:

Tabla 27. Especificaciones de iluminación – tubos LED

Tipo de lámparas	Tubos LED
Largo de la lámpara	120 cm
Potencia absorbida	25 W
Flujo luminoso	2027 lm
Duración	30000 horas
Costo promedio /tubo \$	35000

Con la implementación de esta alternativa se lograría un ahorro anual de 217,854 kWh equivalente en costos a \$ 65985,798/año (ver ficha 5).

Respecto al consumo de energía eléctrica demandada por los equipos empleados en la planta de lácteos se plantea efectuar el mantenimiento preventivo de cada uno de ellos con el fin de mejorar su eficiencia en su sistema de funcionamiento. Debido a que los sistemas de refrigeración son aquellos equipos que consumen mayor cantidad de energía eléctrica y puede provocar altos costos de operación cuando funcionan por debajo de su eficiencia nominal debido a desperfectos en el sistema es recomendable tomar en cuenta en su mantenimiento los siguientes aspectos, con el fin de verificar el estado de funcionamiento del sistema (CPTS, Centro de Promoción de Tecnologías sostenibles, 2005). A continuación se muestra la ficha de oportunidad correspondiente (ver Ficha 6).

Ficha 5. Oportunidad de prevención – Implementación Iluminación LED.

Alternativa 5: Implementación iluminación LED	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Sustitución de tecnología.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: General
Problemática Ambiental: Ineficiente uso de la energía eléctrica debido al uso de tubos fluorescentes para la iluminación los cuales generan pérdidas de calor del 50% al 90% de la energía consumida.	
Oportunidad de prevención: Reducir el consumo de energía en iluminación mediante el uso más eficiente de la energía es decir la utilización de la tecnología LED.	
Indicador desempeño ambiental: Consumo de energía kWh / día Consumo de energía kWh / mes y año	
Ahorro consumo de energía (kWh) 217,854 KWH /año	Ahorro costos consumo de energía \$: \$65985,798/ año
Inversión (\$): \$ 35000 cada lámpara led \$ 490000 a 980000 inversión total .	
Implantación: Sustituir los tubos fluorescentes por tubos LED	Balance económico: Requiere inversión inicial
	Balance Ambiental: Reducción del consumo de energía Reducción de la contaminación ya que no están fabricados con materiales tóxicos.

Ficha 6. Oportunidad de prevención – Mantenimiento de equipos

Alternativa 6: Mantenimiento de equipos	
Tipo de Oportunidad: Buen mantenimiento	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas de Manufactura
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: General – Equipos
Problemática ambiental: Alto consumo de energía y altos costos de operación debido a posibles ineficiencias en los sistemas de funcionamiento de los equipos empleados principalmente los sistemas de refrigeración.	
Oportunidad de prevención: Efectuar el mantenimiento periódico de los equipos (cada seis meses), especialmente los sistemas de refrigeración con el fin de mejorar su eficiencia y reducir consumos de energía .	
Indicador desempeño ambiental: Reducción consumo de energía kWh/ año Eficiencia de funcionamiento de los equipos (%)	
Implantación: Realizar el mantenimiento de equipos (sistemas de refrigeración primordialmente) cada seis meses.	Balance económico: No Requiere inversión ya que el mantenimiento preventivo de los equipos puede ser llevado a cabo por el personal o aprendices de electricidad del SENA que les permita fortalecer sus conocimientos en esta área.
	Balance Ambiental: Reducción del consumo de energía

8.1.3 Materias primas

Primero se enfoca hacia la calidad de las materias primas empleadas en el procesamiento de lácteos, por ello se establece como alternativa de mejora su control antes de ser incluidas en los procesos productivos (ver ficha 7).

Ficha 7. Oportunidad de prevención– Control e inventario de las materias primas

Alternativa 7: Control e inventario de las materias primas	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas prácticas de manufactura
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Recepción de materias primas
<p>Problemática ambiental: Las materias primas aceptadas que resulten de baja calidad o que estén alteradas microbiológicamente pueden convertirse en un residuo en sí mismas o posteriormente en productos no conformes generados y los cuales pasan a ser un residuo.</p> <p>Generación de residuos por materias primas que ya han caducado.</p>	
<p>Oportunidad de prevención: Establecer especificaciones de calidad para las materias primas y realizar un control a su entrada mediante análisis microbiológicos y físico-químicos.</p> <p>Implementar un sistema de inventarios de las materias primas que ingresen a la planta con el fin de reducir la cantidad de materias primas e insumos que se pierden al llegar a su caducidad por lo que no pueden ser empleadas en los procesos productivos.</p>	
<p>Implantación: Establecimiento de especificaciones de aceptación de las materias primas.</p> <p>Laboratorios ó kit rápidos de análisis especialmente para la determinación de calidad de la leche que entra a la planta</p> <p>Control de las condiciones adecuadas de almacenamiento de materias primas</p> <p>Inventarios de materias primas</p>	<p>Balance económico: Reducción del costo de las materias primas Ahorro en el costo de eliminación de los residuos Ahorro del costo de procesado de productos no conformes Solo se requiere una inversión inicial para los equipos de análisis.</p> <p>Balance Ambiental: Reducción del volumen de residuos generados.</p>

Nota: Este control se refiere específicamente a corroborar la calidad de la leche que es suministrada a la planta para ser procesada. Con la implementación de este sistema de control de la materia prima principal y otras materias primas secundarias se busca conocer las especificaciones de cada producto y realizar controles y análisis que cumplan con los parámetros de calidad exigidos en la planta de lácteos.

Acorde con la implementación de inventarios de las materias primas se debe tener en cuenta (Oportunidades de producción más limpia en el sector de cárnicos- Guía para empresarios, 2003, Colombia):

- Utilizar sistematización para determinar la cantidad de materias primas e insumos que ingresan a la planta, la cantidad gastada por cada proceso y su fecha de vencimiento.

- Las materias primas e insumos deben consumirse de acuerdo con su llegada, las primeras en entrar serán las primeras en ser llevadas al proceso productivo (primeras en entrar – primeras en salir).
- Se debe verificar que las compras de materias primas e insumos que se realicen se consuman en un tiempo determinado para garantizar que estas no caducarán y de igual manera se deberá verificar la fecha en la cual vencen.

Una de las grandes falencias encontradas en la evaluación es el inadecuado almacenamiento de algunas sustancias que son potencialmente peligrosas para el ambiente y la salud humana. Entre ellas se encuentran algunos desinfectantes, y el detergente industrial que son almacenados en la parte inferior del lavamanos y están expuestos a condiciones de humedad y en contacto directo con los encargados de la planta y procesos productivos. Por ello se plantea una alternativa de mejora orientada a su adecuado almacenamiento (ver ficha 8).

Ficha 8. Oportunidad de prevención – Almacenamiento adecuado de algunas sustancias

Alternativa 8: Almacenamiento adecuado de algunas sustancias	
Tipo de Oportunidad: Buenas Prácticas	Re-diseño de procesos: Buenas prácticas de manufactura
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Operaciones auxiliares
Problemática ambiental: Algunas sustancias y productos están almacenados inadecuadamente lo que podría conllevar a un riesgo para los trabajadores y el ambiente.	
Oportunidad de prevención: Disponer una zona adecuada para el almacenamiento de desinfectantes, detergentes industriales y algunos reactivos.	
Implantación: Disponer de una zona de almacenamiento específica para estos productos con las oportunas medidas de seguridad El almacenamiento debe realizarse por productos químicos compatibles Formación del personal sobre el manejo de estos productos Establecer un sistema de actuación en caso de accidente (tanto para el medio ambiente como para los trabajadores), es necesario solicitar las fichas técnicas o elaborar la MSDS respectivas. Señalizar y etiquetar adecuadamente estos productos acorde a la información suministrada por las MSDS.	Balance económico: Puede requerir una inversión en la adecuación de la zona de almacenaje. Balance Ambiental: Prevenir accidentes con implicaciones medioambientales.

Respecto a los detergentes industriales y agentes desinfectantes empleados en el proceso de limpieza y desinfección de equipos y utensilios para eliminar microorganismos que puedan producir enfermedades, presentan un riesgo potencial en su manipulación, con efectos en la salud de los encargados y contaminando también los efluentes líquidos.

Es por ello que se plantea una de las alternativas más viables desde el punto de vista ambiental, el uso de productos naturales extraídos de los vegetales, en especial de los cítricos que son completamente biodegradables, presentando muy poco riesgo para la salud humana; estas sustancias son los terpenos. Observar la ficha 9 correspondiente a esta alternativa.

Ficha 9. Oportunidad de prevención – Empleo de terpenos como agente desinfectante

Alternativa 9: Empleo de terpenos como agente desinfectante	
Tipo de Oportunidad: Cambio de insumos.	Re-diseño de procesos: Sustitución de materias primas ó cambio de insumos
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Operaciones de limpieza y desinfección
<p>Problemática ambiental: Los desinfectantes como el hipoclorito de sodio y el detergente industrial presentan potencial de riesgo para la salud de quienes los manipulan y para el ambiente.</p>	
<p>Oportunidad de Prevención: Emplear agentes de limpieza y desinfección biodegradables obtenidos a partir de productos naturales renovables como lo son los terpenos con el fin de reducir los efectos de riesgo en la salud y el impacto negativo al ambiente y usar productos de limpiezas biodegradables, libres de cloro y fosfatos.</p>	
<p>Implantación: Sustituir el uso de hipoclorito de sodio y detergentes industriales por los terpenos. Las formas más comunes de terpenos comerciales son el d-limoneno, derivado de los cítricos y el a-pineno cuyo origen se encuentra en los pinos. Ambos completamente biodegradables.</p>	<p>Balance económico: Inversión inicial en la compra de terpenos.</p>
	<p>Balance Ambiental: No dejan residuos Son biodegradables Se obtienen de recursos naturales renovables No generan un impacto negativo al ambiente No se requiere un tratamiento extra de los efluentes.</p>

8.1.4 Residuos

Los residuos generados a nivel general son aquellos resultantes del inadecuado almacenamiento y la ausencia de un inventario de materias primas, por ello se establecieron anteriormente estas alternativas de mejora para reducir estos residuos. En la planta existen aún algunos desinfectantes vencidos (Biquat y Hantec) los cuales actualmente ya no son empleados, pero que permanecen en este lugar, debido a que no se tiene especificaciones relacionadas a su apropiada disposición. También hay que resaltar que estos son desinfectantes potencialmente peligrosos para quienes los manipulan y para el ambiente de acuerdo con la evaluación química efectuada anteriormente.

8.2 NIVEL DE PROCESOS PRODUCTIVOS

Las alternativas de mejoramiento se plantearán acorde a lo evaluado en los procesos productivos. Debido a que algunos procesos siguen las mismas etapas de procesamiento que otros, se trazarán las estrategias de producción más limpia para las siguientes tres líneas de productos: bebidas fermentadas, quesos y productos concentrados (dulces).

8.2.1 Bebidas fermentadas

Entre las bebidas fermentadas elaboradas en la planta de lácteos se encuentran el yogur batido, yogur aplanado, kumis y bebida láctea. La primera etapa del procesamiento de lácteos es la recepción y adecuación de la materia prima, la cual es la misma para todos los procesos. Ya que no se conoce la carga contaminante de los efluentes, se procede a enfocarse en medidas de prevención y reducción las cuales son la esencia de las estrategias de producción más limpia. La primera alternativa es evitar el derrame de leche cuando se hace su recepción y adecuación, lo que conlleva también a reducir pérdidas de esta. Se logra a partir de las buenas prácticas de manufactura donde los encargados del procesamiento de lácteos son el eje central. Otra de las estrategias es recolectar el agua de lavado de las tinas que contiene residuos de leche con el fin de suministrarla como alimento para el ganado. La última alternativa se puede llevar a cabo gracias a que la planta está localizada en la granja del Sena (ver tabla 28).

Tabla 28. Cantidad de agua de lavado recolectada

Cantidad promedio de agua recolectada / día	Cantidad promedio de agua recolectada / mes	Ahorro de agua suministrada al ganado / año	Ahorro de agua suministrada al ganado (\$) / año
8 l	208 l	2496 l	\$ 5249,844

Hay que resaltar que el agua de lavado recolectada no contiene ningún tipo de detergente o desinfectante, por ello puede ser consumida por el ganado. Con esta medida se reduce el volumen del vertimiento de aguas residuales en un 1,023%.

Según literatura consultada el consumo de agua diario para vacas lecheras es de 70 a 250 l /día (Suministro de agua para el ganado, Ben Dennis- Oficial de sanidad animal, Noviembre de 2008) y se tiene que el consumo de agua diario para las vacas de raza Holstein del Sena Regional Cauca es en promedio 80 l /día lo cual equivale a un ahorro de agua suministrada al ganado de 10 % con la implementación de esta medida. A continuación se muestran las fichas de oportunidad de prevención de la contaminación asociadas a las anteriores alternativas.

Ficha 10. Oportunidad de prevención – Evitar y reducir pérdidas de leche

Alternativa 10: Evitar y reducir pérdidas de leche	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas prácticas de manufactura
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Recepción y adecuación materia prima
Problemática Ambiental: Los derrames y pérdidas de leche que se evacuan junto con las aguas residuales de la planta aumentan el volumen y carga contaminante especialmente la carga orgánica según la literatura consultada ya que no se tienen estos datos.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Evitar los derrames y pérdidas de leche con la aplicación de buenas prácticas de manufactura por parte de los encargados de los procesos.	
Implantación: Establecer procedimientos de operación en aquellas operaciones con mayor riesgo de derrames y pérdidas de leche. Segregar los derrames de leche del resto de los vertidos líquidos.	Balance económico: Menos pérdida de materia prima
	Balance Ambiental: Reducción del volumen final de vertido Reducción de la carga contaminante Disminución de la carga orgánica (disminución de los valores de DBO, DQO y grasas)

Ficha 11. Oportunidad de prevención– Recolectar agua de lavado de tinas

Alternativa 11: Recolectar agua de lavado de tinas	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas prácticas de manufactura
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Recepción y adecuación materia prima
Problemática Ambiental: El agua de lavado de las tinas contiene residuos de leche lo que contribuye al aumento de la carga orgánica en los vertidos.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Recolectar el agua de lavado de tinas después de haber entregado la leche, con el fin de suministrarla como alimento al ganado que se encuentra alrededor de la planta.	
Indicador desempeño ambiental : Vertimientos m3 ó l / día Vertimientos m3 ó l / mes Vertimientos m3 ó l / año	
Reducción de vertimientos: 8 l/día 208 l/mes 2496 l/año	Ahorro de agua suministrada al ganado : 2496 l / año
	Ahorro de agua suministrada al ganado (\$) : \$ 5249,844
Implantación: Recolectar el agua de lavado por jornada de producción.	Balance económico: No requiere de inversión
	Balance Ambiental: Reducción del volumen final de vertido Reducción de la carga contaminante Disminución de la carga orgánica (disminución de los valores de DBO, DQO y grasas)

Para la filtración se emplean lienzos de tela por lo tanto una de las alternativas planteadas es la sustitución de estos materiales por filtros de malla fina en acero inoxidable, los cuales se pueden reutilizar minimizando de esta manera la generación de residuos como los lienzos (ver ficha 12).

Ficha 12. Oportunidad de prevención – Sustitución de lienzos por filtros de malla fina en acero inoxidable.

Alternativa 12: Sustitución de lienzos por filtros de malla fina en acero inoxidable.	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Sustitución de materiales
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Recepción y adecuación materia prima
Problemática Ambiental: Los lienzos son posibles focos de contaminación si no son lavados y desinfectados apropiadamente. Además con el tiempo se convierten en residuos sólidos.	
Oportunidad de Prevención: Sustituir los lienzos de tela por filtros de malla fina en acero inoxidable, los cuales pueden ser reutilizados minimizando la generación de residuos sólidos (lienzos).	
Implantación: Emplear en la etapa de filtración de la leche filtros de malla fina en acero inoxidable en vez de lienzos de tela.	Balance económico: Requiere inversión en la compra de los filtros
	Balance Ambiental: Minimización de residuos sólidos

Retomando el proceso productivo de bebidas fermentadas se encuentran falencias de pérdidas de energía (pérdidas de combustible- fuente de energía) en las etapas de termización y pasteurización debido a fugas de combustible en este caso gas licuado de petróleo (GLP), por eso se plantea como alternativa referente a este aspecto, la revisión periódica de las instalaciones dónde fluye el glp, con el fin de reducir pérdidas de este realizar inspecciones técnicas de las estufas industriales y verificar el buen funcionamiento del quemador. También existen pérdidas de energía en forma de calor por convección y radiación, a través de las superficies externas que se encuentran a altas temperaturas es decir las paredes de los recipientes dónde se procesan las bebidas fermentadas, esto se debe principalmente a la falta de aislamiento térmico. Para evitar estas pérdidas de calor se establece como alternativa de mejoramiento el empleo de recipientes los cuales incluyan el sistema de aislamiento térmico. Se enfoca al empleo de este tipo de utensilios ya que el procesamiento de lácteos aun se elabora de manera manual sin emplear tecnologías sofisticadas.

Una olla o recipiente con aislamiento térmico consiste en una olla exterior y un recipiente interno. El espacio entre los recipientes interiores y exteriores se convierte en una cavidad

de aislamiento. El punto de contacto entre los dos botes se sella con un anillo de empaque flexible en forma de L. Esta cavidad sellada proporciona excelente aislamiento térmico, proporcionando de esta manera un ahorro de 35% a 55% de energía térmica. (Invento de Yokoyama, Katsunori (Yokoyama Co., LTD, 112 Tsugishin Oaza, Tsubameshi, Niigata, Japón). Acorde con la evaluación ambiental realizada anteriormente se obtuvo que hay una pérdida de energía en forma de calor promedio de 53,64% y 91,5% en las etapas de termización y pasteurización respectivamente en el procesamiento de bebidas fermentadas, por lo tanto con la implementación de esta medida solo habría pérdidas de energía de 8,64% y 46,5% en las etapas ya mencionadas respecto al valor promedio (45%) encontrado en la literatura para este tipo de recipientes. Posteriormente se observan las fichas de oportunidad de prevención de la contaminación referentes a las alternativas ya planteadas (ver ficha 13 y 14).

Ficha 13. Oportunidad de prevención – Revisión periódica de estufas industriales, instalaciones de flujo de combustible y quemadores.

Alternativa 13: Revisión periódica de estufas industriales, instalaciones de flujo de combustible y quemadores.	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas prácticas de manufactura
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: General
Problemática Ambiental: Pérdidas de combustible (GLP) debido a fugas en sus instalaciones de flujo en las estufas industriales.	
Oportunidad de Prevención: Realizar una revisión periódica de las estufas industriales, sus instalaciones de flujo de combustibles y quemadores con el fin de evitar pérdidas de combustible.	
Indicador desempeño ambiental : Consumo de glp lb / día Consumo de glp lb / mes Consumo de glp lb / año	
Implantación: Efectuar una revisión técnica cada 3 meses de las estufas industriales, sus instalaciones de flujo de combustibles. Verificar el buen funcionamiento de los quemadores	Balance económico: No requiere de inversión Reducción en los costos de combustible (GLP)
	Balance Ambiental: Reducción del consumo de combustible (GLP)

Ficha 14. Oportunidad de prevención– Empleo de recipientes con aislamiento térmico

Alternativa 14: Empleo de recipientes con aislamiento térmico	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: sustitución de equipos-tecnología
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: General
Problemática ambiental: Perdidas de energía en forma de calor debido a falta de aislamiento térmico en los recipientes en los cuales se lleva a cabo el procesamiento de lácteos.	
Oportunidad de prevención: Utilizar recipientes u ollas con aislamiento térmico para reducir las pérdidas de energía en forma de calor por convección y radiación a través de sus paredes sin aislar.	
Indicador desempeño ambiental : Reducción perdidas de energía kcal / proceso % eficiencia/ proceso	
Ahorro de energía térmica: Termización : ahorro de energía 83,89% Pasteurización : ahorro de 49,18%	
Implantación: Sustituir los recipientes de acero inoxidable, por aquellos que posean aislamiento térmico.	Balance económico: Requiere de inversión inicial en la compra de este tipo de recipientes.
	Balance Ambiental: Reducción en el consumo de combustible (GLP)

Uno de las grandes falencias encontradas en el procesamiento de bebidas fermentadas es el alto consumo de agua empleado como sistema de enfriamiento para efectuar el choque térmico requerido en este tipo de productos, por ello se plantea como alternativa de mejoramiento y de producción más limpia la reutilización del agua empleada en esta etapa ya que esta no entra en contacto ni con residuos sólidos, ni con productos por lo que se consideran limpia y pueden ser reutilizada en las labores de limpieza al final de la jornada de producción. Se estima un ahorro de 106 l a 424 l (10,6 l_{H2O} /l leche procesada) según la cantidad de leche procesada para la producción de bebidas fermentadas, lo anterior equivale a un ahorro de 13,86% a 54,24% respecto al consumo de agua promedio por jornada de producción.

En relación a las estrategias de producción más limpia, se plantea la sustitución de materiales o insumos; para este caso en particular, se busca la sustitución de colorantes y saborizantes artificiales por aquellos de origen natural, los cuales son empleados en la

elaboración de bebidas lácteas. Como sustitutos de colorantes artificiales (tartrazina y otros) está la riboflavina y carmín cochinilla los cuales son colorantes naturales y es permitido su uso en la fabricación de alimentos según la resolución 10593 de 1985. Como sustitutos de los saborizantes artificiales está el empleo saborizantes naturales como los aceites esenciales y los extractos.

Debido a que en la planta de lácteos existen aún algunos colorantes artificiales vencidos por esta razón se establece como alternativa de producción más limpia reutilizar este residuo como tinta para el rotulado de los productos ya elaborados. A continuación se observan las fichas 15,16 y 17 referentes a las alternativas ya planteadas.

Ficha 15. Oportunidad de prevención – Reutilización agua empleada para enfriamiento (choque térmico) en actividades de limpieza.

Alternativa 15: Reutilización agua empleada para enfriamiento (choque térmico) en actividades de limpieza	
Tipo de Oportunidad: Reutilización	
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Choque Térmico- bebidas fermentadas
Problemática Ambiental: Alto consumo de agua (106 l a 424 l) debido a la realización de choque térmico en las bebidas fermentadas generando así mismo un alto volumen de vertimientos.	
Oportunidad de Prevención: Reutilizar el agua empleada en la etapa de choque térmico requerida para la elaboración de bebidas fermentadas en la limpieza de la planta antes de terminar la jornada de producción.	
Indicador desempeño ambiental : Consumo de agua l/ día Consumo de agua l/ mes Consumo de agua l/ año	
Ahorro y reutilización de agua (l): 106 l a 424 l de agua/ jornada de producción	Ahorro y reutilización de agua (%): 13,86% a 54,24% / jornada de producción
Implantación: Reutilizar en agua empleada en la etapa de choque térmico en las labores de limpieza de la planta al final de cada jornada de producción. Debido a que el agua utilizada está almacenada en un tanque, no es necesario emplear otro tipo de instalaciones ya que el agua puede ser tomada se este para ser reutilizada.	Balance económico: Ahorro en costos del consumo de agua No requiere inversión inicial
	Balance Ambiental: Reducción del consumo de agua Reducción del volumen final de vertido Reutilización de este recurso en operaciones auxiliares

Ficha 16. Oportunidad de prevención – Sustitución de colorantes y saborizantes artificiales por aquellos de origen natural

Alternativa 16: Sustitución de colorantes y saborizantes artificiales por aquellos de origen natural	
Tipo de Oportunidad: Cambio de insumos	Re-diseño de procesos: Sustitución de materias primas o insumos
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Adición de colorantes y saborizantes – bebidas lácteas
Problemática ambiental: Los colorantes artificiales además de presentar efectos secundarios en la salud, son difícilmente degradables y generalmente no son eliminados en tratamientos biológicos típicos de aguas residuales causan un impacto ambiental negativo debido a su color persistente. Respecto a los saborizantes artificiales también pueden causar efectos sobre la salud de acuerdo con lo establecido en la evaluación química anteriormente efectuada.	
Oportunidad de prevención: Se propone la sustitución de los colorantes artificiales por aquellos de origen natural como la riboflavina y carmín de cochinilla. Como sustitutos de los saborizantes artificiales está el empleo de saborizantes naturales como los aceites esenciales y los extractos.	
Implantación: Sustitución de colorantes y saborizantes artificiales por aquellos de origen natural.	Balance económico: No requiere invertir en el tratamiento de vertimientos para este tipo de sustancias.
	Balance ambiental: Menores impactos negativos en el ambiente. No hay efectos secundarios sobre la salud.

Ficha 17. Oportunidad de prevención – Reutilización colorantes artificiales vencidos como tinta para rotulado.

Alternativa 17: Reutilización colorantes artificiales vencidos como tinta para rotulado	
Tipo de Oportunidad: Reutilización	
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Rotulado de productos
Problemática Ambiental: Existen aún en la planta de lácteos colorantes artificiales, lo que conlleva a la generación de residuos y un impacto negativo al ambiente, si estos no son dispuestos adecuadamente.	
Oportunidad de prevención: Reutilizar los colorantes artificiales vencidos como material de tinta para realizar el rotulado de los productos lácteos elaborados.	
Implantación: Reutilizar los colorantes artificiales vencidos como tinta para rotulado con el fin de reducir la generación de residuos sólidos y aprovecharlo como materia prima dentro del proceso de elaboración de lácteos.	Balance económico: Ahorro en costos de tinta para rotulado No requiere inversión inicial
	Balance Ambiental: Reducción de generación de residuos sólidos Reutilización de colorantes artificiales en la etapa de rotulado.

En cada una de las etapas efectuadas en la elaboración de bebidas fermentadas, hay generación de diferentes tipos de residuos que en su mayoría no son dispuestos adecuadamente, esto se puede observar en los balances de materia y energía correspondientes (ver apéndice 9). Para ello se plantean alternativas del manejo de residuos sólidos enfocado en los principios de producción más limpia descrito en la metodología. Se plantea el aprovechamiento de la materia orgánica (cáscaras de fruta y capa superior de grasa retirada en la etapa de descremado y batido) generada en la elaboración de bebidas fermentadas. Es de resaltar que las personas encargadas de la planta realizan una adecuada separación en la fuente de estos residuos, los cuales son depositados en el recipiente de color verde con rotulado de materia orgánica que se encuentra en la parte exterior de la planta de lácteos. Debido a que en la granja del Sena se cuenta con una biofábrica o compostera, se plantea como estrategia de producción más limpia continuar con el proceso de compostaje para aprovechar este tipo de residuos y obtener un nuevo producto en este caso bioabonos.

La segunda propuesta para la gestión integral de los residuos sólidos es desarrollar la separación en la fuente y consiste en la separación selectiva inicial de los residuos procedentes de cada una de las fuentes determinadas, dándose inicio a una cadena de actividades y procesos cuya eficacia depende de la adecuada clasificación de los residuos. Para realizar una correcta separación en la fuente se debe disponer de recipientes adecuados, que en términos generales deben ser de un material resistente que no se deteriore con facilidad y cuyo diseño y capacidad optimice el proceso de almacenamiento, en este caso se cuenta con la mayoría de estos recipientes ubicados en el exterior de la planta de lácteos. Los recipientes deben cumplir con los colores y clase de residuos correspondientes acorde a lo que exige la Guía Técnica Colombiana- GTC 024 INCONTEC (Ver figura 40).

Figura 37. GTC 024 - Código de colores, separación en la fuente



Los residuos de tipo químico, es preferible manejarlos en sus propios envases, empaques y recipientes atendiendo las instrucciones dadas en sus etiquetas y fichas de seguridad, cuidando de no mezclarlos cuando sean incompatibles y causen reacciones entre sí (SENA, 2006).

En la planta no se cuenta con los recipientes contenedores de residuos químicos, vidrio y latas. Además el recipiente de residuos biodegradables es de color verde y el contenedor de residuos ordinarios e inertes, en este caso es de color gris claro. Según lo establecido en GTC 024 hay una excepción para los recipientes de residuos biodegradables y ordinarios, los cuales pueden ser rotulados y emplear otro color acorde a lo establecido en la figura 40. También se muestra con mayor detalle el tipo de residuos correspondientes a cada recipiente (ver apéndice 11).

Los residuos característicos en el procesamiento de bebidas fermentadas son los siguientes: Papel aluminio, Vinipel ó papel película, empaques de azúcar de polietileno de baja densidad (PEBD) ó de papel, empaques del cultivo liofilizado y leche en polvo, envases dañados de polietilentereftalato (PET), y vasos desechables de poliestireno (PS). Acorde a lo establecido según la Guía técnica colombiana 024, se plantea la separación en la fuente de los residuos anteriormente mencionados y de esta manera permitir su reciclaje. Por ello es de vital importancia la sensibilización y capacitación a los encargados de la planta.

Debido a que para este tipo de productos se genera en su mayoría residuos plásticos también se plantea establecer el sistema de codificación de envases y empaques plásticos (ver apéndice 12) utilizado internacionalmente, el cual ayuda a identificar en los envases, botellas, contenedores y recipientes en general, el tipo de material plástico usado para su fabricación. En el apéndice 13 se pueden observar las aplicaciones de los residuos recuperados por tipo de plástico.

Conforme al tipo de residuos generados para estos procesos, se muestra posteriormente la alternativa de producción más limpia respectiva (ver Tabla 29).

Del mismo modo se realizan las fichas de oportunidad de la prevención de la contaminación (Ver fichas 18y19).

Tabla 29. Tipo de residuos generados y alternativas PML asociadas.

Residuo generado	Etapas del proceso dónde se generan los residuos	Alternativa
Cascaras de fruta	Adición de fruta, empaqueo, rotulado y venta	Aprovechamiento materia orgánica - Compostaje
Capa superior de grasa	Descremado y batido	Aprovechamiento materia orgánica - Compostaje
Papel aluminio	Refrigeración	Separación en la fuente – recipiente ordinarios e inertes
Vinipel o papel película	Refrigeración	Separación en la fuente- reciclaje- plásticos PP
Vasos desechables de PS dañados	Empaqueo, rotulado y venta	Separación en la fuente- reciclaje- plásticos PS.

Tabla 29. (Continuación)

Residuo generado	Etapas del proceso donde se generan los residuos	Alternativa
Bolsas de papel kraft	Homogeneización	Separación en la fuente – recipiente cartón y papel
Empaques plásticos de PEBD	Homogeneización	Separación en la fuente- reciclaje- plásticos PEBD
Empaque cultivo liofilizado	Inoculación	Separación en la fuente – recipiente ordinarios e inertes
Empaque leche en polvo	Homogeneización	Separación en la fuente – recipiente ordinarios e inertes

Fuente: Elaboración propia

Ficha 18. Oportunidad de prevención – Aprovechamiento de residuos biodegradables (materia orgánica).

Alternativa 18: Aprovechamiento de residuos biodegradables (materia orgánica).	
Tipo de Oportunidad: Reciclaje- Reutilización	Aprovechamiento – Compostaje
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: adición de fruta, descremado y batido - bebidas fermentadas
Problemática Ambiental: Generación de materia orgánica en algunas etapas del procesamiento de bebidas fermentadas. Inadecuada disposición de la capa superior de grasa.	
Oportunidad de prevención: Aprovechar este tipo residuos a través de proceso de compostaje, con el fin de re incorporarlos como materia prima o insumos para la fabricación de bioabonos.	
Implantación: Llevar los residuos de cáscaras de fruta y la capa superior de grasa generados en la elaboración de bebidas fermentadas a la compostera de la granja del Sena Regional Cauca, para obtener bioabonos.	Balance económico: No requiere inversión inicial Se obtiene beneficios económicos para la granja en la elaboración de bioabonos. Balance ambiental: Reducción de residuos generados Aprovechamiento de los residuos por medio del compostaje para la elaboración de bioabonos.

Ficha 19. Oportunidad de prevención – Separación en la fuente de residuos sólidos

Alternativa 19: Separación en la fuente de residuos sólidos	
Tipo de Oportunidad: Reciclaje	Separación en la fuente
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Procesos -bebidas fermentadas
Problemática Ambiental: Generación de materia de residuos sólidos, especialmente plásticos en algunas etapas del procesamiento de bebidas fermentadas. Inadecuada disposición de estos residuos.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Separar selectivamente los residuos en recipientes adecuados con el fin de realizar su gestión integral y lograr a partir del reciclaje su posterior aprovechamiento.	
Implantación: Separar selectivamente los residuos de acuerdo con lo establecido en la GTC 024 y el sistema de codificación del tipo de empaques y envases plásticos. Posteriormente contratar a la empresa encargada del aprovechamiento de estos residuos y obtener a partir de ellos nuevos productos. Sensibilización y capacitación a los encargados de la planta con respecto al adecuado manejo y separación en la fuente de los residuos.	Balance económico: Se requiere una inversión inicial para la compra de los recipientes que hacen falta en la planta de lácteos. Balance Ambiental: Reducción de residuos generados Separación en la fuente – Reciclaje

8.2.2 Quesos

Cabe resaltar que el vertido del lactosuero se hacía inicialmente, ya que posteriormente fue llevado a la compostera del Sena y reutilizado en otros procesos productivos. Por lo tanto una alternativa de producción más limpia, implementada a lo largo del desarrollo de este proyecto fue inculcar y capacitar a los encargados de la planta acerca de la importancia y el aprovechamiento de este residuo. De esta manera se pudo reutilizar el lactosuero como materia prima en la fabricación de bioabonos a partir del compostaje y evitar el aporte de carga contaminante a las aguas residuales. Los bioabonos son empleados en la granja del Sena lo que permite la sustentabilidad de la misma y lograr ahorros de inversión en este tipo de insumos.

En la planta de lácteos del Sena este subproducto del procesamiento de quesos, es reutilizado para la elaboración de productos lácteos tales como: bebida láctea y quesillo. Consecuentemente ya estaban aplicando una de las estrategias de producción más limpia y por ello se busca que sea una práctica continua de mejoramiento.

Por otra parte la materia prima principal empleada en la fabricación de lácteos, es decir la leche, es proveniente de vacas lecheras de raza Holstein encontradas en la granja del

Sena, las cuales proveen un tipo de leche con bajo contenido de sólidos generando un bajo rendimiento de 10,68% en el procesamiento de quesos. Debido a ello, se plantea como alternativa la sustitución de la leche proveniente de la raza Holstein, por aquella proveniente de la raza Jersey, la cual presenta una mejor calidad de la leche.

El contenido de sólidos de la raza Jersey se distribuye de la siguiente manera: contenido de grasa 5%, proteínas entre 3,6% a 5%, azúcar 5% y 0,7% en minerales. Entre las genéricamente denominadas proteínas se encuentra la caseína, componente fundamental para la elaboración de quesos. Se calcula que en promedio la caseína es un 78% del total del contenido de proteínas de la leche, siendo la caseína en la leche Jersey un 80,2%(AACJersey, 2007).

Otra de las grandes ventajas con sustitución de la leche es la disminución de la cantidad de suero que se genera debido a que el rendimiento del producto aumenta. En el apéndice 10 se puede observar los rendimientos de todos los productos lácteos procesados acorde con las mediciones efectuadas en el transcurso de desarrollo del proyecto.

Respecto a los residuos generados en estos procesos, son característicos los envases de polipropileno PP que contiene cuajo líquido, empaques de polietileno de baja densidad PEBD y residuos de Vinipel ó papel película. Para el manejo adecuado de estos residuos se establece como alternativa de mejoramiento la planteada inicialmente en bebidas fermentadas, enfocada hacia la separación en la fuente, la cual se muestra en la ficha de oportunidad de la prevención de la contaminación 16. Para los residuos de Vinipel o papel película se plantea la disminución del volumen generado, mediante la aplicación de la estandarización de medidas de Vinipel empleado para el empacado de los diferentes tipos de quesos, es decir, de 30 cm x 35 cm para presentaciones de 1 lb.

A continuación se presenta el tipo de residuos y la alternativa de producción más limpia asociada (ver tabla 30).

Tabla 30. Tipo de residuos generados y alternativas PML asociadas

Residuo generado	Etapas del proceso dónde se generan los residuos	Alternativa
Envases de polipropileno- PP	Coagulación	Separación en la fuente- reciclaje- plásticos PP
Empaques de polipropileno de baja densidad PEBD	Ajuste de temperatura y adición de cloruro de calcio	Separación en la fuente- reciclaje- plásticos PEBD
Residuos de Vinipel o papel película	Pesaje	Separación en la fuente- reciclaje- plásticos PP
Residuos de Vinipel o papel película	Empacado rotulado y venta	Minimización de residuos generados - estandarización de medidas de Vinipel empleado 30 cm x35 cm.

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el procesamiento de bebidas fermentadas existen pérdidas de energía en forma de calor por convección o radiación por la falta de aislamiento de las paredes de los recipientes cuando se lleva a cabo la etapa de termización, por esta razón se establece también como alternativa de mejoramiento la utilización de recipientes con aislamiento térmico, tal como se menciona en la ficha 14 de oportunidad de prevención de la contaminación.

En las fichas de oportunidad de prevención de la contaminación 20, 21 y 22 se muestran las alternativas recientemente mencionadas.

Ficha 20. Oportunidad de prevención – Reutilización del lactosuero para la producción de bioabonos a través del compostaje y para la elaboración de otros productos lácteos.

Alternativa 20: Reutilización del lactosuero para la producción de bioabonos a través del compostaje y en la elaboración de otros productos lácteos.	
Tipo de Oportunidad: Valorización y reutilización	
Proceso: Elaboración de quesos	Etapas / Operación: Desuerado
Problemática ambiental: El lactosuero recuperado deber ser aprovechado para que cause el menor impacto sobre el medio ambiente y no aporte alta carga contaminante al ser vertido al sistema de alcantarillado. El lactosuero generado equivale al 89% de la cantidad de leche procesada.	
Oportunidad de prevención: Utilización del lactosuero para la elaboración de otros productos como la bebida láctea y el quesillo. Emplearlo como materia prima para la producción de bioabonos a través del compostaje en la biofábrica localizada en la granja del Sena.	
Indicador desempeño Ambiental : Cantidad de lactosuero generado y aprovechado l /día Cantidad de lactosuero generado y aprovechado l / mes Cantidad de lactosuero generado y aprovechado l / año Cantidad de bioabonos producidos g / l de lactosuero	
Implantación: Reutilización de lactosuero para la fabricación de bioabonos atreves del compostaje. La compostera está ubicada en la granja del Sena lo que facilita el transporte del lactosuero. Continuar utilizando el lactosuero en la elaboración de otros productos como la bebida láctea y el quesillo.	Balance económico: No requiere inversión Ahorro en insumos empleados en la granja, debido a la producción de bioabonos Ingresos adicionales debido a la fabricación de bebida láctea y quesillo.
	Balance Ambiental: Reducción del volumen final de vertido Reducción del impacto negativo al ambiente

	Utilización del lactosuero en compostaje y otros productos.
--	---

Ficha 21. Oportunidad de prevención I – Sustitución de la leche proveniente de la raza Holstein por aquella proveniente de la raza Jersey.

Alternativa 21: Sustitución de la leche proveniente de la raza Holstein por aquella proveniente de la raza Jersey.	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen	Sustitución de materiales
Proceso: Elaboración de quesos	Etapas / Operación: recepción y adecuación de la materia prima
Problemática ambiental : Debido a la calidad y bajo contenidos de sólidos de la leche procesada en la planta, se obtienen muy bajos rendimientos en la producción de quesos. Generándose de esta forma una mayor cantidad de lactosuero.	
Oportunidad de prevención: Sustituir la leche proveniente de raza Holstein por una de mayor calidad como lo es la proveniente de la raza Jersey, con el fin de aumentar el rendimiento en la elaboración de quesos y disminuir por ende la cantidad de lactosuero generado.	
Indicador desempeño ambiental : Rendimientos de quesos % y lb. Disminución de lactosuero generado % y l.	
Rendimientos adicionales obtenidos: Queso campesino : 1,54%, 640 g ó 1,28 lb más Queso doble crema: 1,37%, 560 g ó 1,12 lb más	Disminución cantidad de lactosuero generado: Queso campesino: 1,54 % lactosuero menos Queso doble crema: 1,37 % lactosuero menos
Implantación: Procesar la leche proveniente de la raza Jersey para la elaboración de quesos.	Balance económico: No requiere inversión Aumento de ingresos a la planta debido al aumento del rendimiento de los quesos.
	Balance ambiental: Reducción del volumen final de vertido de lactosuero Reducción del impacto negativo al ambiente Aumento del rendimiento en los quesos- eficiencia de procesos productivos.

Ficha 22. Oportunidad de prevención – Estandarización de medidas de empaque para quesos

Alternativa 22: Estandarización de medidas de empaque para quesos	
Tipo de oportunidad: Reducción en origen	Minimización de residuos- buenas prácticas de manufactura
Proceso: Elaboración de quesos	Etapa / Operación: Empacado, rotulado y venta.
Problemática Ambiental: Generación de residuos de Vinipel debido a la falta de estandarización de las medidas de empaque.	
Oportunidad de prevención: Estandarizar las medidas de empaque (Vinipel) empleado, en este caso de 30cm x 35 cm para presentaciones de queso de 1lb. Con esta alternativa de mejora se disminuye el volumen de residuos generados.	
Indicador desempeño ambiental : Cantidad de residuos generados (Vinipel) l / día Cantidad de residuos generados (Vinipel) l / mes Cantidad de residuos generados (Vinipel) l /año	
Implantación: Estandarizar las medidas de empaque para quesos en presentaciones de 1lb. 30 cm x 35 cm de Vinipel empleado.	Balance económico: No requiere inversión Menor consumo de material de empaque- Vinipel Menores costos en la gestión de residuos
	Balance ambiental: Disminución del volumen de residuos de Vinipel generados.

8.2.3 Dulces concentrados

Entre los dulces concentrados elaborados en la planta de lácteos están: Manjar blanco, dulce cortado, arequipe de café y leche condensada.

De igual forma que en la elaboración de bebidas fermentadas y quesos, los dulces concentrados durante la preparación presentan pérdidas de energía en forma de calor por convección o radiación por la falta de aislamiento de las paredes de los recipientes cuando se lleva a cabo la etapa de termización y especialmente en la evaporación, por

esta razón se establece también como alternativa de mejoramiento la utilización de recipientes con aislamiento térmico (Ver ficha 14).

Referente a los residuos generados en estos procesos, son característicos los envases de polipropileno PP y poliestireno de tarrinas y venecianas dañadas, empaques de polietileno de baja densidad PEBD y de papel. Para el manejo adecuado de estos residuos se establece como alternativa de mejoramiento la planteada inicialmente en bebidas fermentadas, enfocada en la separación en la fuente, la cual se muestra en la ficha 19 de oportunidad de la prevención de la contaminación. La cantidad de residuos generados de empaques tubulares de PEBD, en el empaqueo de la leche condensada, se debe principalmente a la falta de mantenimiento de la selladora de impulso manual, lo que conlleva a la ineficiencia en su funcionamiento, por lo tanto se establece como alternativa de mejora el mantenimiento continuo de los equipos, evidenciada en la ficha 6 de oportunidad de la prevención de la contaminación.

Seguidamente se indica el tipo de residuos y la alternativa de producción más limpia asociada (ver tabla 31).

Tabla 31. Tipo de residuos generados y alternativas PML asociadas

Residuo generado	Etapas del proceso dónde se generan los residuos	Alternativa
Envases de polipropileno- PP	Empacado	Separación en la fuente- reciclaje- plásticos PP
Envases de poliestireno PS	Empacado	Separación en la fuente- reciclaje- plásticos PS
Empaques de polipropileno de baja densidad PEBD	Homogeneización	Separación en la fuente- reciclaje- plásticos PEBD
Empaques de papel	Homogeneización	Separación en la fuente- reciclaje- cartón y papel
Empaques de polipropileno de baja densidad PEBD	Empacado	Minimización de residuos- mantenimiento de equipos

Fuente: Elaboración propia

9 CONCLUSIONES

- Acorde con la identificación de los aspectos ambientales de la producción de lácteos, realizada a partir de las herramientas de producción más limpia de tipo cualitativo tales como el ecomapa y la evaluación química, se pudo identificar que las sustancias altamente peligrosas para la salud de las personas que las manipulan, son el BI QUAT (cloruro de dimetil bencil amonio), el hidróxido de sodio 0.1 N, hipoclorito de sodio 5% (siempre y cuando se someta altas temperaturas y haya una exposición prolongada que cause irritaciones en la piel y ojos) y colorantes artificiales (tartrazina). También se determinó que la mayoría de las sustancias tienen un impacto negativo sobre el ambiente, esencialmente sobre organismos acuáticos con excepción del Timsen el cual es un producto biodegradable.
- Conforme a la información proporcionada por el ecomapa y la evaluación química se identificaron como zonas críticas el área de almacenamiento de desinfectantes y detergentes (parte inferior del lavamanos), debido a que se manipulan en este lugar la mayoría de compuestos con características tóxicas peligrosas o ecotóxicas y no se cuenta con los adecuados procedimientos de almacenaje y el cuarto de materias primas dónde se encuentran algunos desinfectantes y otras sustancias como el hidróxido de sodio y colorantes.
- No se cuentan con las fichas técnicas u hojas de datos de material seguro (MSDS) de las sustancias manipuladas en la planta lo que conlleva al desconocimiento de su apropiada manipulación, almacenaje, señalización, etiquetado, posibles efectos en la salud y el ambiente, disposición final entre otros.
- Se determinó a nivel general, que una de las grandes falencias en el procesamiento de lácteos es el alto consumo de agua potable correspondiente a la realización de actividades de limpieza y desinfección de la planta, presentando en promedio consumos de este recurso de 781,686 l / jornada de producción y 1192,559 l / jornada de limpieza y desinfección. Estos valores conciernen específicamente al inapropiado uso de agua en los puntos de suministro de la manguera y el tanque.

Los otros puntos presentan dificultades referentes a la falta concientización de las personas que los manipulan.

- Se estableció que el mayor consumo de energía en la planta, en general, se atribuye esencialmente a los cuartos fríos que están en funcionamiento las 24 horas del día. Existen otros equipos como la licuadora, batidora industrial y selladora de los cuáles su empleo y consumo depende del proceso a realizar, por lo tanto no se considera su aporte en la demanda general de energía pese a que no se cuenta con un cronograma de los productos que van hacer elaborados diariamente. Es relevante mencionar la no contribución del consumo de energía de los otros equipos debido a que muchos de estos se encuentran en mal estado ó falta alguna pieza para cumplir con su función. Por lo tanto la energía eléctrica consumida obtenida a partir de las especificaciones propias de los equipos debido a la falta de medidores se estimó en 2331,54 kWh mes.
- No se logró realizar la caracterización de aguas residuales de la planta de lácteos del Sena, debido a la falta de recursos para su ejecución, por ello no fue posible determinar la carga contaminante de los efluentes. Sin embargo, se establece el tipo de vertimientos efectuados, entre ellos, están las aguas residuales de las jornadas de producción, limpieza y desinfección conformadas por residuos de detergente industrial, desinfectantes y residuos de leche. También hay vertimientos de residuos líquidos provenientes de la pruebas de calidad (NAOH y fenolftaleína), lactosuero dulce y ácido y saborizantes vencidos. Los valores correspondientes a la cantidad de aguas residuales en la jornada de producción y de limpieza y desinfección son los mismos de consumo de agua potable debido a que el agua se emplea exclusivamente para cumplir con las normas de higiene y no hace parte de la materia prima requerida en cada uno de los procesos productivos.
- Con respecto a la evaluación ambiental a nivel de procesos productivos, esencialmente en la elaboración de bebidas fermentadas se encontró que el mayor problema ambiental asociado a esta actividad, es la gran demanda de agua potable para llevar a cabo la etapa de choque térmico equivalente a consumir de 106 l a 300 l de agua dependiendo de la cantidad de leche procesada. Igualmente, se presentan altos consumos de energía eléctrica en la etapa de refrigeración de estos productos. Hay pérdidas de energía en forma de calor las cuales oscilan entre 35,4% y 94,46%, lo que puede atribuirse a la mala combustión de los quemadores ó pérdida de energía por convección/radiación a través de las paredes sin aislar, mostrando una ineficiencia en los procesos. También se generan en promedio 326,274 g residuos sólidos / l yogur procesado tales como: cascara de fruta, capa superior de grasa, bolsas de PEBD, de papel, envases dañados de PET y vasos PS, Vinipel y papel aluminio , los cuales en su mayoría no son dispuestos

adecuadamente. Otra de las falencias características de este tipo de productos es la utilización de colorantes y saborizantes artificiales para la bebida láctea, causando algunos efectos negativos en la salud de quienes los manipulan y al ambiente.

- Relacionado a la elaboración de quesos, uno de los grandes impactos negativos al ambiente es la generación de lactosuero, el cual es altamente contaminante debido a su aporte de materia orgánica a las aguas residuales. Inicialmente el lactosuero era vertido al sistema de alcantarillado y no se llevaba a la compostera de Sena, pero a medida que se desarrolló el proyecto se fomentó evitar su vertimiento y destinarlo para la elaboración de bioabonos a partir del compostaje. En la planta ya se realizaba la reutilización de este subproducto en la elaboración de bebida láctea y queso, estableciéndose de esta manera como una práctica de producción más limpia. Además se observó que la leche empleada para la producción de quesos presenta bajo contenido de sólidos totales, lo que conlleva a bajos rendimientos de estos productos. En promedio se genera una menor cantidad de residuos sólidos igual a 35,577 g / lb de queso elaborado, entre los cuales esta, el papel película o Vinipel, envases de PP y empaques de PEBD.
- En el procesamiento de dulces concentrados es evidente una mayor generación de residuos de bolsas tubulares de PEBD, debido al inadecuado funcionamiento de la selladora de impulso manual, donde es importante su continuo mantenimiento. Existen mayores pérdidas de energía en forma de calor las cuales oscilan entre 92,42% y 94,56%, lo que puede deberse a la mala combustión de los quemadores ó por pérdida de energía por convección/radiación a través de las paredes sin aislar, mostrando una ineficiencia en los procesos.
- Las alternativas de mejoramiento ambiental, para cada una de las falencias encontradas a lo largo del procesamiento de lácteos, se plantearon teniendo en cuenta el enfoque y principios de producción más limpia. Entre estas se caracteriza la sustitución de materias primas, reutilización, reciclaje mediante la separación en la fuente, sustitución de tecnología y aplicación de buenas prácticas de manufactura tal como se indicó en las 22 fichas de oportunidad de la prevención de la contaminación.
- Se generaron alternativas de producción más limpia las cuales en su mayoría dependen exclusivamente de la aplicación de buenas prácticas de manufactura, dónde se hace la capacitación a todos los encargados de la planta de lácteos para su posterior implementación y mejorar el desempeño ambiental de la producción de lácteos.

10 RECOMENDACIONES

- Debido a que no se conoce la carga contaminante específica de los efluentes provenientes de la planta se sugiere realizar su caracterización para determinar si cumple con la normatividad ambiental vigente para este tipo de vertimientos y establecer las medidas que conlleven a evitar o mitigar el impacto negativo que causan al ambiente. Para la caracterización es importante tener presente parámetros tales como: DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos, pH, T°, aceites y grasas y fosfatos.
- También se recomienda la ejecución de la caracterización de agua potable que es suministrada a la planta, con el fin de cumplir con todos los parámetros de calidad exigidos para el procesamiento de alimentos.
- Es de suma importancia para aumentar la eficiencia de los procesos, especialmente en la elaboración de quesos solicitar el suministro de leche proveniente de la raza Jersey, con el fin de aumentar su rendimiento y obtener más ganancias económicas en este tipo de productos, asimismo disminuir la producción del lactosuero y la generación de este tipo de residuo.
- Se recomienda emplear los diferentes indicadores ambientales planteados en las alternativas de mejoramiento, para cuantificar importantes evoluciones en la protección ambiental de la planta de lácteos.
- Es importante la continua capacitación y sensibilización respecto al uso eficiente de los recursos a todos los encargados del procesamiento de alimentos, así como el conocimiento, manipulación, almacenaje, disposición entre otros aspectos indicados en las hojas de datos de material seguro (MSDS).
- Se recomienda la implementación de todas las alternativas de producción más limpia planteadas en las fichas de oportunidad de prevención, las cuales requieren de la disponibilidad de recursos otorgados por el SENA Regional Cauca.

11 BIBLIOGRAFÍA

ACCJERSEY. [En línea]. Fecha de publicación 2007. Disponible en: <http://www.producción-animal.com.ar>

ANALYTYCA. Reactivos y Materias Primas Especiales. Hoja de datos de seguridad. Tartrazina (C.I 19140). Actualizado Junio 2008.

ARANGO Bedoya Oscar y Sanches E Sousa Luciana. Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea en sistema anaerobio de tipo UASB. Diciembre 2009.

AGRONET, Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario; Boletines de coyuntura económica, PIB Agropecuario trimestre 2008. www.agrocadenas.gov.co/lacteos/Documentos/CNC_perfil_lacteos.pdf

BAKER JT. Material Safety Data Sheet. Sodium Hypochlorite Solution [en línea]. Fecha de publicación Mayo de 2000, Actualizado Febrero de 2003. [citado Julio de 2003]. Disponible en: <http://www.jtbaker.com/msds/englishhtml/S4106.htm>

BEN DENNIS. Oficial de sanidad animal. Suministro de agua para el ganado, Noviembre de 2008.

CENTRO DE ACTIVIDAD REGIONAL PARA LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (CAR/PL). Prevención de la Contaminación en la Industria Láctea. Barcelona, España, 2002

CENTRO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE HONDURAS, Guía de Producción más Limpia para la producción avícola, Edición AGA & Asociados – Consultores en comunicación, Tegucigalpa, Honduras, 2009.

CPTS, Centro de Promoción de Tecnologías sostenibles, Guía Técnica de Producción Más Limpia, USAID/ BOLIVIA, Julio 2005.

CENTRO MEXICANO PARA LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. [en línea]. Disponible en: <http://www.cmpl.ipn.mx/>

CENTRO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA, Panamá.

COLANTA. Planta de Lácteos .Planeta Rica. Córdoba, Colombia.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1252. (27, noviembre, 2008). Por el cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referente a los residuos o desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C., 2008.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 09. (24, enero, 1979). Por el cual se dictan medidas sanitarias. Código nacional sanitario. Bogotá, D.C., 1979.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 388. (18, julio, 1997). Por el cual se modifica la Ley 9 de 1989 y la Ley 3ra de 1991 y se dictan otras disposiciones. POT. Bogotá, D.C., 1997.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1259. (19, diciembre, 2008). Por medio del cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C., 2008.

COLOMBIA. PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA. Decreto 2811. (18, diciembre, 1974). Por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente. Bogotá, D.C., 1974.

COLOMBIA. PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA. Decreto 3930. (25, octubre, 2010). Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la Ley 09 de 1979, así como el capítulo II – parte III- libro II del Decreto Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C., 2010.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 4745. (30, diciembre, 2005). Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Bogotá, D.C., 2005.

COLOMBIA. PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA. Decreto 02. (11, enero, 1982). Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas. Bogotá, D.C., 1982.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 1667. (27, junio, 1997). Por el cual se modifica parcialmente el

Decreto 948 de 1995, que contiene el reglamento de protección y control de calidad del aire. Bogotá, D.C., 1997.

COLOMBIA. PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA. Decreto 605. (27, marzo, 1996). Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo. Bogotá, D.C., 1996.

COLOMBIA. PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA. Decreto 3075. (23, diciembre, 1997). Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C., 1997.

COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Resolución 2309. (24, febrero, 1986). Po el cual se dictan normas del contenido del Título III de la parte 4a. del libro 1. del Decreto Ley 2811 de 1974 y de los Títulos I, II y XI de la Ley 09 de 1979, en cuanto a residuos especiales. Bogotá, D.C., 1986.

COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Resolución 10593. (16, julio, 1985). Bogotá, D.C., 1985.

CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD- CCS. Software Dataquim. Hoja de datos de seguridad hidróxido de sodio al 50%. Última actualización 2003. Bogotá, Colombia.

CORONADO Maldonado Margarito y OROPEZA Monterrubio Rafael: Manual de prevención y minimización de la contaminación industrial. 1ra edición, México, D.F. Panorama Editorial, S.A, 1998

DAMA - Departamento técnico administrativo del medio ambiente. Oportunidades de producción más limpia en el sector de cárnicos. Bogotá, Colombia ,2002.

GALLEGO Mauricio, PNUMA. Producción más limpia en la industria alimentaria. Vol. II, N° 1, Enero- Junio 2006.

GREENERGY SOLUTIONS S.A.S. [en línea]. Fecha de publicación 2010. Disponible en: [http:// www.greenerycol.com](http://www.greenerycol.com)

GOBIERNO CHILENO, Comisión Nacional del Medio Ambiente. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial: Fabricación de productos lácteos. Santiago de Chile. Marzo de 1998. [En línea]. Fecha de publicación 26 de Marzo de 2006. Disponible en: [http:// www.conama.cl/rm/568/articles_1016LacteosGuia.pdf](http://www.conama.cl/rm/568/articles_1016LacteosGuia.pdf).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Guía técnica colombiana, gestión ambiental, residuos sólidos, guía para la separación en la fuente. GTC 024. Bogotá. D.C.: El Instituto ,2009.

INSTITUTO MÉXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA, IMTA. 2009

MARQUEZ León Ricardo, Análisis de los aspectos ambientales de una organización. Medellín – Colombia

MERCK Catalogue. ChemDAT- The Merck Chemical Database.2000.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guia Ambiental,principales procesos básicos de transformación de la industria plástica - manejo,aprovechamiento y disposicion de residuos plásticos post-consumo . Bogotá, Julio 2004.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL- CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD. Guías para manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas. República de Colombia

OPORTUNIDADES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL SECTOR DE CÁRNICOS. 2003, Bogotá, Colombia.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). [En línea]. Fecha de publicación 20 Marzo de 2006. Disponible en <http://www.pnuma.org/industri/producciomlimpia>.

STATE COMPENSATION INSURANCE FUND, California, 2000-2010

REVISTA VIRTUALPRO, procesos industriales, Polifoinia Editores. Bogotá, Colombia, 2010. [En línea]. Disponible en <http://www.revistavirtualpro.com>

REVISTA IALIMENTOS.© 2009 – AXIOMA COMUNICACIONES Bogotá – (Cundinamarca) – Colombia; ww.revistaialimentos.com.co/...lácteo/como-esta-el-sector-lacteo.htm

RAMOS Urbano Angela Marcela - Ingeniera Industrial .Tutorial Procesos tecnológicos de elaboración de derivados lácteos. Popayán : Universidad del Cauca - Programa de tecnología agroindustrial, 2005.

SENA, Servicio Nacional de Aprendizaje.

SENA, Metodología para la implementación del plan de manejo integral de residuos sólidos, PMIRS. Diciembre, 2006.

SOCIEDAD VENEZOLANA DE MICROBIOLOGÍA. Informe - Apartado 76635, El Marqués, Caracas, Venezuela, 2010.

STATE CHEMICAL DIVISION- STATE INDUSTRIAL PRODUCTS, Msds, Cleveland, Febrero de 2005.

TECNOLOGÍA DE PRODUCTOS LÁCTEOS. En Ingeniería y Agroindustria (Cap 9).

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM. (UNEP), Cleaner Production – Key Elements. [En línea]. Fecha de publicación 20 de Marzo de 2006. Disponible en: http://www.unep.org/pc/cp/understanding_cphome.htm#definition

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM, DIVISION ON TECHNOLOGY INDUSTRY AND ECONOMICS – UNEP, DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Dairy Guide Cleaner Production Assessment In Dairy Processing. France, 1998.

UNIVERSIDAD DEL CUYO, FACULTAD DE INGENIERIA. Determinación de detergentes en aguas residuales. 2010

APÉNDICES

Apéndice 1. Inventario de equipos, herramientas y utensilios – Planta procesamiento de alimentos (Lácteos)

SENA REGIONAL CAUCA – CENTRO AGROPECUARIO								
INVENTARIO PLANTA DE LACTEOS (EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y UTENSILIOS)								
EQUIPO	CANT	CAPACIDAD	N° DE ORDEN	MARCA	ESTADO	VOLTAJE	INTENSIDAD (Amp)	FRECUENCIA (Hz)
ESTUFA A GAS INDUSTRIAL- ACERO INOXIDABLE	1	3 QUEMADORES	3613		BUENO			
ESTUFA A GAS INDUSTRIAL- ACERO INOXIDABLE	1	3 QUEMADORES	3615		BUENO			
AHUMADOR A GAS	1		3885	ESSEN	BUENO			
HORNO DESHIDRATADOR – MIXTO	1		1607	JAVAR	BUENO	110 V		60
NEVERAS- EQUIPO DE REFRIGERACION MIXTO 30" , ACERO INOX, 2 PUERTAS	1	860 L	3624		BUENO	115 V	REFIRG. 5,6 - CONG. 4,4	60
NEVERAS- EQUIPO DE REFRIGERACION MIXTO 30" , ACERO INOX, 2 PUERTAS	1	860 L	3623		BUENO	115 V	REFIRG. 5,6 - CONG. 4,4	60
NEVERAS- EQUIPO DE REFRIGERACION MIXTO 30" , ACERO INOX, 4 PUERTAS	1		1580		REGULAR – FUNCIONA SOLO CONG.			
NEVERA PORTATIL AZUL	1	51 L	1040	RUBBERMAID	BUENO			
HORNO A GAS 3 CAMARAS	1		3887	ESSEN	REGULAR – 1 CAMARA DAÑADA	110 V		60
DESPULPADORA DE FRUTA	1		1605	JAVAR	BUENO	110 V		60
DESPULPADORA DE FRUTA	1			COMEK				
SELLADORA DE IMPULSO S10HPHLE11	1		3941	CITAISA	BUENO	110 V	15	
SELLADORA DE IMPULSO, SELLADORA MANUAL PARA VASOS TIPO YOGURT, GELATINA	1		4142	JAVAR	REGULAR- HAY QUE CAMBIAR EL MOLDE			
SELLADORA DE IMPULSO, MANUAL	1			JAVAR				

EQUIPO	CANT	CAPACIDAD	N° DE ORDEN	MARCA	ESTADO	VOLTAJE	INTENSIDAD (Amp)	FRECUENCIA (Hz)
SELLADORA DE IMPULSO , MANUAL	1			BROTHER	MALO- PARA REPARACION			
AMASADORA –PANADERIA	1	VOL. 50 L	3888	ESSEN		220 V		60
MARMITA DE GAS	1	PEQUEÑA	3848	COMEK				
MARMITA GAS	1	PEQUEÑA	3856	COMEK				
MARMITA GAS	3	GRANDES		JAVAR				
BALANZA DE PISO	1	150 KG	3853	COMEK	BUENO			
PRENSA PARA QUESOS MANUAL	1		4518		BUENO			
PRENSA PARA QUESOS HIDRAULICA	1		2291	E.MC	BUENO			
COMPRESOR PARA PRENSADORA	1	25 L DE AIRE		FOZAR	BUENO			
BATIDORA B15	1		858	MISSER	BUENO	110 V		60
BATIDORA CSM-A200	1			ESSEN	BUENO	110 V		60
BATIDORA 250W	1	PEQUEÑA	2411	BLACK & DECKER	BUENO			
MANTEQUILLERA MQ-50	1	12,6 Kg	2289	JAVAR		110 V		60
PELADORA DE PAPAS	1				BUENO			
DESCREMADORA – FRANCESA	1	125 L	4515	ELECREM	REGULAR-FALTA DISCO	110 V		50-60
DESNATADORA	1	125 L	2288	MOTOP C14	REGULAR-FALTA DISCO	220 V		50
BALANZA TRIPLE BRAZO	1	2610 g	20899-1000000101	OHAUS	BUENO			
BALANZA TRIPLE BRAZO	1	2610 g	4521					
BALANZA DE MESA	1	25 Lb	4522	OMEGA	BUENO			
BALANZA ANALITICA ELECTRONICA	1	Máx.30 Kg	1606	JAVAR	MALO-PARA REPARACION	120		60
BALANZA DIGITAL FU6	1	6 Kg	2287	JAVAR	MALO- PARA REPARACION			
BALANZA ANALITICA ELECTRONICA	1	Máx. 3kg	3846	JAVAR	MALO- PARA REPARACION			

EQUIPO	CANT	CAPACIDAD	N° DE ORDEN	MARCA	ESTADO	VOLTAJE	INTENSIDAD (Amp)	FRECUENCIA (Hz)
BALANZA ANALITICA ELECTRONICA	1	Máx. 15kg		COMEK	BUENO			
BALANZA DE RELOJ	1	1 Kg		CAMRY	BUENO			
INCUBADORA –E&Q	1		4188	ESSEN	BUENO	110V		
PROCESADOR DE VEGETALES	1		1610	JAVAR	BUENO	110 V		
MINI –TINA DE CUAJADO	1		2804	JAVAR	BUENO			
ESTERILIZADOR	1	20 L	4186	ESSEN	BUENO			
EMPACADORA AL VACIO –DZ 260	1		1577	COMEK	BUENO	220 V		
LICUADORA INDUSTRIAL MOTOR 1 HP Y 3600RPM	1	13 L	2777	IMVEL	BUENO	110 V		
LICUADORA DE VASO CC-34	1	13 L		HOBART	BUENO	120 V	11	60
LICUADORA DE VASO	1	4 L	1603	JAVAR	BUENO	110 V		60
IMPRESORA FECHA –LOTE DPH100	1		3847	COMEK	MALO – PARA REPARACION	110 V		
IMPRESORA FECHA –LOTE DPH100	1		3855	COMEK	MALO – PARA REPARACION	110V		
TANQUE DE ENFRIAMIENTO	1	500 L	4178		BUENO			
MOLINO MANUAL	1				BUENO			
MESAS METALICAS EN ACERO INOXIDABLE	1	1,80 m X 0,90 m	3798		BUENO			
MESAS METALICAS EN ACERO INOXIDABLE	1	1,80 m X 0,90 m	3799		BUENO			
MESAS METALICAS EN ACERO INOXIDABLE	1	1,80 m X 0,90 m	3800		BUENO			
MESAS METALICAS EN ACERO INOXIDABLE	1	1 m X 1m	1574		BUENO			
TERMOMETRO RELOJ DE COCINA	1		2309		MALO-PARA REPARACION			
TERMOMETRO RELOJ DE COCINA	1		2310		MALO-PARA REPARACION			
TERMOMETRO RELOJ DE COCINA	1		2311		MALO-PARA REPARACION			

EQUIPO	CANT	CAPACIDAD	N° DE ORDEN	MARCA	ESTADO	VOLTAJE	INTENSIDAD (Amp)	FRECUENCIA (Hz)
TERMOMETRO RELOJ DE COCINA	1		2312		MALO-PARA REPARACION			
TERMOMETRO RELOJ DE COCINA	1		2313		MALO-PARA REPARACION			
TERMOMETRO RELOJ DE COCINA	1		2314		MALO-PARA REPARACION			
TERMOMETRO	1		2315		MALO-PARA REPARACION			
TERMOMETRO RELOJ DE COCINA	1		2316		MALO-PARA REPARACION			
TERMOMETRO BRIXCO	1				BUENO			
TERMOMETRO INFRAROJO	1				BUENO			
REFRACTOMETRO INDUSTRIAL 0 – 80 BRIX	1		4308		BUENO			
PH METRO INDUSTRIAL HI83141	1			HANNA	BUENO			
TERMOLACTODENSIMETRO	1		2304	BRIXCO	MALO			
TERMOLACTODENSIMETRO	1		2305	BRIXCO	BUENO			
TERMOLACTODENSIMETRO	1		2306	BRIXCO	MALO			
TERMOLACTODENSIMETRO	1		2307	BRIXCO	MALO			
TERMOLACTODENSIMETRO	1		2308	BRIXCO	MALO			
TERMOLACTODENSIMETRO	1		2309	BRIXCO	MALO			
TERMOLACTODENSIMETRO	1		2310	BRIXCO	BUENO			
PROPIPETAS	1				BUENO			
PROPIPETAS	1				BUENO			
PROPIPETAS	1				MALO			
PROPIPETAS	1				MALO			
PIPETAS	1	10 ml		BRIXCO	BUENO			
PIPETAS	1	10 ml		BRIXCO	BUENO			
PIPETAS	1	10 ml		BRIXCO	BUENO			
PIPETAS	1	10 ml		BRIXCO	MALO			

EQUIPO	CANT	CAPACIDAD	N° DE ORDEN	MARCA	ESTADO	VOLTAJE	INTENSIDAD (Amp)	
PIPETAS	1	5 ml		HBG-GERMANY	BUENO			
PIPETAS	1	5 ml		HBG-GERMANY	MALO			
PIPETAS	1	5 ml		HBG-GERMANY	MALO			
PIPETAS	1	5 ml		HBG-GERMANY	MALO			
TITULADORES DE ACIDEZ	1			ABC-COLOMBIA	BUENO			
TITULADORES DE ACIDEZ	1			ABC-COLOMBIA	MALO			
TITULADORES DE ACIDEZ	1			ABC-COLOMBIA	MALO			
BEAKER	1	50 ml		BRIXCO	BUENO			
BEAKER	1	50 ml		BRIXCO	BUENO			
ERLENMEYER	1	10 ml		BRIXCO	BUENO			
ERLENMEYER	1	10 ml		BRIXCO	BUENO			
CALDERO EN ALUMINIO	1	50 L			BUENO			
CALDERO EN ALUMINIO	1	75 L			BUENO			
TINAS EN ALUMINIO	2	40 L		IMUSA	BUENO			

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 2. Materias primas – Planta procesamiento de alimentos (Lácteos)

DETALLE	UNIDAD	MATERIAL	TIPO EMPAQUE	VALOR UNITARIO
Leche	1 L	-----	-----	1000
Azúcar blanca	50 Kg (bulto)	-----	Papel	120000
Sal	1 Kg	-----	PEBD- plástico	750
Leche en polvo	1 kg	-----	Otros	15600
Saborizantes	130 ml	-----	Otros	14500
Colorantes	25 g	-----	Otros	1500
Cultivo yogurt	1g	-----	Otros	7500
Cultivo de kumis	1g	-----	Otros	7500
Café instantáneo	250 g	-----	Vidrio	12500
Glucosa	5 L	-----	PEBD- plástico	20000
Harina de arroz	1 kg	-----	PEBD- plástico	3500
Cremodan	1 kg	-----	PEBD- plástico	60000
Pectina	1 kg	-----	PEBD- plástico	60000
Bicarbonato de sodio	1 kg	-----	PEBD- plástico	4000
Citrato de sodio	1 kg	-----	PEBD- plástico	8000
Fécula	1kg	-----	PEBD- plástico	6000
Ácido cítrico	1 kg	-----	PEBD- plástico	6500

Ácido ascórbico	1 kg	-----	PEBD- plástico	65000
Benzoato de sodio	1 kg	-----	PEBD- plástico	7800
Frutas varias	1 kg	-----	-----	5000
Hidróxido de sodio 0.1 N	1 gal	-----	PET – plástico	64000
Fenolftaleína	100 ml	-----	Vidrio	5000
Gas licuado de petróleo	100 lb	-----	-----	120000
Hipoclorito de sodio 5%	1 gal	-----	PET – plástico	10000
Timsen	1 kg	-----	PET - plástico	130000
Detergente industrial – DERSA	20 kg	-----	PP- plástico	125000
Crema lavavajilla – AXION	450 g	-----	PP- plástico	7500
Yodóforo – HANTEC	1 kg	-----	PET- plástico	-----
BI QUAT	1 kg	-----	PET- plástico	-----
Envase Litro	60 unid	PET	PEBD- plástico	45000
Envase personal -200 ml	100 unid	PET	PEBD- plástico	65000
Tarrinas surtidas (6,8,12 oz)	25 unid	PS	PEBD- plástico	9000
Tarrinas 14 oz	25 unid	PS	PEBD- plástico	10500
Tarrinas 32 oz	25 unid	PS	PEBD- plástico	17000
Venecianas 3 oz	20 unid	PP	PEBD- plástico	5000
Venecianas 5 oz	20 unid	PP	PEBD- plástico	6400
Venecianas 8 oz	20 unid	PP	PEBD- plástico	7000

Venecianas 12 oz	20 unid	PP	PEBD- plástico	8000
Vasos con tapa 7 oz	50 unid	PS	PEBD- plástico	11500
Bolsas tubulares	1 rollo	PEBD	PEBD- plástico	15000
Papel aluminio	1 rollo	Papel aluminio	Cartón	4000
Papel película – Vinipel	1 rollo 30cm * 500 m	PP	Cartón	30000
Toallas reutilizables – Wypall *70	1 rollo (28cm * 42cm)		PEBD – plástico	23000
Lienzos	1 unidad	Tela	-----	5000
Pegante para moscas	1 unidad	-----	-----	4000
Encendedor de gas + cargador	1 unidad	-----	-----	17000
Gorros desechables	Caja		Cartón	15000
Tapabocas	Caja		Cartón	15000
Guantes látex	Caja 50 pares	látex	Cartón	15000
Frutas	Kg	-----	Materia orgánica	5000

Fuente: Elaboración propia (costos, Lactocentro – todo para la industria de alimentos)

Abreviaturas

PET: Polietileno tereftalato

PP: polipropileno

PS: Poliestireno

PEBD: polietileno de baja densidad

Apéndice 3. Tabla características ambientales y de seguridad para cada tipo de desinfectante empleado en la planta de procesamiento de alimentos del Sena Regional Cauca

Sustancia	Estabilidad y condiciones a evitar	Daños en la salud	Ecotoxicidad	Precauciones manipulación	Almacenamiento y manejo de envases	Equipo protector
Yodóforo- HANTEC	Es un compuesto químicamente estable, bajo condiciones normales. Se deben evitar temperaturas elevadas mayores a 40°C y sobrecalentamiento del envase ya que se puede liberar yodo. ¹	Es ligeramente corrosivo. Puede causar irritación moderada al contacto con los ojos, la piel y la membrana mucosa. ¹	Puede ser tóxico para organismos acuáticos. ²	En caso de contacto con los ojos, enjuáguese inmediatamente con abundante agua fría corriente y potable durante mínimo 15 min. En caso de persistir las molestias acuda al oftalmólogo. Sin embargo no induzca a vómito, consulte con su médico. ³	Almacenar en un lugar seguro que este aislado, ventilado, seco, fresco y sombreado. No dejar destapado el envase. No dejar al alcance de los niños. En el manejo y desecho del producto evite contaminar alimentos, materia prima y material de empaque, tampoco contamine arroyos, ríos, lagos, lagunas, estanques, manantiales, mantos freáticos, mares ni océanos. Los derrames en piso deben absorberse con arena o aserrín. No reutilice el envase. ³	No se requiere equipo especial de protección ya que es empelado como jabón actibacterial yodado para manos. En casos de riesgo por inhalación utilizar un equipo respiratorio con filtro de gas tipo B. ^{2,3}

Sustancia	Estabilidad y condiciones a evitar	Daños en la salud	Ecotoxicidad	Precauciones manipulación	Almacenamiento y manejo de envases	Equipo protector
N-alquil dimetil bencil amonio clorado (40%) – TIMSEM	Es un compuesto altamente estable. Se debe evitar el contacto con jabones, detergentes y amoniacos debido a q no es compatible con ellos y podría reducir la efectividad del producto. ^{4,6}	Categoría toxicológica IV (ligeramente Tóxico). Es muy rara la irritación en condiciones de trabajo, pero en personas muy sensibles puede ocurrir a 3200 ppm. Puede producir irritación ocular al contacto con una concentración de 1600 ppm en conejos, pero no se tiene evidencia de exposiciones prolongadas en el hombre. ⁵	Es un producto 100% biodegradable. Esto se debe al consumo o desgaste de los iones catiónicos frente a los ánodos que se encuentran en presencia de materia orgánica o en sustancias de esta naturaleza. Su desgaste lleva a que la molécula del ingrediente activo se integre al medio ambiente. ⁵	En caso de intoxicación llame al médico inmediatamente y mostrar una copia de la etiqueta del producto. Mientras llega al médico proceda de la siguiente manera: • En caso de intoxicación oral administre tan pronto como sea posible, grandes cantidades de leche. • Evite ingerir alcohol • No efectúe lavado gástrico • Si la respiración se hace dificultosa, administre oxígeno o respiración artificial. ⁶	Conservar en un lugar seco fuera de la acción del sol y la humedad. ⁶	No requiere protección respiratoria, pero se debe utilizar tapabocas cuando se realizan nebulizaciones ambientales, cubriendo desde el tabique hasta el mentón. No requiere protección para la piel, siempre y cuando no se manipulen concentraciones mayores a 3200 ppm, ya que puede causar irritación. ⁵
Cloruro de dimetil benzil amonio – BI QUAT	Es un compuesto químicamente estable bajo condiciones normales. El vapor a altas temperaturas (descomposición térmica) puede generar gases	Puede causar daños severos. Por inhalación causa ligeras irritaciones en las mucosas del sistema respiratorio, dolores de cabeza y/o	Muy tóxico para organismos acuáticos.	Evitar inhalar vapores del producto. En caso de contacto con la piel u ojos, enjuáguese inmediatamente con abundante agua fría corriente y potable	Almacenar en lugar seguro que este aislado, ventilado, seco y fresco. No dejar destapado el envase. No dejar al alcance de los niños.	Se deben utilizar gafas de seguridad, guantes impermeables y mandil sintético. ⁷

Sustancia	Estabilidad y condiciones a evitar	Daños en la salud	Ecotoxicidad	Precauciones manipulación	Almacenamiento y manejo de envases	Equipo protector
	irritantes.	náuseas. Por ingestión es moderadamente tóxico, puede causar serias irritaciones en las mucosas del sistema gastro-intestinal. Causa ligeras irritaciones y/o quemaduras en contacto prolongado con la piel. ⁷		durante mínimo 15 min. Quítese la ropa y aparatos contaminados, lávelos y enjuáguelos muy bien antes de usarlos nuevamente. Si lo ingiere, no induzca al vómito, tome leche o agua y acuda al médico. ⁷	En el manejo y desecho del producto evite contaminar alimentos, materia prima y material de empaque, tampoco contamine arroyos, ríos, lagos, lagunas, estanques, manantiales, mantos freáticos, mares ni océanos. Los derrames en piso deben absorberse con arena o aserrín. No reutilice el envase. ⁷	
Hipoclorito de sodio (5%)	Se descompone lentamente al contacto con el aire. La exposición a la luz solar acelera su descomposición. Se debe evitar la luz y el calor y el contacto con incompatibles tales como: ácidos, compuestos ferrosos y materia orgánica, ya que es fuertemente oxidante. Emite vapores tóxicos de	Inhalación: irritación de la nariz, ojos y garganta. Alta concentración de vapor produce quemaduras, edema pulmonar, y de laringe, tos. Ingestión: quemaduras en la boca, náuseas y vómito. Piel: causa quemaduras de	Perjudicial para la vida acuática. Evitar su entrada a corrientes de agua. Toxicidad de peces: LC50 = 5.9 ppm/96h/Fathead Minnow/agua fresca. ⁹	Si es inhalado, trasladar al aire fresco, sino respira suministrar respiración artificial, mantener a la víctima abrigada y en reposo. En contacto con la piel y ojos lavar con abundante agua la zona afectada durante mínimo 15 min. Retirar la ropa y calzado	Almacenar en lugares frescos, secos y ventilados. Lejos de fuentes de calor o ignición. Se para de materiales incompatibles. ⁹	Inhalación: irritación de la nariz, ojos y garganta. Alta concentración de vapor produce quemaduras, edema pulmonar, y de laringe, tos. Ingestión: quemaduras en la boca, náuseas y vómito.

	cloro cuando se calienta hasta la descomposición y óxido de sodio a altas temperaturas. ⁹	acuerdo a la concentración. Ojos: el contacto puede causar severa irritación y daño especialmente. ⁹		contaminados. ⁹		Piel: causa quemaduras de acuerdo a la concentración. Ojos: el contacto puede causar severa irritación y daño especialmente. ⁹
--	--	--	--	----------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia

1. Spin, yodocide H-5 , hoja de seguridad 2.fef, Ficha de seguridad 3. Hantec- Tecnas , desinfectante Sena 4.Salud y bienestar animal S.A. de C.V 5.hoja de seguridad timsen 6. timsem , desinfectante Sena 7. Biqat , desinfectante Sena 9.CISPROQUIM

Apéndice 4. Tabla de evaluación química

Sustancia	EXP	COR	INF	TOX	Estabilidad y condiciones a evitar	Daños en la salud	Ecotoxicidad	Precaución/Primeros auxilios	Equipos de protección
Yodóforo-HANTEC		X		X	Es un compuesto químicamente estable bajo condiciones normales. Se deben evitar temperaturas elevadas mayores a 40°C y sobrecalentamiento del envase ya que se puede liberar yodo.	Es Ligeramente corrosivo. Puede causar irritación moderada al contacto con los ojos, la piel y la membrana mucosa.	Puede ser tóxico para organismos acuáticos.	En caso de contacto con los ojos, enjuáguese inmediatamente con abundante agua fría y potable durante mínimo 15 min. En caso de persistir las molestias acuda al oftalmólogo. Sin embargo no induzca a vómito, consulte a su médico.	No se requiere equipo especial de protección ya que es empujado como jabón antibacterial yodado para manos. En casos de riesgo por inhalación utilizar un equipo respiratorio con filtro de gas tipo B.
N-alquil dimetil bencil amonio clorado (40%) – TIMSEM				X	Es un compuesto altamente estable. Se debe evitar el contacto con jabones, detergentes y amoniacos debido a q no es compatible con ellos y podría reducir la efectividad del producto.	Categoría toxicológica IV Ligeramente Tóxico). Es muy rara la irritación en condiciones de trabajo, pero en personas muy sensibles puede ocurrir a 3200 ppm. No se tiene evidencia de exposiciones prolongadas en el hombre.	Es un producto 100% biodegradable.	En caso de intoxicación llame al médico inmediatamente y mostrar una copia de la etiqueta del producto. Mientras llega al médico proceda de la siguiente manera: • En caso de intoxicación oral administre tan pronto como sea posible, grandes cantidades de leche. Evite ingerir alcohol.	No requiere protección respiratoria, pero se debe utilizar tapabocas cuando se realizan nebulizaciones ambientales, cubriendo desde el tabique hasta el mentón. No requiere protección para la piel, siempre y cuando no se manipulen concentraciones mayores a 3200 ppm

Sustancia	EXP	COR	INF	TOX	Estabilidad y condiciones a evitar	Daños en la salud	Ecotoxicidad	Precaución/Primeros auxilios	Equipos de protección
Cloruro de dimetil benzil amonio – BI QUAT		X		X	Es un compuesto químicamente estable bajo condiciones normales. El vapor a altas temperaturas (descomposición térmica) puede generar gases tóxicos y corrosivos.	Puede causar daños severos. Por inhalación causa ligeras irritaciones en las mucosas del sistema respiratorio, dolores de cabeza y/o náuseas. Por ingestión es moderadamente tóxico, puede causar serias irritaciones en las mucosas del sistema gastro-intestinal. Causa ligeras irritaciones y/o quemaduras en contacto prolongado con la piel.	Muy tóxico para organismos acuáticos. Evite de forma efectiva que el producto químico se incorpore al ambiente.	Evitar inhalar vapores del producto. En caso de contacto con la piel u ojos, enjuáguese inmediatamente con abundante agua fría corriente y potable durante mínimo 15 min. Quitese la ropa y aparatos contaminados, lávelos y enjuáguelos muy bien antes de usarlos nuevamente. Si lo ingiere, no induzca al vómito, tome leche o agua y acuda al médico.	Se deben utilizar gafas de seguridad, guantes impermeables y mandil sintético.
Hipoclorito de sodio (5%) (NaOCl)				X	Se descompone lentamente al contacto con el aire. La exposición a la luz solar acelera su descomposición. Se debe evitar la luz y el calor y el contacto con incompatibles como: ácidos, compuestos ferrosos y materia orgánica, ya que es,	Inhalación: irritación de la nariz, ojos y garganta. Alta concentración de vapor produce quemaduras, edema pulmonar, y de laringe, tos. Ingestión: quemaduras en la	Perjudicial para la vida acuática. Evitar su entrada a corrientes de agua. Toxicidad de peces: Onchorhynchus mykiss CL50: 0,07 mg/l /48 h P. promelas CL50: 1.34 mg/l /96 h L. macrochirus CL50: 1.1 mg/l /96 h	Si es inhalado, trasladar al aire fresco, sino respira suministrar respiración artificial, mantener a la víctima abrigada y en reposo. En contacto con la piel y ojos lavar con abundante agua la zona afectada durante mínimo 15 min.	Se debe utilizar guantes, tapabocas, botas y ropa de laboratorio ó delantal.

Sustancia	EXP	COR	INF	TOX	Estabilidad y condiciones a evitar	Daños en la salud	Ecotoxicidad	Precaución/Primeros auxilios	Equipos de protección
					<p>fuertemente oxidante. También es incompatible con reactivos y sustancias que contengan amoníaco tales como ; hidróxido de amonio, cloruro de amonio Silito-fluoruro de amonio, sulfato de amonio, sales de amonio cuaternarias, ya que forman compuestos explosivos, liberan cloro, u otros gases nocivos. Emite vapores tóxicos de cloro cuando se calienta hasta la descomposición y óxido de sodio a altas temperaturas.</p>	<p>boca, náuseas y vómito. Piel: causa quemaduras de acuerdo a la concentración. Ojos: El contacto puede causar severa irritación y daño especialmente. Información Toxicológica : DL₅₀ (oral, ratas): 8910 mg/Kg DL₅₀ (oral, ratones): 5800 mg/Kg DL₅₀ (dérmica- conejos): > 10000mg/Kg Niveles permisibles de salud ocupacional: TLV (TWA; 8 horas; ACGIH): 1 ppm PEL (TWA; 8 horas; OSHA): 0.5 ppm STEL (WEEL; 15 min; AIHA): 2 mg / m³</p>	<p>Daphnia magna CE50: 0.07 – 0,7 mg/l /24 h Referido a la sustancia pura.</p>	<p>Retirar la ropa y calzado contaminados.</p>	

Sustancia	EXP	COR	INF	TOX	Estabilidad y condiciones a evitar	Daños en la salud	Ecotoxicidad	Precaución/Primeros auxilios	Equipos de protección
Hidróxido de sodio 0.1 N (NaOH)		X			Es estable en condiciones normales. Es incompatible con ácidos y compuestos halogenados como el tricloroetileno. La reacción con nitrometano u otros compuestos nitro similares produce sales sensibles al impacto. El contacto con metales como el Aluminio, Magnesio, Estaño o Zinc puede liberar gas hidrógeno el cual es un Combustible altamente explosivo (inflamable). Reacciona rápidamente con azúcares, lactosa y maltosa para producir monóxido de carbono. Evitar las altas temperaturas ya que produce óxido de sodio.	Inhalación: Severas irritaciones y posibles quemaduras de las membranas mucosas y en general del tracto respiratorio superior. Contacto piel/ojos: con concentraciones menores o iguales al 4% la irritación no se presenta sino hasta varias horas después, si la solución no se ha retirado de la piel o No se ha lavado la zona afectada. En los ojos se genera irritación. La exposición en los ojos puede producir acumulación de fluidos y coágulos de vasos sanguíneos de forma difusa o localizada. Ingestión: Causa irritaciones severas, posibles quemaduras en la boca, tracto digestivo y estómago.	Es una sustancia peligrosa para todos los organismos acuáticos por sus propiedades irritantes. Toxicidad en peces: Especie no reportada (peces de agua dulce) TLm: 48 horas, 49 mg	Si es inhalado, trasladar al aire fresco, sino respira suministrar respiración artificial, mantener a la víctima abrigada y en reposo. En contacto con la piel y ojos lavar con abundante agua la zona afectada durante mínimo 15 min. Retirar la ropa y calzado contaminados. En caso de ingestión no se debe intentar neutralizar los fluidos del estómago con sustancias o soluciones ácidas. Ni provocar vómito. El primer procedimiento es enjuagar la boca con grandes cantidades de agua.	Utilizar indumentaria de trabajo resistente a sustancias corrosivas. Utilizar botas de gomas y guantes en su manipulación y gafas en el caso que puedan existir salpicaduras

Sustancia	EXP	COR	INF	TOX	Estabilidad y condiciones a evitar	Daños en la salud	Ecotoxicidad	Precaución/Primeros auxilios	Equipos de protección
						También puede producir náuseas. Niveles permisibles de salud ocupacional: TLV (TWA; 8 horas; ACGIH): 2 mg / m ³ PEL (TWA; 8 horas; OSHA): 2 mg / m ³ IDLH (NIOSH): 5 mg / m ³			
Fenoltaleína Solución 1% C ₂₀ H ₁₄ O ₄			X		Estable cuando se almacena en condiciones apropiadas. Debe evitarse el contacto con el calor, chispas, llamas u otras fuentes de ignición.	Ojos: El contacto puede causar irritación moderada. Piel: El contacto causa irritación leve. Absorción: perjudicial si se absorbe por la piel. Órganos afectados: hígado y riñones. Ingestión: podría causar embriaguez, falta de coordinación, vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, náusea y confusión. Órganos afectados: sistema nervioso central, hígado y	Daphnias CEO: 7800 mg/l Peces CL50 > 10000mg/l Producto biodegradable.	En caso de pérdida de conocimiento nunca dar de beber ni provocar al vómito. Inhalación: trasladar al persona al aire libre. En caso de asfixia proceder A respiración artificial. Contacto con los ojos/piel: lavar con abundante agua y acudir al médico.	Utilizar guantes

Sustancia	EXP	COR	INF	TOX	Estabilidad y condiciones a evitar	Daños en la salud	Ecotoxicidad	Precaución/Primeros auxilios	Equipos de protección
						Inhalación: irritación del sistema respiratorio.			
Detergente industrial					Es estable en condiciones normales. Evitar el contacto con la luz solar, y fuentes de calor y humedad.	Ojos: □al contacto puede causar irritación superficial transitoria, lagrimeo y enrojecimiento. Piel: El contacto puede tener una acción irritante moderada como resultado de una exposición prolongada. Ingestión: Posible Irritación gastrointestinal. Inhalación: Puede provocar irritación de las membranas mucosas.	El producto no se considera nocivo para los organismos acuáticos en dilución normal. Debido a la presencia de fosfatos, los cuales son excelentes nutrientes para las plantas, aceleran el proceso de eutrificación.	Ojos / Piel: lavar con abundante agua y acudir al médico. Ingestión: No inducir al vómito. Beber un vaso de agua para diluir el producto. Inhalación: Salir al aire libre y ventilar el área afectada El producto atomizado adherido ala cavidad nasal puede enjaguarse o diluirse con solución salina o agua potable.	Utilizar guantes y gafas de seguridad adecuados.
					Este material es estable bajo condiciones normales de manipulación y uso, pero es sensible a la	Inhalación del polvo: puede causar irritaciones en vías respiratorias.	No hay información disponible	Ojos: En caso de contacto, inmediatamente lave los ojos con abundante	Utilizar guantes y gafas de seguridad adecuados.

Sustancia	EXP	COR	INF	TOX	Estabilidad y condiciones a evitar	Daños en la salud	Ecotoxicidad	Precaución/Primeros auxilios	Equipos de protección
Colorante artificial Tartrazina – E102 ó Amarillo 5 (Yellow 5)				X	humedad del aire. Se debe evitar calentar a altas temperaturas. Es incompatible con agentes reductores, agentes decolorantes, ácidos fuertes y álcalis.	Ojos: Puede provocar irritaciones por contacto ocular. Piel: Puede causar una reacción alérgica en la piel en personas sensibles a la tartrazina. Ingestión: Puede causar irritación en el tracto digestivo, asimismo causar trastornos gástricos y desequilibrio electrolítico. Toxicidad aguda: LD50 oral ratón = 12750 mg/Kg		agua durante 15 minutos. Piel: En caso de contacto enjuagar con abundante agua , quitarse la ropa y zapatos contaminados y acudir al médico si la irritación persiste. Ingestión: No inducir el vómito. Si la víctima está consciente y alerta, de 2-4 tazas de leche o agua. Inhalación: Si es inhalado, trasladar al aire libre. Si no está respirando, dar respiración artificial	Usar ropa de protección para evitar la exposición con la piel.
Saborizante artificial fresa					El producto es estable bajo condiciones normales. Se debe evitar el calor, las fuentes de ignición. Es incompatible con el aire, humedad y agentes oxidantes.	Puede causar irritación de la piel y ojos. La inhalación de vapor puede causar irritación del tracto respiratorio.	No hay información disponible	Ojos: En caso de contacto, inmediatamente lave los ojos con abundante agua durante 15 minutos. Piel: En caso de contacto enjuagar con abundante agua , quitarse la ropa y zapatos contaminados y acudir al médico si la	Bata de laboratorio y guantes.

Sustancia	EXP	COR	INF	TOX	Estabilidad y condiciones a evitar	Daños en la salud	Ecotoxicidad	Precaución/Primeros auxilios	Equipos de protección
								irritación persiste. Ingestión: No inducir el vómito. Si la víctima está consciente y alerta, de 2-4 tazas de leche o agua. Inhalación: Si es inhalado, trasladar al aire libre. Si no está respirando, dar respiración artificial.	
Saborizante artificial piña			X	X	El producto es estable bajo condiciones normales	Ligeramente peligroso en caso de inhalación. El contacto con los ojos puede ser irritante. Información toxicológica: toxicidad aguda del vapor (LC ₅₀ ratas): 31,623 ppm/ 4 horas	No hay información disponible	Ojos: En caso de contacto, inmediatamente lave los ojos con abundante agua durante 15 minutos. Piel: En caso de contacto enjuagar con abundante agua, quitarse la ropa y zapatos contaminados y acudir al médico si la irritación persiste. Ingestión: No inducir el vómito. Inhalación: Si es inhalado, trasladar al aire libre. Si no está respirando, dar respiración artificial.	Bata de laboratorio, guantes y respirador apropiado cuando hay una ventilación inadecuada.

Fuente: Elaboración propia

Abreviaturas → EXP: explosivo COR: corrosivo INF: inflamable TOX: tóxico

Apéndice 5. Determinación caudal promedio mediante aforos

CONSUMO DE AGUA	
CAUDAL PROMEDIO: Por medio de aforos-Probeta de 500ml vs Tiempo	

Puntos de suministro de agua

Manguera						
Vol. (ml)	500	500	500	500	500	500
t (s)	4,23	4,21	4,56	4,49	4,58	4,58
Q (ml/s)	118,20	118,76	109,65	111,36	109,17	109,17

Vol. (ml)	500	500	500	500	500
t (s)	4,51	4,45	4,27	4,36	4,42
Q (ml/s)	110,86	112,36	117,10	114,68	113,12

Lavaplatos 1						
Vol. (ml)	500	500	500	500	500	500
t (s)	7,38	7,52	7,21	7,19	7,5	7,5
Q (ml/s)	67,75	66,49	69,35	69,54	66,67	66,67

Vol. (ml)	500	500	500	500	500
t (s)	7,14	7,21	7,15	7,22	7,4
Q (ml/s)	70,03	69,35	69,93	69,25	67,57

Q promedio (ml/s) =	113,53
----------------------------	---------------

Q promedio (m3/s) =	0,0001135
----------------------------	------------------

Q promedio (ml/s) =	68,59
----------------------------	--------------

Q promedio (m3/s) =	0,00006859
----------------------------	-------------------

Lavaplatos 2					
Vol. (ml)	500	500	500	500	500
t (s)	4,75	4,82	4,76	4,85	4,89
Q (ml/s)	105,26	103,73	105,04	103,09	102,25

Vol. (ml)	500	500	500	500	500
t (s)	4,9	4,75	4,88	4,78	4,76
Q (ml/s)	102,04	105,26	102,46	104,60	105,04

Tanque					
Vol. (ml)	500	500	500	500	500
t (s)	7,33	7,53	7,75	7,77	7,42
Q (ml/s)	68,21	66,40	64,52	64,35	67,39

Vol. (ml)	500	500	500	500	500
t (s)	7,55	7,82	7,68	7,52	7,73
Q (ml/s)	66,23	63,94	65,10	66,49	64,68

Lavamanos					
Vol. (ml)	100	100	100	100	100
t (s)	1,15	1,19	1,22	1,14	1,13
Q (ml/s)	86,96	84,03	81,97	87,72	88,50

Vol. (ml)	100	100	100	100	100
t (s)	1,1	1,17	1,15	1,11	1,12
Q (ml/s)	90,91	85,47	86,96	90,09	89,29

$$Q \text{ promedio (ml/s)} = 103,88$$

$$Q \text{ promedio (m3/s)} = 0,0001039$$

$$Q \text{ promedio (ml/s)} = 65,73$$

$$Q \text{ promedio (m3/s)} = 0,00006573$$

$$Q \text{ promedio (ml/s)} = 87,19$$

$$Q \text{ promedio (m3/s)} = 0,00008719$$

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 1ra medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Arequipe de café	15
Manjar blanco	15
Kumis	20

N° de personas =	21
Choque Térmico (m3)=	0,180

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	130	36	0,00006859	0,0089	0,0025	11,386
Lavaplatos 2	145	50	0,00010390	0,0151	0,0052	20,261
Manguera	450	288	0,00011350	0,0511	0,0327	83,763
Tanque	30	5	0,00006573	0,1820	0,0003	182,301
Lavabotas				0,3455		345,450
Lavamanos	1071	609	0,00008719	0,0934	0,0531	146,479
Desinfección				0,015		15,0
Total	1826	988		0,711	0,094	804,639

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) =	804,639
--------------------------------------	---------

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 1ra medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Leche condensada	5
Quesillo	20
Yogur	15

N° de personas =	21
Choque Térmico (m3) =	0,160

Punto de suministro	Tiempo Consumo(s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	252	54	0,00006859	0,0173	0,0037	20,954
Lavaplatos 2	350	86	0,00010390	0,0364	0,0089	45,300
Manguera	600	295	0,00011350	0,0681	0,0335	101,583
Tanque	120	13	0,00006573	0,1679	0,0009	168,742
Lavabotas				0,3455		345,450
Lavamanos	966	441	0,00008719	0,0842	0,0385	122,676
Desinfección				0,015		15,0
Total	2288	889		0,7343	0,0854	819,706

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) =	819,706
-------------------------------------	----------------

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 1ra medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Queso doble crema	10
Cuajada	10
Bebida Láctea	10
Dulce cortado	10

N° de personas =	21
Choque Térmico (m3) =	0,140

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio(s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	170	53	0,00006859	0,01166	0,0036	15,2956
Lavaplatos 2	254	78	0,00010390	0,02639	0,0081	34,4948
Manguera	817	350	0,00011350	0,09273	0,0397	132,4545
Tanque	25	6	0,00006573	0,14164	0,0004	142,0376
Lavabotas				0,34545		345,4500
Lavamanos	1050	315	0,00008719	0,09155	0,0275	119,0144
Desinfección				0,01500		15,0
Total	2316	802		0,72442	0,0793	803,7469

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) =	803,747
-------------------------------------	----------------

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 1ra medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Queso molido antioqueño-Pasteurizado	20
Ricota	
Yogur aflanado	5
Queso doble crema	10
otro (postre)	5

N° de personas =	21
Choque Térmico (m3) =	0,100

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	298	97	0,00006859	0,0204	0,0067	27,0931
Lavaplatos 2	312	102	0,00010390	0,0324	0,0106	43,0146
Manguera	606	233	0,00011350	0,0688	0,0264	95,2265
Tanque	30	7	0,00006573	0,1020	0,0005	102,4320
Lavabotas				0,3455		345,4500
Lavamanos	987	336	0,00008719	0,0861	0,0293	115,3524
Desinfección				0,0150		15,0
Total	2233	775		0,6701	0,073	743,5685

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) =	743,569
-------------------------------------	----------------

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 1ra medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Kefir	10
Queso Mozzarella	30

N° de personas =	21
Choque Térmico (m3) =	0,100

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (m3)
Lavaplatos 1	148	47	0,00006859	0,0102	0,0032	13,3751
Lavaplatos 2	235	69	0,00010390	0,0244	0,0072	31,5856
Manguera	455	134	0,00011350	0,0516	0,0152	66,8515
Tanque	108	22	0,00006573	0,1521	0,0014	153,5449
Lavabotas				0,3455		345,4500
Lavamanos	1008	294	0,00008719	0,0879	0,0256	113,5214
Desinfección				0,0150		15,0
Total	1954	566		0,6866	0,0527	739,3284

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) =	739,328
-------------------------------------	----------------

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 2da medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Queso doble crema	20
Manjar Blanco	10
Arequipe de café	10

N° de personas = 25

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	750	226	0,000068590	0,0514	0,0155	66,9438
Lavaplatos 2	835	358	0,000103900	0,0868	0,0372	123,9527
Manguera	594	279	0,000113500	0,0674	0,0317	99,0855
Tanque	238	55	0,000065730	0,0156	0,0036	19,2589
Lavabotas				0,4113		411,2500
Lavamanos	1300	450	0,000087190	0,1133	0,0392	152,5825
Desinfección				0,0150		15,0
Total				0,7609	0,1272	888,0734

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) = 888,073

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 2da medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Dulce cortado	10
Leche condensada	10

N° de personas = 25

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (m3)
Lavaplatos 1	497	193	0,00006859	0,0341	0,0132	47,3271
Lavaplatos 2	546	288	0,00010390	0,0567	0,0299	86,6526
Manguera	505	203	0,00011350	0,0573	0,0230	80,3580
Tanque	159	36	0,00006573	0,0105	0,0024	12,8174
Lavabotas				0,4113		411,2500
Lavamanos	1250	425	0,00008719	0,1090	0,0371	146,0433
Desinfección				0,015		15,0
Total				0,6938	0,1056	799,4483

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) = 799,448

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 2da medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Queso Doble Crema	10

N° de personas = 25

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (m3)
Lavaplatos 1	700	288	0,00006859	0,0480	0,0198	67,7669
Lavaplatos 2	573	121	0,00010390	0,0595	0,0126	72,1066
Manguera	370	129	0,00011350	0,0420	0,0146	56,6365
Tanque	144	68	0,00006573	0,0095	0,0045	13,9348
Lavabotas				0,4113		411,2500
Lavamanos	1275	425	0,00008719	0,1112	0,0371	148,2230
Desinfección						15,0
Total				0,6814	0,1035	784,9178

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) = 784,918

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 3ra medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Yogur	40
Yogur aflanado	20
Kumis	40

N° de personas =	6
Choque Térmico m3 (20L)=	0,180
Choque Térmico m3 (40L)=	0,300

Punto de suministro	Tiempo Consumo(s)	Tiempo Desperdicio(s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	180	48	0,00006859	0,0123	0,0033	15,6385
Lavaplatos 2	333	92	0,00010390	0,0346	0,0096	44,1575
Manguera	630	278	0,00011350	0,0715	0,0316	103,0580
Tanque	55	13	0,00006573	0,7836	0,0009	784,4696
Lavabotas				0,0987		98,7000
Lavamanos	336	126	0,00008719	0,0293	0,0110	40,2818
Desinfección				0,015		15,0
Total	1534	557		1,0451	0,056	1101,3054

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) =	1101,305
------------------------------------	-----------------

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 3ra medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Queso Campesino (Lv)	22
Queso Campesino (Lc)	12

N° de personas = 6

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	290	48	0,00006859	0,0199	0,0033	23,1834
Lavaplatos 2	315	92	0,00010390	0,0327	0,0096	42,2873
Manguera	700	278	0,00011350	0,0795	0,0316	111,0030
Tanque	140	13	0,00006573	0,0092	0,0009	10,0567
Lavabotas				0,0987		98,7000
Lavamanos	318	114	0,00008719	0,0277	0,0099	37,6661
Desinfección				0,015		15,0
Total	1763	545		0,2827	0,055	337,8965

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) =	337,896
------------------------------------	----------------

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 3ra medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Queso Campesino (Lv)	28
Queso Campesino (Lv)	27
Leche condensada	17
Yogur	40

N° de personas =	6
Choque Térmico m3 (40L)=	0,310

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	419	197	0,00006859	0,0287	0,0135	42,2514
Lavaplatos 2	1005	411	0,00010390	0,1044	0,0427	147,1224
Manguera	950	318	0,00011350	0,1078	0,0361	143,9180
Tanque	123	33	0,00006573	0,3431	0,0022	345,2539
Lavabotas				0,0987		98,7000
Lavamanos	354	108	0,00008719	0,0309	0,0094	40,2818
Desinfección				0,015		15,0
Total	2851	1067		0,7286	0,104	832,5275

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) =	832,528
------------------------------------	----------------

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 3ra medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Queso Doble Crema	34
Queso Campesino (Lv)	33

N° de personas = 6

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	219	56	0,00006859	0,0150	0,0038	18,8623
Lavaplatos 2	392	85	0,00010390	0,0407	0,0088	49,5603
Manguera	540	248	0,00011350	0,0613	0,0281	89,4380
Tanque	50	13	0,00006573	0,0033	0,0009	4,1410
Lavabotas				0,0987		98,7000
Lavamanos	348	90	0,00008719	0,0303	0,0078	38,1892
Desinfección				0,015		15,0
Total	1549	492		0,2644	0,050	313,8908

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) = 313,891

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 3ra medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Yogur	20
Leche condensada	20
Queso Campesino (Lv)	17
Queso Campesino (Lc)	40

N° de personas =	6
Choque Térmico m3 (20L)=	0,170

Punto de suministro	Tiempo Consumo(s)	Tiempo Desperdicio(s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	390	88	0,00006859	0,0268	0,0060	32,7860
Lavaplatos 2	835	336	0,00010390	0,0868	0,0349	121,6669
Manguera	880	290	0,00011350	0,0999	0,0329	132,7950
Tanque	423	111	0,00006573	0,1978	0,0073	205,0998
Lavabotas				0,0987		98,7000
Lavamanos	354	108	0,00008719	0,0309	0,0094	40,2818
Desinfección				0,015		15,0
Total	2882	933		0,5558	0,091	646,3295

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) =	646,330
------------------------------------	----------------

Apéndice 6. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

CONSUMO DE AGUA (Producción, Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios) 3ra medición

PROCESOS	CANTIDAD (L)
Yogur Aflanado	40
Manjar Blanco	20
Dulce Cortado	20

N° de personas =	6
Choque Térmico m3 (40L)=	0,290

Punto de suministro	Tiempo Consumo(s)	Tiempo Desperdicio(s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	615	202	0,00006859	0,0422	0,0139	56,0380
Lavaplatos 2	1260	450	0,00010390	0,1309	0,0468	177,6690
Manguera	1575	323	0,00011350	0,1788	0,0367	215,4230
Tanque	123	33	0,00006573	0,3181	0,0022	320,2539
Lavabotas				0,0987		98,7000
Lavamanos	294	132	0,00008719	0,0256	0,0115	37,1429
Desinfección				0,015		15,0
Total	3867	1140		0,8093	0,111	920,2269

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) =	1328,227
------------------------------------	-----------------

Nota Se presenta 408 L de agua malgastada ,debido a fugas en el punto de suministro de la manguera (rompimiento de empaque)

Apéndice 7. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de limpieza y desinfección

CONSUMO DE AGUA - Jornada Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios

N° de personas = 6

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	350	150	0,00006859	0,0240	0,0103	34,2950
Lavaplatos 2	2225	495	0,00010390	0,2312	0,0514	282,6080
Manguera	3895	869	0,00011350	0,4421	0,0986	540,7140
Tanque	560	87	0,00006573	0,0368	0,0057	42,5273
Lavabotas				0,0987		98,7000
Lavamanos	312	90	0,00008719	0,0272	0,0078	35,0504
Desinfección				0,015		15,0
Total	7342	1691		0,8750	0,174	1048,8947

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) = 1048,895

Apéndice 7. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de limpieza y desinfección

CONSUMO DE AGUA - Jornada Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios

N° de personas = 6

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	580	148	0,00006859	0,0398	0,0102	49,9335
Lavaplatos 2	1236	355	0,00010390	0,1284	0,0369	165,3049
Manguera	6080	1665	0,00011350	0,6901	0,1890	879,0575
Tanque	120	14	0,00006573	0,0079	0,0009	8,8078
Lavabotas				0,0987		98,7000
Lavamanos	330	72	0,00008719	0,0288	0,0063	35,0504
Desinfección				0,015		15,0
Total	8346	2254		1,0086	0,243	1251,8541

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) = 1251,854

Apéndice 7. Mediciones consumo de agua empleada en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de limpieza y desinfección

CONSUMO DE AGUA - Jornada Limpieza y Desinfección de equipos y utensilios

N° de personas = 6

Punto de suministro	Tiempo Consumo (s)	Tiempo Desperdicio (s)	Q (m3/s)	Vol. Agua Consumo (m3)	Vol. Agua Desperdicio (m3)	Vol. Agua Total (L)
Lavaplatos 1	477	99	0,00006859	0,0327	0,0068	39,5078
Lavaplatos 2	1510	422	0,00010390	0,1569	0,0438	200,7348
Manguera	5698	1944	0,00011350	0,6467	0,2206	867,3670
Tanque	250	47	0,00006573	0,0164	0,0031	19,5218
Lavabotas				0,0987		98,7000
Lavamanos	294	120	0,00008719	0,0256	0,0105	36,0967
Desinfección				0,015		15,0
Total	8229	2632		0,9921	0,285	1276,9281

CONSUMO DE AGUA TOTAL (L) = 1276,928

CÁLCULO CONSUMO DE GAS POR PROCESO

FECHA

DATOS	
Peso cilindro de gas antes del proceso (lb)	157
Peso cilindro de gas después del proceso (lb)	154
Gas consumido en los procesos (lb)	3
Tiempo total gastado en los procesos (min)	248

PROCESOS	CANTIDAD (L)	TIEMPO DE CONSUMO (min)	GAS CONSUMIDO (lb)	% GAS CONSUMIDO
Leche condensada	20	197	2,383	79,44
Queso Campesino (Lv)	34	13	0,157	5,24
Calado de fruta (mora) 2187g		30	0,363	12,10
otros procesos		8	0,097	3,23
TOTAL	54	248	3	100

Apéndice 8. Formato consumo de gas licuado de petróleo empleado en la planta de procesamiento de alimentos en una jornada de producción

Apéndice 9. Balances de materia y energía – Procesos productivos

• Parámetros generales

Base de cálculo: 10 L leche entera (10230g)

Densidad leche suministrada a la planta: 1,023 g/ml

Poder calorífico gas licuado de petróleo (Pc, glp): 11082 Kcal/Kg

Calor específico leche (Cp leche): $9,3 \cdot 10^{-4}$ Kcal/g °C

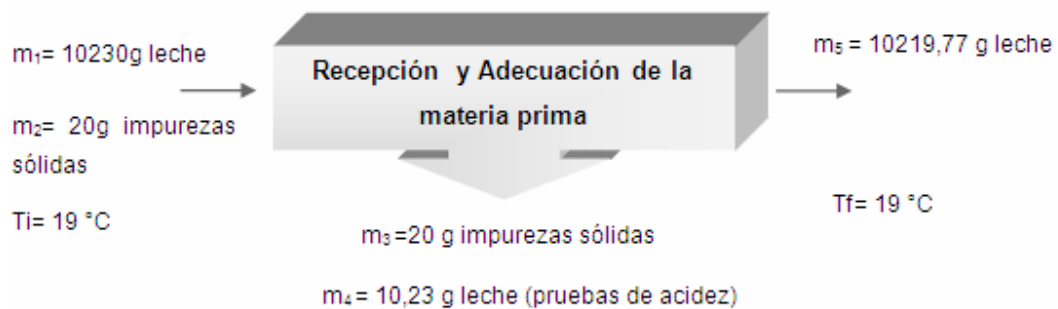
Calor específico agua (Cp H₂O): $1 \cdot 10^{-3}$ Kcal/ g °C ó 4,18 J/ Kg °C

• Yogur Batido

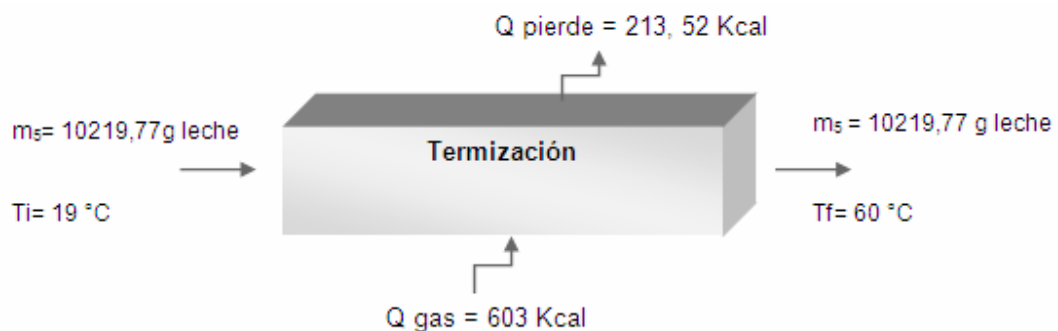
Consumo de gas termización: 0,012 lb/L

Consumo de gas pasteurización: 0,011lb/L

1. Recepción y adecuación materia prima



2. Termización



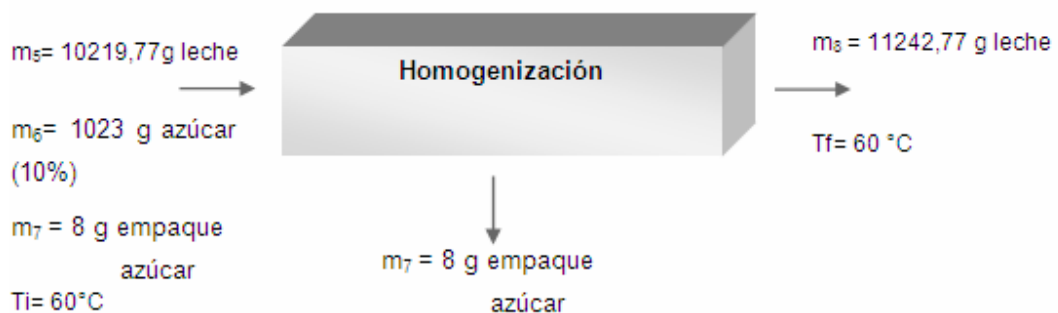
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 10219,77\text{g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (60-19) \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 389,68 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,12 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal/ Kg} \\
 &= 603,20 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 603,20 \text{ Kcal} - 389,68 \text{ Kcal} \\
 &= 213,52 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 21,35 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,021 \text{ Kcal/g}$$

3. Homogenización



Energía mecánica:

Potencia licuadora industrial (cap.15L) = 1,125 Kw

Tiempo homogenización promedio = 132,5 s ó 2,208 min

Eficiencia 85%

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{suministrado}} &= 1,125 \text{ Kw/h} \cdot 2,208 \text{ min} \cdot (1 \text{ h}/60 \text{ min}) \cdot (1 \text{ cal} / 1,162 \cdot 10^{-6} \text{ KW}) \cdot \\
 &\quad (1 \text{ Kcal}/1000\text{cal})
 \end{aligned}$$

Q suministrado = 35,63 Kcal

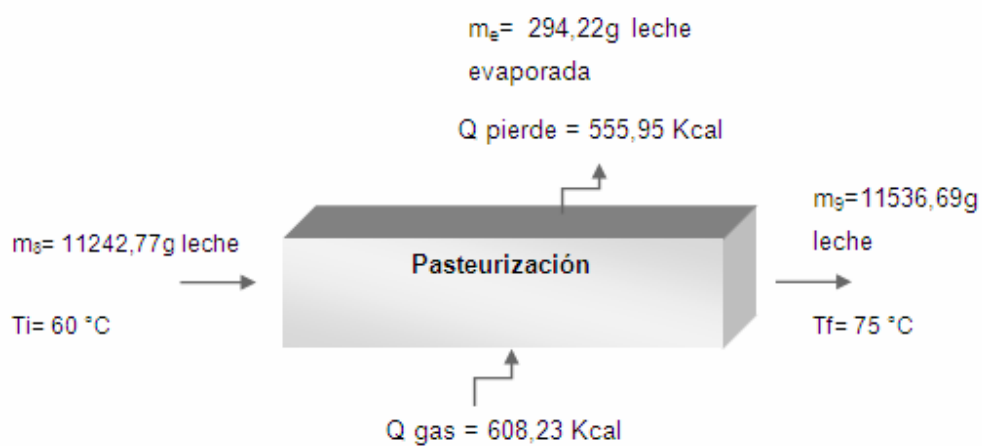
Pérdida de energía = 35,63 Kcal – (35,63*0.85)

Pérdida de energía = 5,34 Kcal

Pérdida de energía = 0,534 Kcal/L

Q real suministrado = 30, 29 Kcal

4. Pasteurización



Q leche = m leche * Cp leche * ΔT

$$= 11242,77\text{g} * 9,3 * 10^{-4}\text{ Kcal/g}^\circ\text{C} * (75-60)\text{ }^\circ\text{C}$$

$$= 52,28\text{ Kcal}$$

Q gas = m gas * Pc glp

$$= (0,121\text{ lb} * 453.59\text{ g/lb} * 1\text{ Kg}/1000\text{g}) * 11082\text{ Kcal}/\text{Kg}$$

$$= 608,23\text{ Kcal}$$

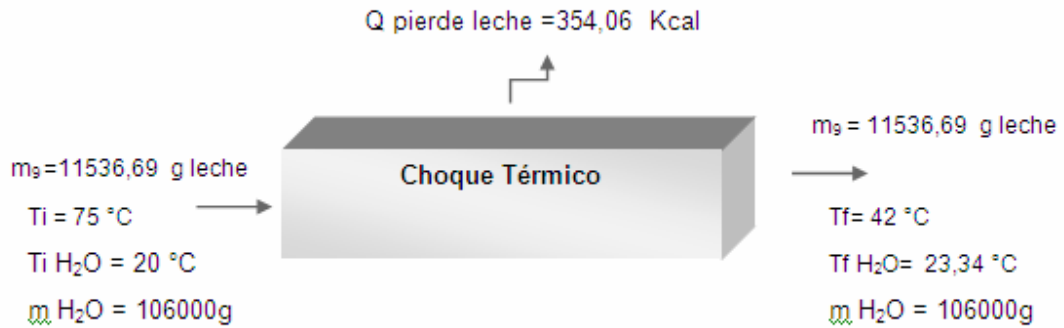
Pérdidas de Calor = Q gas - Q leche

$$= 608,23\text{ Kcal} - 52,28\text{ Kcal}$$

$$= 555,95\text{ Kcal}$$

Pérdidas de energía = 55,60 Kcal/L ó 0,049 Kcal/g

5. Choque Térmico



$$\begin{aligned}
 Q \text{ pierde leche} &= m \text{ leche} * C_p \text{ leche} * \Delta T \\
 &= 11536,69 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} * (42-75) \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= - 354,06 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$Q_{H_2O} = - Q \text{ pierde leche}$$

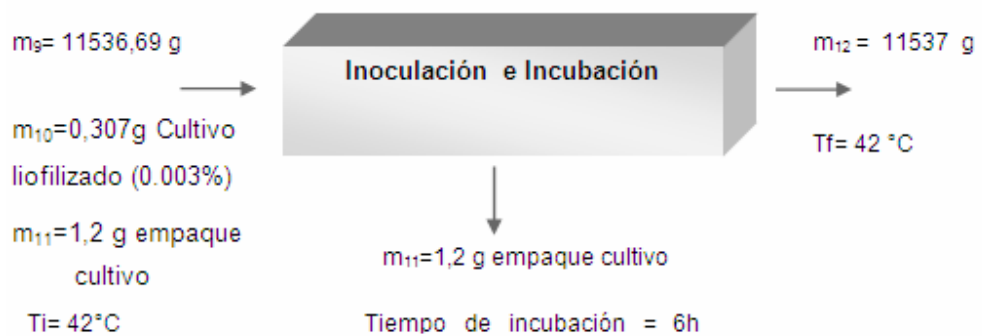
$$m_{H_2O} * C_p_{H_2O} * (T_f_{H_2O} - T_i_{H_2O}) = - m_9 * C_p \text{ leche} * (42-75) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_f_{H_2O} = - (m_9 * C_p \text{ leche} * (42-75) \text{ }^\circ\text{C}) / (m_{H_2O} * C_p_{H_2O}) + T_i_{H_2O}$$

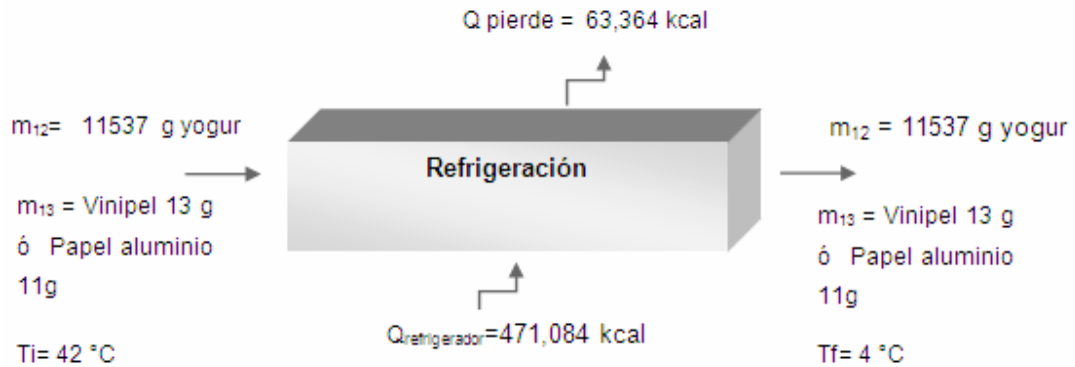
$$T_f_{H_2O} = - (11536,69 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} * (-33) \text{ }^\circ\text{C}) / (106000 \text{ g} * 1 * 10^{-3} \text{ Kcal /g }^\circ\text{C}) + 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_f_{H_2O} = 23,34 \text{ }^\circ\text{C}$$

6. Inoculación e incubación



7. Refrigeración



Energía mecánica:

Potencia Suministrada refrigerador industrial = 644 W ó 0,644 KW

Tiempo de Refrigeración = 2 h

Eficiencia 85%

Q suministrado = $0,644 \text{ Kw} \cdot 2 \text{ h} \cdot (1 \text{ cal} / 1,162 \cdot 10^{-6} \text{ Kw}) \cdot (1 \text{ kcal} / 1000 \text{ cal})$

Q suministrado = 554,217 kcal

Pérdida de energía (por eficiencia) = $554,217 \text{ kcal} - (554,217 \cdot 0,85)$

Pérdida de energía (por eficiencia) = 83,133 kcal

Q real suministrado = 471,084 kcal

Q pierde leche = $m_{12} \text{ leche} \cdot C_p \text{ leche} \cdot \Delta T$

$$= 11537 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (4 - 42)^\circ\text{C}$$

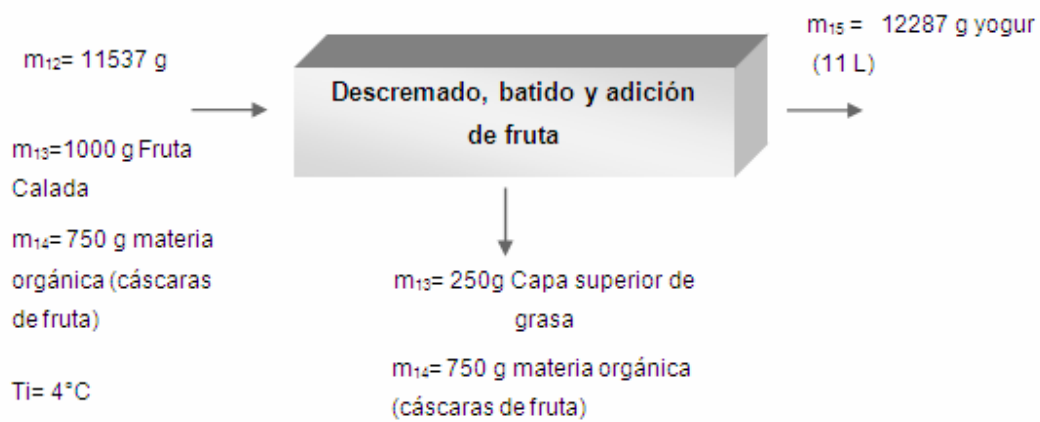
$$= -407,72 \text{ kcal}$$

Pérdidas de calor = $Q_{\text{perdida leche}} - Q_{\text{equipo}}$

$$= -407,72 - (-471,084)$$

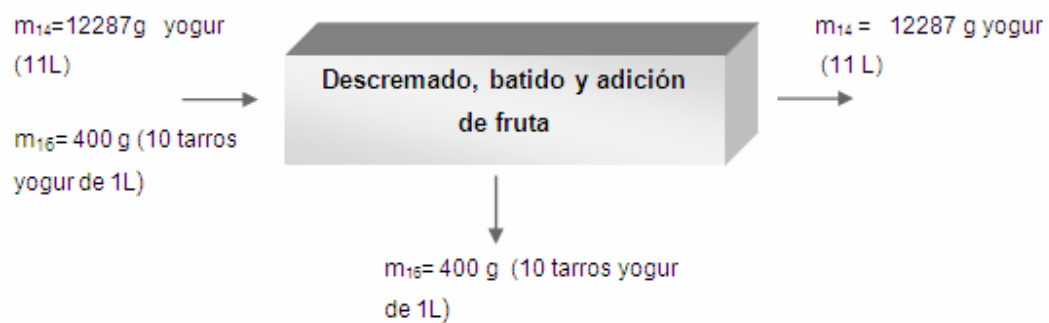
$$= 63,364 \text{ kcal}$$

8. Descremado, Batido y adición de fruta



Nota: La densidad promedio del yogur elaborado en la planta de lácteos es 1,117g/ml

9. Envasado, rotulado y venta

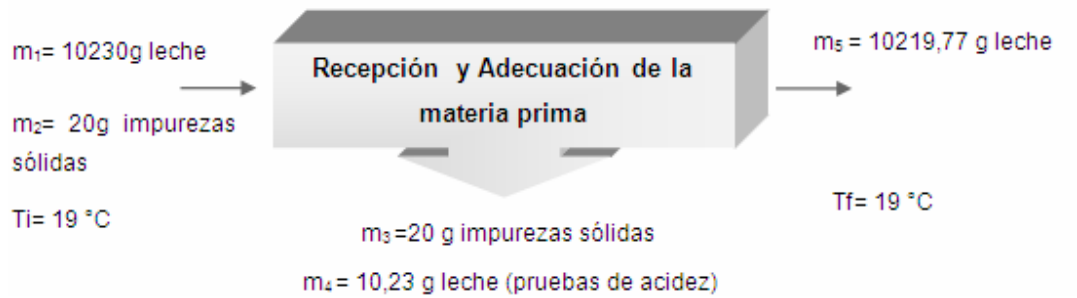


- **Yogur Aflanado**

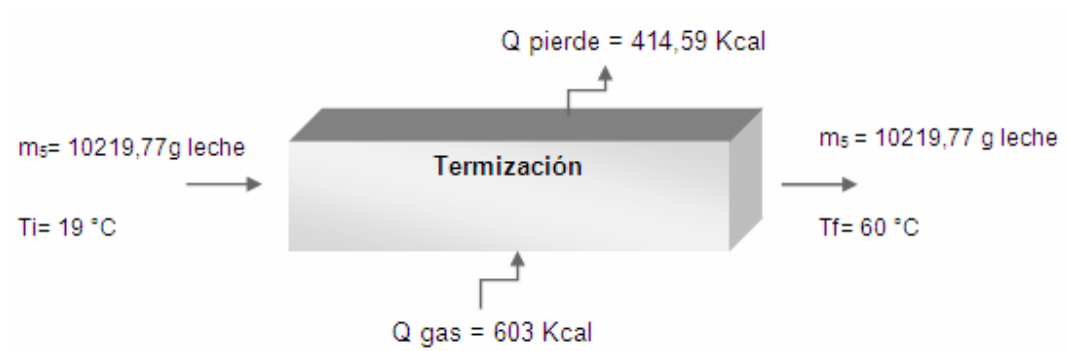
Consumo de gas termización: 0,016 lb/L

Consumo de gas pasteurización: 0,017 lb/L

1. Recepción y adecuación materia



2. Termización



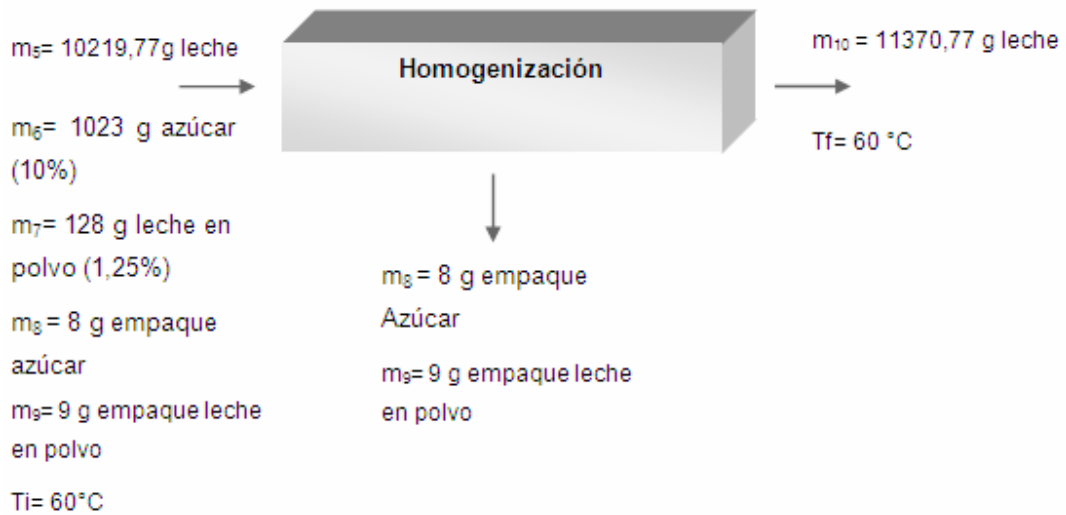
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 10219,77\text{g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (60-19) \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 389,68 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,16 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal/ Kg} \\
 &= 804,27 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 804,27 \text{ Kcal} - 389,68 \text{ Kcal} \\
 &= 414,59 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 41,46 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,041 \text{ Kcal/g}$$

Homogenización



Energía mecánica:

Potencia licuadora industrial (cap.15L) = 1,125 Kw

Tiempo homogenización promedio = 90 s ó 1,5 min

Eficiencia 85%

$$Q \text{ suministrado} = 1,125 \text{ Kw} * 1,5 \text{ min} * (1 \text{ H} / 60 \text{ min}) * (1 \text{ cal} / 1,162 * 10^{-6} \text{ kWh}) * (1 \text{ kcal} / 1000 \text{ cal})$$

$$Q \text{ suministrado} = 24,20 \text{ kcal}$$

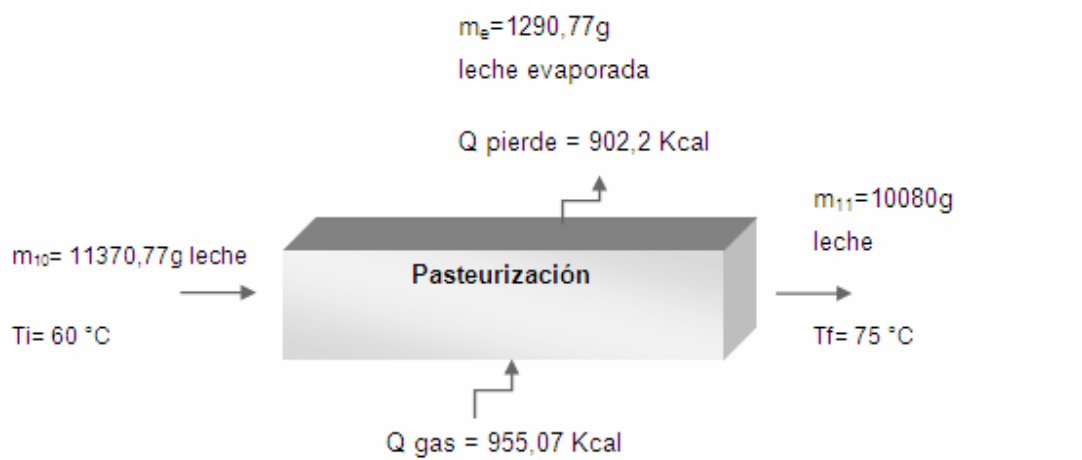
$$\text{Pérdida de energía} = 24,20 \text{ kcal} - (24,20 * 0.85)$$

$$\text{Pérdida de energía} = 3,63 \text{ kcal}$$

$$\text{Pérdida de energía} = 0,363 \text{ kcal/L}$$

$$Q \text{ real suministrado} = 20,57 \text{ kcal}$$

4. Pasteurización



$$Q_{\text{leche}} = m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T$$

$$= 11370,77\text{g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (75-60)^\circ\text{C}$$

$$= 52,87 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{gas}} = m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}}$$

$$= (0,19 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal}/\text{Kg}$$

$$= 955,07 \text{ Kcal}$$

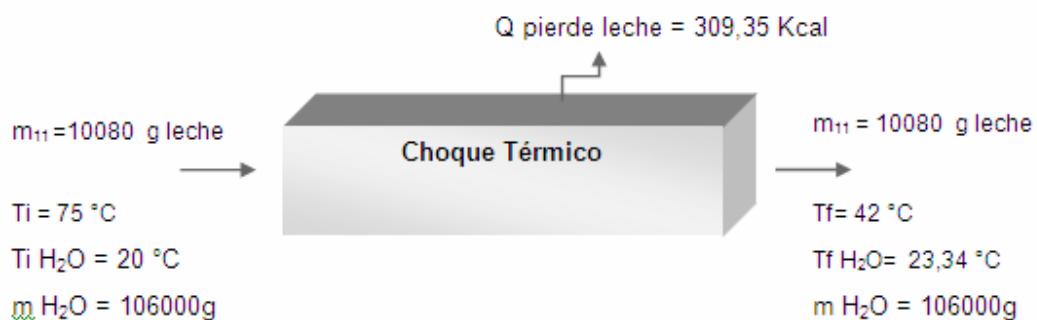
$$\text{Pérdidas de Calor} = Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}}$$

$$= 955,07 \text{ Kcal} - 52,87 \text{ Kcal}$$

$$= 902,2 \text{ Kcal}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 90,22 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,079 \text{ Kcal/g}$$

5. Choque Térmico



$$Q_{\text{perde leche}} = m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T$$

$$= 10080 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^{\circ}\text{C} * (42-75) ^{\circ}\text{C}$$

$$= - 309,35 \text{ Kcal}$$

$Q_{H_2O} = - Q$ pierde leche

$$m_{H_2O} * C_p H_2O * (T_f H_2O - T_i H_2O) = - m_{11} * C_p \text{ leche} * (42-75) ^{\circ}\text{C}$$

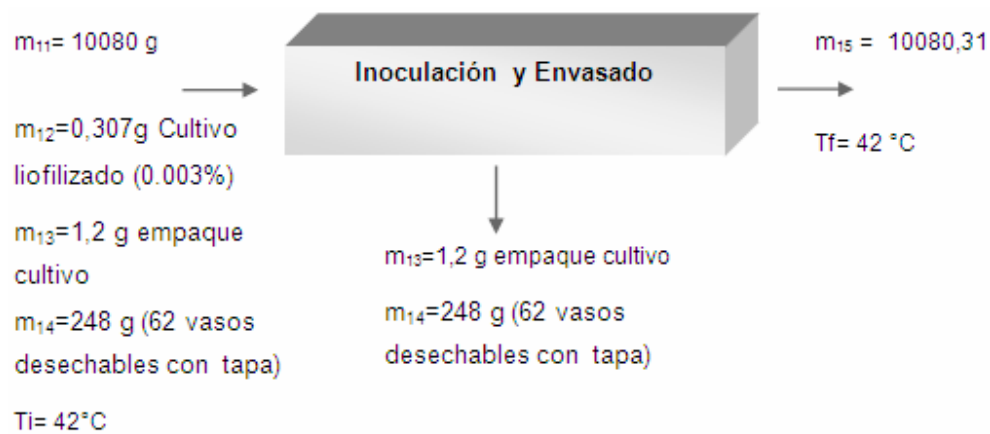
$$T_f H_2O = - (m_{11} * C_p \text{ leche} * (42-75) ^{\circ}\text{C}) / (m_{H_2O} * C_p H_2O) + T_i H_2O$$

$$T_f H_2O = - (10080\text{g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^{\circ}\text{C} * (-33) ^{\circ}\text{C}) / (106000\text{g} * 1 * 10^{-3} \text{ Kcal /g}^{\circ}\text{C})$$

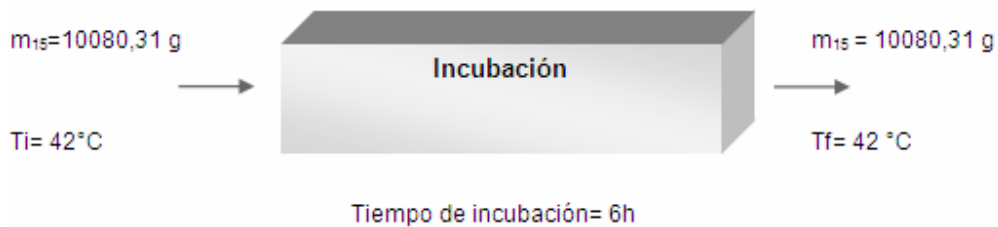
$$+ 20 ^{\circ}\text{C}$$

$$T_f H_2O = 22,92 ^{\circ}\text{C}$$

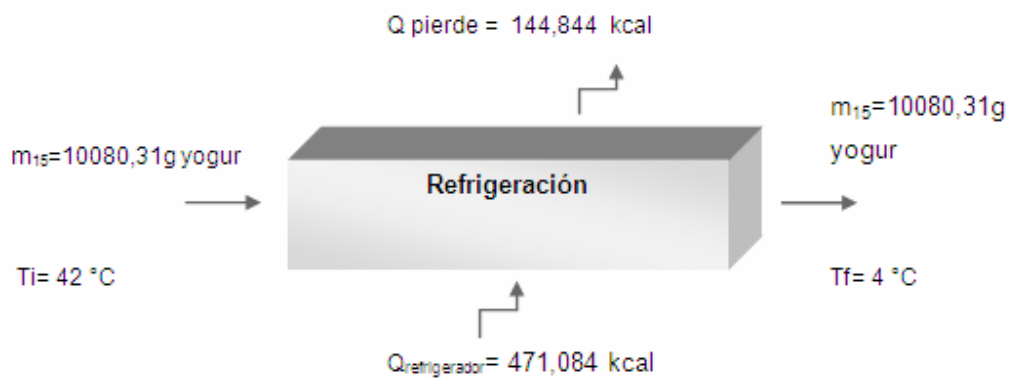
6. Inoculación y envasado



7. Incubación



8. Refrigeración



Energía mecánica:

Potencia Suministrada refrigerador industrial = 644 W ó 0,644 KW

Tiempo de Refrigeración = 2 h

Eficiencia 85%

Q suministrado = 554,217 kcal

Pérdida de energía (por eficiencia) = 554,217 kcal – (554,217*0.85)

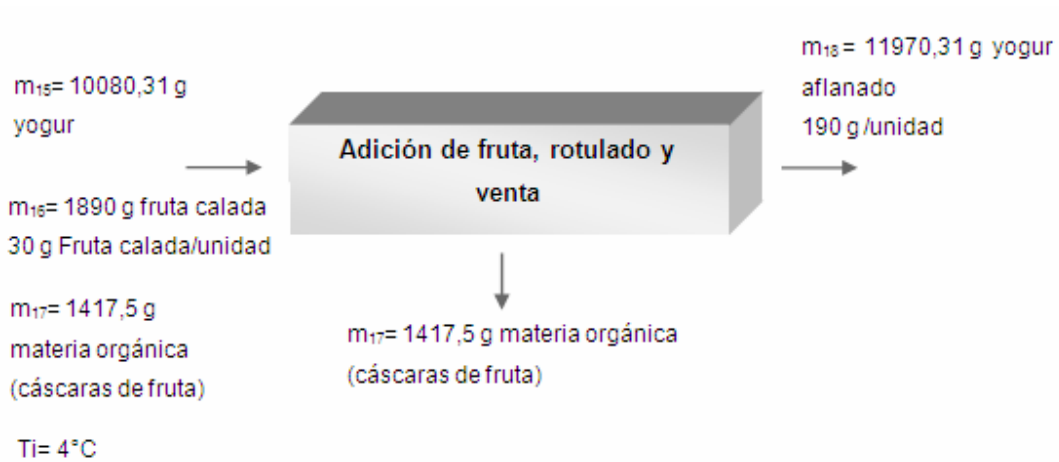
Pérdida de energía (por eficiencia) = 83,133kcal

Q real suministrado = 471,084kcal

$$\begin{aligned}
 Q \text{ pierde leche} &= m_{15} \text{ leche} * C_p \text{ leche} * \Delta T \\
 &= 10080,31 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^{\circ}\text{C} * (4 - 42) ^{\circ}\text{C} \\
 &= - 356,24 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de calor} &= Q_{\text{perdida leche}} - Q_{\text{equipo}} \\
 &= - 356,24 - (-471,084) \\
 &= 114,844 \text{ kcal}
 \end{aligned}$$

9. Adición de fruta, Rotulado y venta

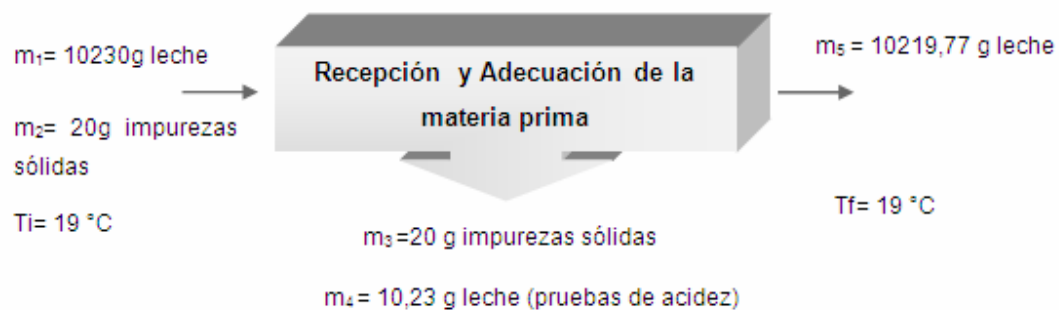


Kumis

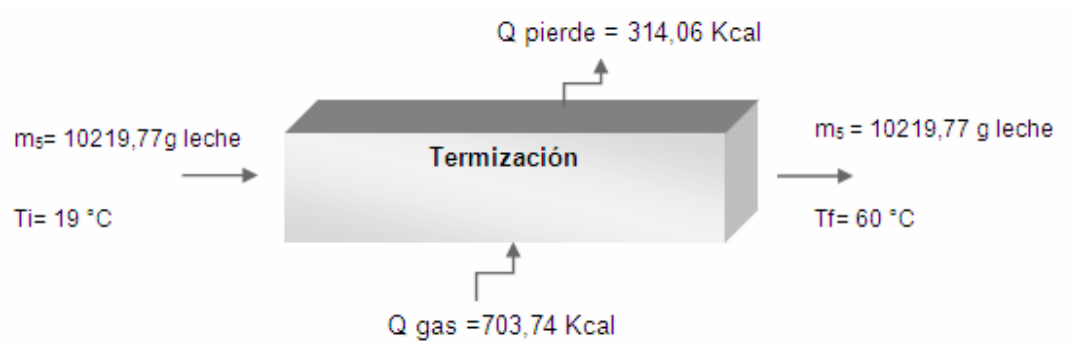
Consumo de gas termización: 0,014 lb/L

Consumo de gas pasteurización: 0,014 lb/L

1. Recepción y adecuación materia prima



2. Termización



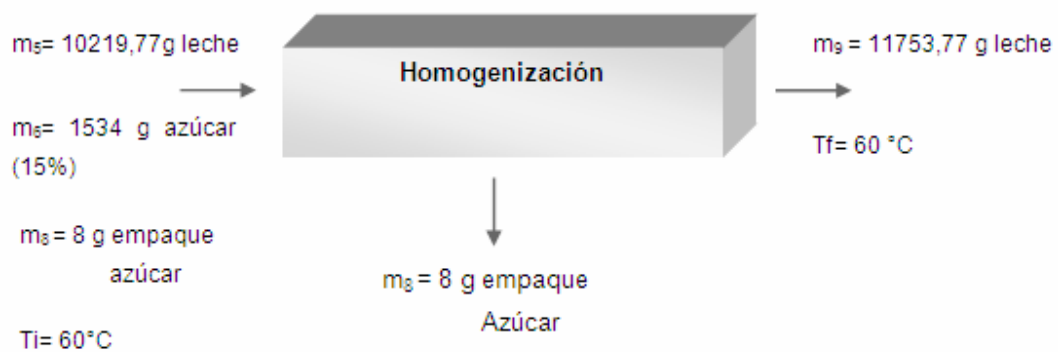
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 10219,77\text{g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (60-19)^\circ\text{C} \\
 &= 389,68 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,14 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal}/\text{Kg} \\
 &= 703,74 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 703,74 \text{ Kcal} - 389,68 \text{ Kcal} \\
 &= 314,06 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 31,41 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,031 \text{ Kcal/g}$$

3. Homogenización



Energía mecánica:

Potencia licuadora industrial (cap.15L) =1,125 KW
 Tiempo homogenización promedio = 90 s ó 1,5 min
 Eficiencia 85%

$$Q \text{ suministrado} = 1,125 \text{ Kw} * 1,5 \text{ min} * (1 \text{ h}/60 \text{ min}) * (1 \text{ cal} / 1,162 * 10^{-6} \text{ KW}) * (1 \text{ Kcal}/1000 \text{ cal})$$

$$Q \text{ suministrado} = 24,20 \text{ Kcal}$$

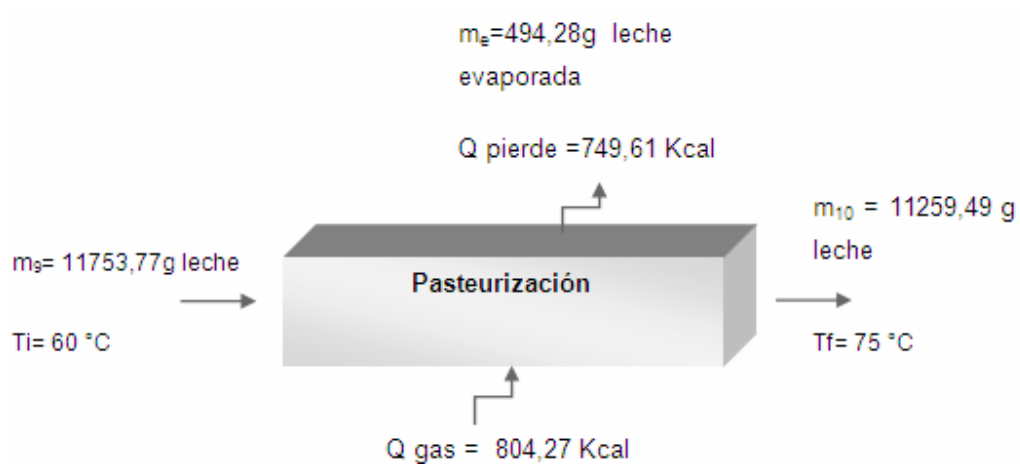
$$\text{Pérdida de energía} = 24,20 \text{ Kcal} - (24,20 * 0.85)$$

$$\text{Pérdida de energía} = 3,63 \text{ Kcal}$$

$$\text{Pérdida de energía} = 0,363 \text{ Kcal/L}$$

$$Q \text{ real suministrado} = 20,57 \text{ Kcal}$$

4. Pasteurización



$$\begin{aligned} Q \text{ leche} &= m \text{ leche} * C_p \text{ leche} * \Delta T \\ &= 11753,77 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} * (75-60) \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 54,66 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ gas} &= m \text{ gas} * P_c \text{ glp} \\ &= (0,14 \text{ lb} * 453.59 \text{ g/lb} * 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) * 11082 \text{ Kcal/ Kg} \\ &= 804,27 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

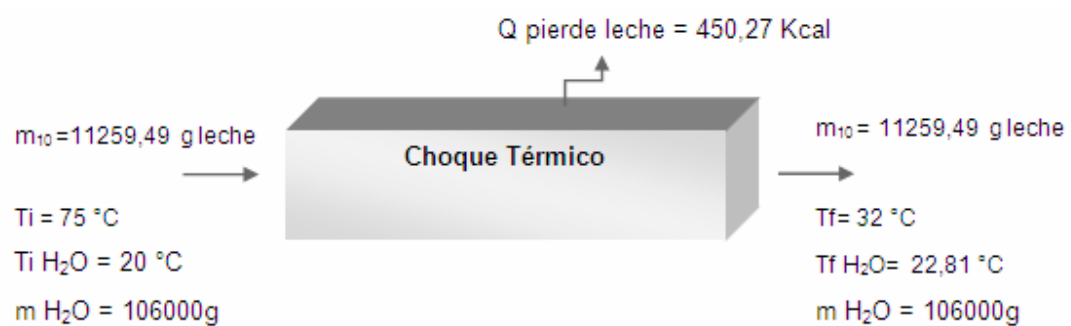
$$\text{Pérdidas de Calor} = Q \text{ gas} - Q \text{ leche}$$

$$= 804,27 \text{ Kcal} - 54,66 \text{ Kcal}$$

$$= 749,61 \text{ Kcal}$$

Pérdidas de energía = 74,96 Kcal/L ó 0,064 Kcal/g

5. Choque Térmico



$$Q \text{ pierde leche} = m \text{ leche} * C_p \text{ leche} * \Delta T$$

$$= 11259,49 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} * (32-75)^\circ\text{C}$$

$$= - 450,27 \text{ Kcal}$$

$$Q_{H_2O} = - Q \text{ pierde leche}$$

$$m_{H_2O} * C_p H_2O * (T_f H_2O - T_i H_2O) = - m_{11} * C_p \text{ leche} * (32-75)^\circ\text{C}$$

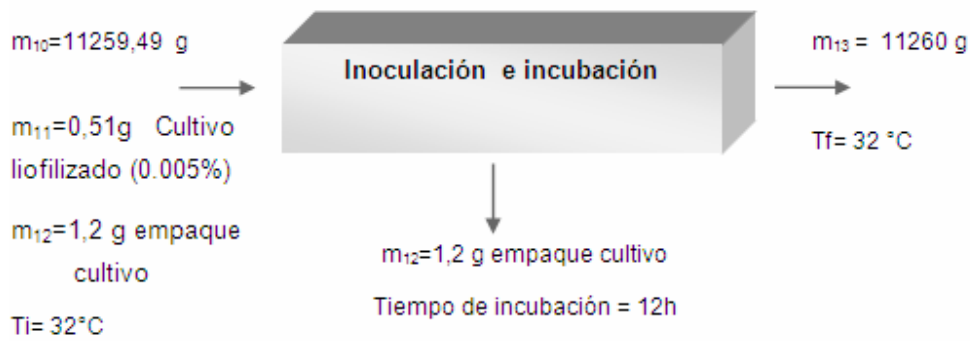
$$T_f H_2O = - (m_{10} * C_p \text{ leche} * (32-75)^\circ\text{C}) / (m_{H_2O} * C_p H_2O) + T_i H_2O$$

$$T_f H_2O = - (11259,49 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} * (-43)^\circ\text{C}) / (106000 \text{ g} * 1 * 10^{-3} \text{ Kcal /g}^\circ\text{C})$$

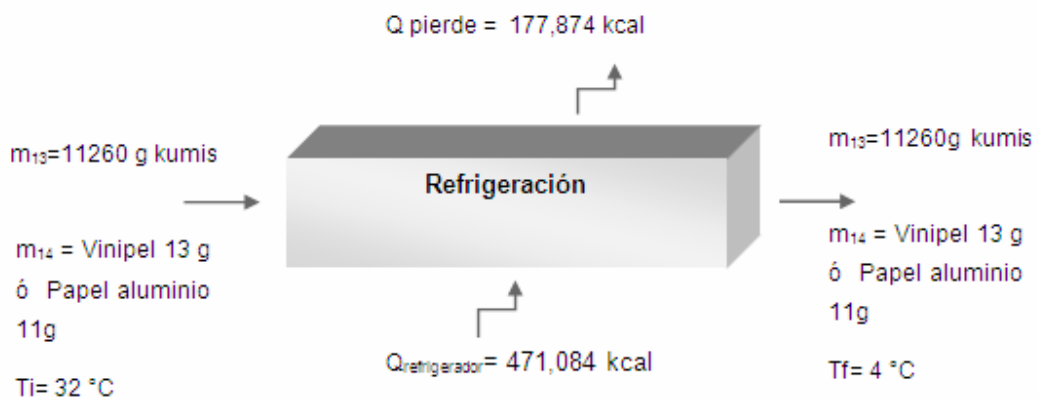
$$+ 20^\circ\text{C}$$

$$T_f H_2O = 22,81^\circ\text{C}$$

6. Inoculación e incubación



7. Refrigeración



Energía mecánica:

Potencia Suministrada refrigerador industrial =644 W ó 0,644 KW

Tiempo de Refrigeración = 2 h

Eficiencia 85%

Q suministrado = $0,644 \text{ KW} * 2 \text{ h} * (1\text{cal} / 1,162*10^{-6} \text{ KWh}) * (1 \text{ kcal}/1000\text{cal})$

Q suministrado = 554,217 kcal

Pérdida de energía (por eficiencia) = $554,217 \text{ kcal} - (554,217*0.85)$

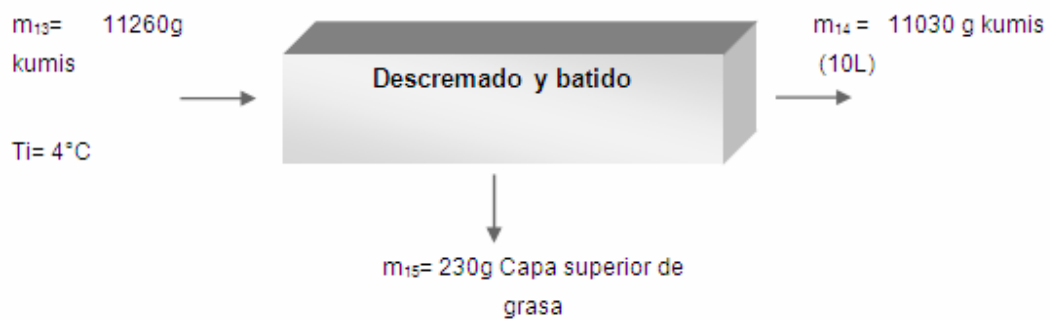
Pérdida de energía (por eficiencia) = 83,133 kcal

Q real suministrado = 471,084 kcal

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{pierde leche}} &= m_{13} \text{ leche} \cdot C_p \text{ leche} \cdot \Delta T \\
 &= 11260 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (4 - 32)^\circ\text{C} \\
 &= - 293,21 \text{ kcal}
 \end{aligned}$$

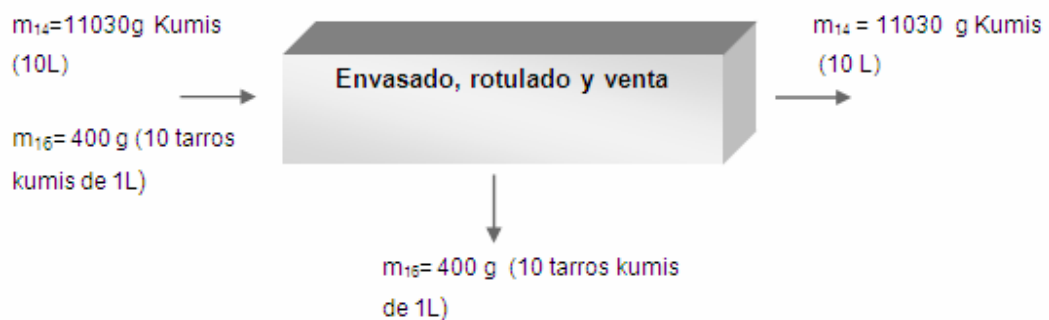
$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de calor} &= Q_{\text{perdida leche}} - Q_{\text{equipo}} \\
 &= - 293,21 - (-471,084) \\
 &= 177,874 \text{ kcal}
 \end{aligned}$$

8. Descremado y batido



Nota: La densidad promedio del Kumis elaborado en la planta de lácteos es 1,103 g/ml

9. Envasado, rotulado y venta



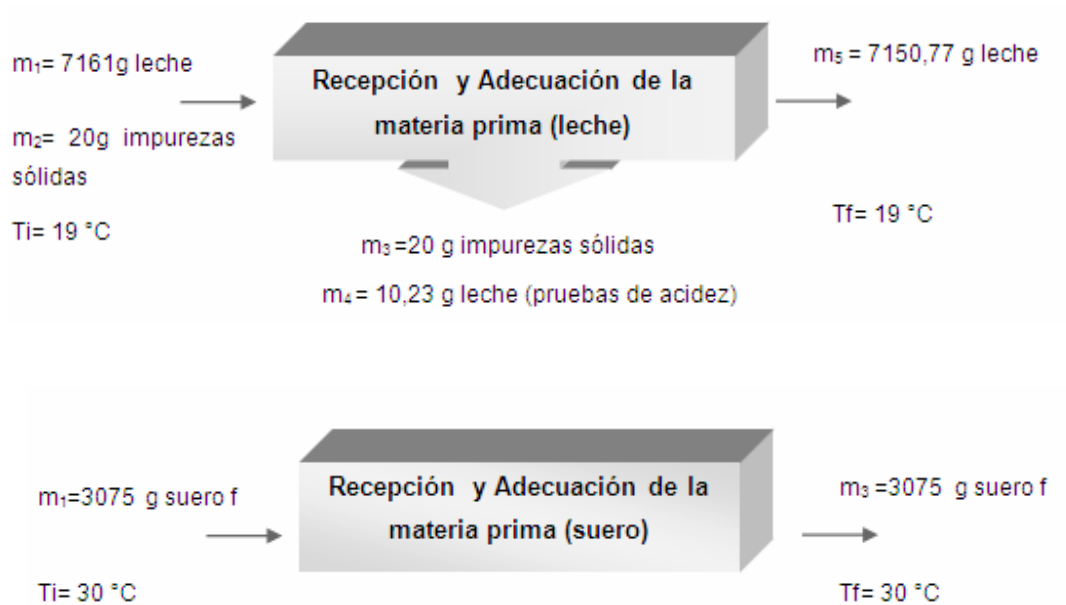
- **Bebida Láctea**

Consumo de gas termización leche: 0,038 lb/L

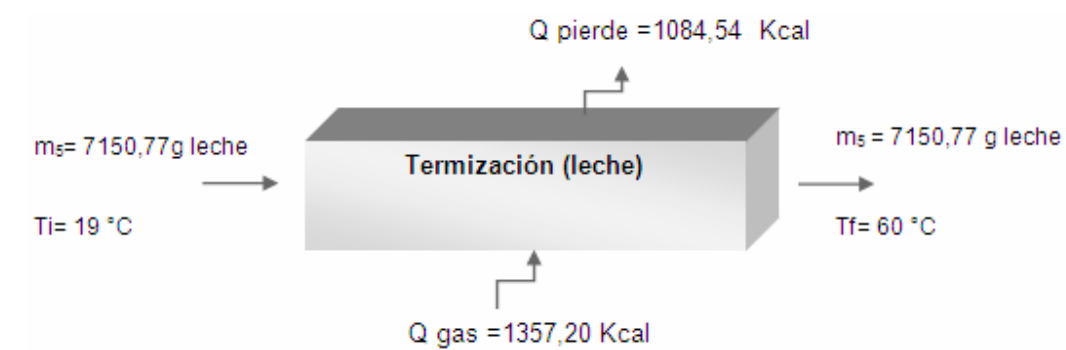
Consumo de gas termización suero fresco: 0,042 lb/L

Consumo de gas pasteurización: 0,025 lb/L

1. Recepción y adecuación materia prima



2. Termización

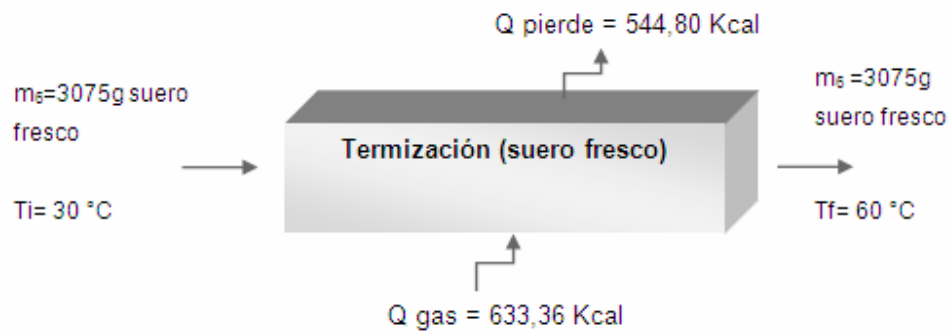


$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} * C_p_{\text{leche}} * \Delta T \\
 &= 7150,77\text{g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^{\circ}\text{C} * (60-19) ^{\circ}\text{C} \\
 &= 272,66 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} * P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,27\text{lb} * 453.59 \text{ g/lb} * 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) * 11082 \text{ Kcal}/ \text{Kg} \\
 &= 1357,20 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 1357,20 \text{ Kcal} - 272,66 \text{ Kcal} \\
 &= 1084,54 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 154,93 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,152 \text{ Kcal/g}$$



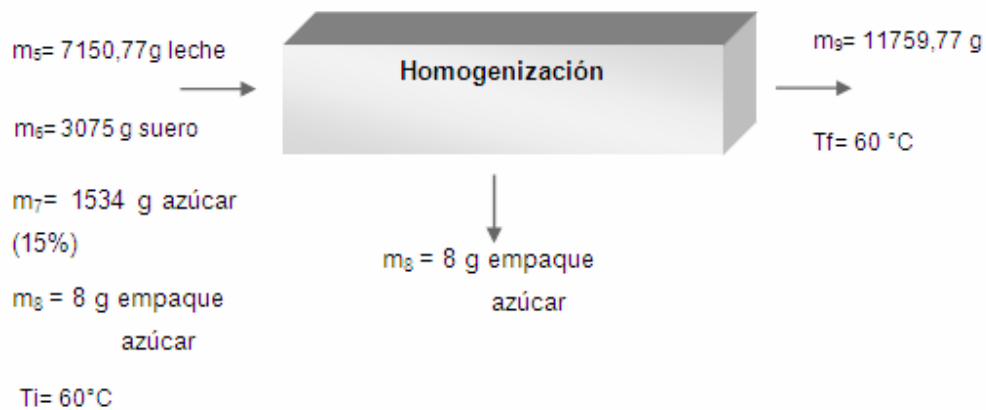
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{suero}} &= m_{\text{suero}} * C_p_{\text{suero}} * \Delta T \\
 &= 3075\text{g} * 9,6 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^{\circ}\text{C} * (60-30) ^{\circ}\text{C} \\
 &= 88,56 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} * P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,126 \text{ lb} * 453.59 \text{ g/lb} * 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) * 11082 \text{ Kcal}/ \text{Kg} \\
 &= 633,36 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 633,36 \text{ Kcal} - 88,56 \text{ Kcal} \\
 &= 544,80 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

Pérdidas de energía = 181,60 Kcal/L ó 0,177 Kcal/g

3. Homogenización



Energía mecánica:

Potencia licuadora industrial (cap.15L) = 1,125 KW

Tiempo homogenización promedio = 150 s ó 2,5 min

Eficiencia 85%

Q suministrado = $1,125 \text{ KW} * 2,5 \text{ min} * (1 \text{ h}/60 \text{ min}) * (1 \text{ cal} / 1,162 * 10^{-6} \text{ KW}) * (1 \text{ Kcal}/1000 \text{ cal})$

Q suministrado = 40,34 Kcal

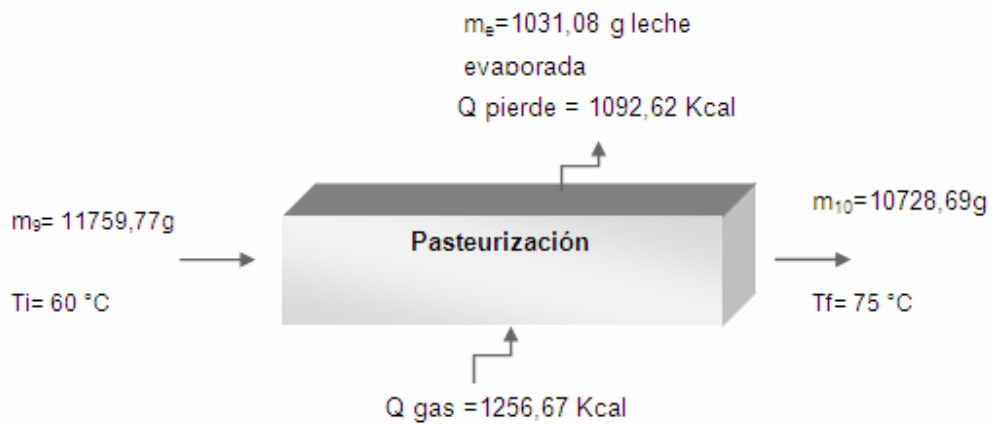
Pérdida de energía = $40,34 \text{ Kcal} - (40,34 * 0.85)$

Pérdida de energía = 6,05 Kcal

Pérdida de energía = 0,605 Kcal/L

Q real suministrado = 34,29 Kcal

4. Pasteurización



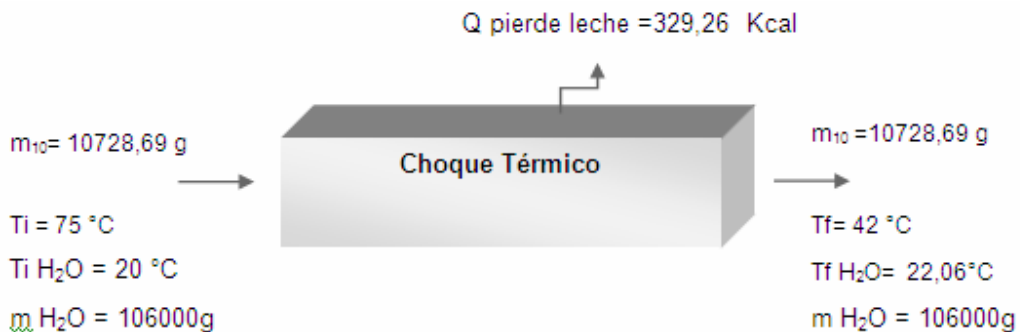
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 11759,77 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g} \cdot \text{°C} \cdot (75-60) \text{ °C} \\
 &= 164,05 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,25 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal}/\text{Kg} \\
 &= 1256,67 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 1256,67 \text{ Kcal} - 164,05 \text{ Kcal} \\
 &= 1092,62 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 109,262 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,107 \text{ Kcal/g}$$

5. Choque Térmico



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{pierde leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 10728,69 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (42-75)^\circ\text{C} \\
 &= - 329,26 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = - Q_{\text{pierde leche}}$$

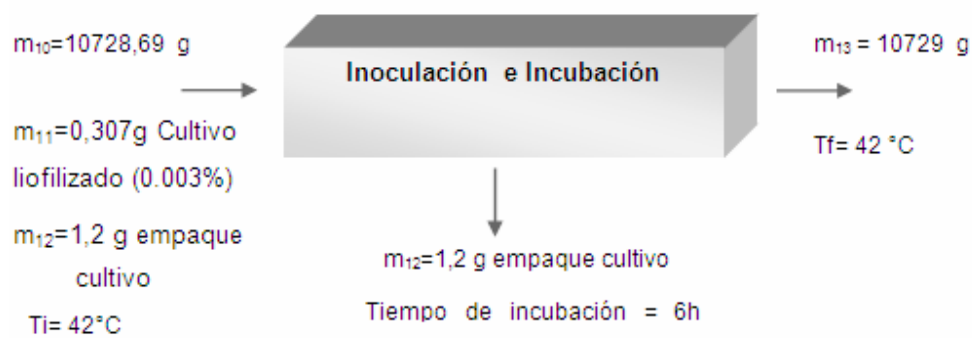
$$m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_p_{\text{H}_2\text{O}} \cdot (T_f_{\text{H}_2\text{O}} - T_i_{\text{H}_2\text{O}}) = - m_{10} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot (42-75)^\circ\text{C}$$

$$T_f_{\text{H}_2\text{O}} = - (m_{10} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot (42-75)^\circ\text{C}) / (m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_p_{\text{H}_2\text{O}}) + T_i_{\text{H}_2\text{O}}$$

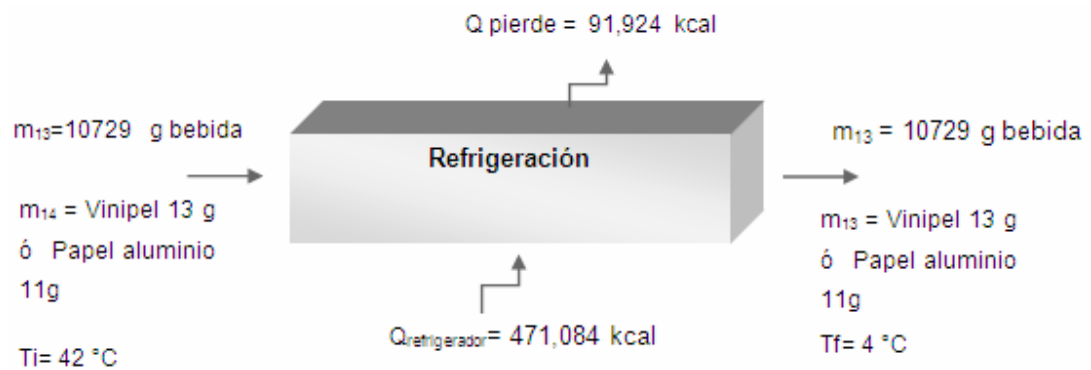
$$T_f_{\text{H}_2\text{O}} = - (10728,69 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (-33)^\circ\text{C}) / (106000 \text{ g} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ Kcal /g}^\circ\text{C}) + 20^\circ\text{C}$$

$$T_f_{\text{H}_2\text{O}} = 22,06^\circ\text{C}$$

6. Inoculación e incubación



7. Refrigeración



Energía mecánica:

Potencia Suministrada refrigerador industrial = 644 W ó 0,644 KW

Tiempo de Refrigeración = 2 h

Eficiencia 85%

Q suministrado = 0,644 KW * 24 h * (1cal / 1,162*10⁻⁶ Kwh)* (1 kcal/1000cal)

Q suministrado = 554,217 kcal

Pérdida de energía (por eficiencia) = 471,084 kcal – (471,084 kcal*0.85)

Pérdida de energía (por eficiencia) = 83,133 kcal

Q real suministrado = 471,084 kcal

Q pierde leche = m₁₃ leche * Cp leche * ΔT

= 10729g * 9,3* 10⁻⁴ kcal/g°C * (4 - 42) °C

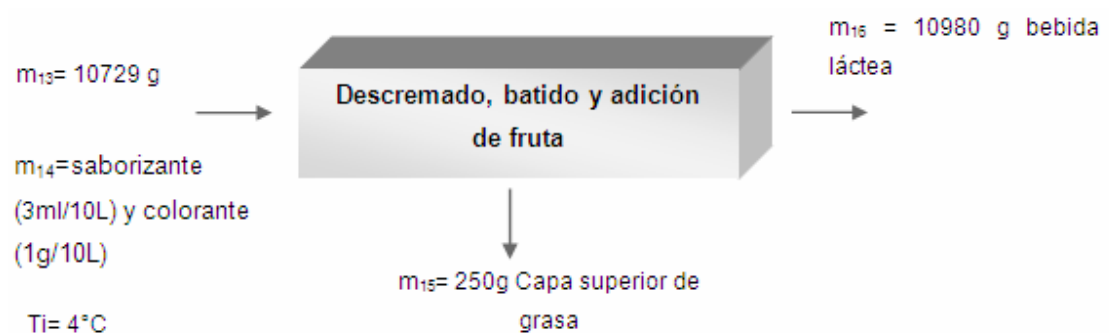
= - 379,16 kcal

Pérdidas de calor = Qperdida leche – Qequipo

= - 379,16 – (-471,084)

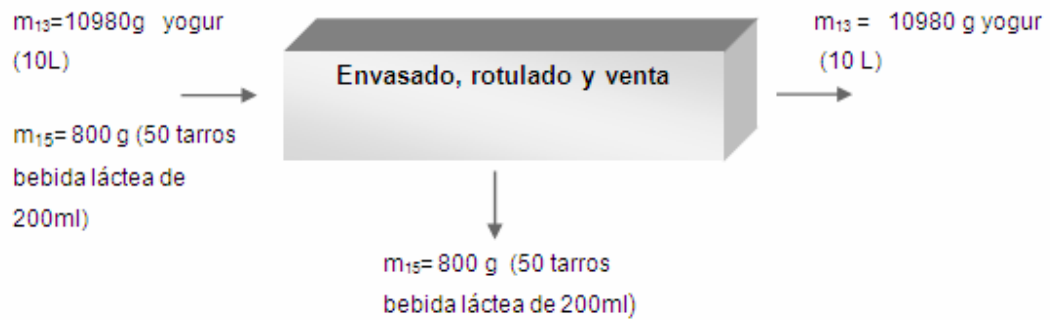
= 91,924 kcal

8. Descremado, Batido y adición de fruta



Nota: La densidad promedio del yogur elaborado en la planta de lácteos es 1,098 g/ml

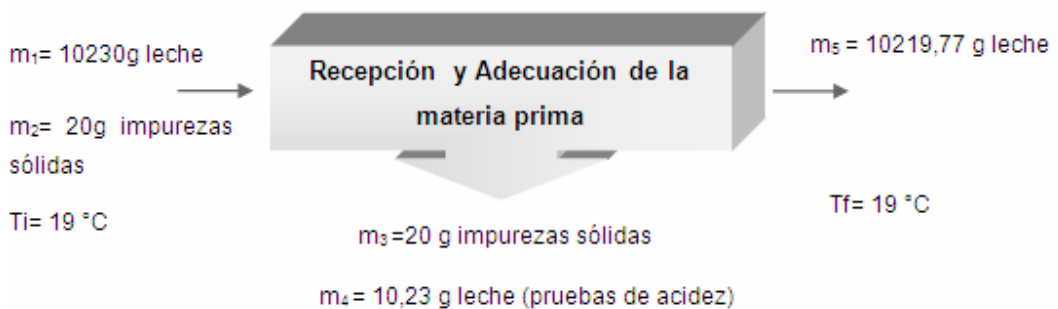
9. Envasado, rotulado y venta



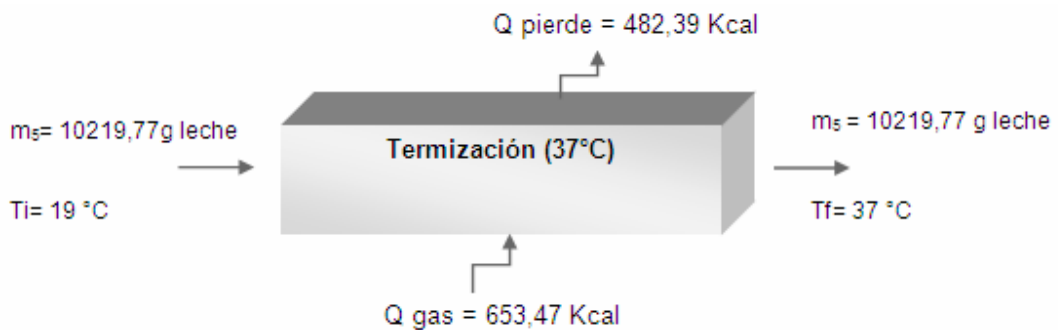
• Queso Campesino

Consumo de gas termización: 0,013 lb/L

1. Recepción y adecuación materia prima



2. Termización



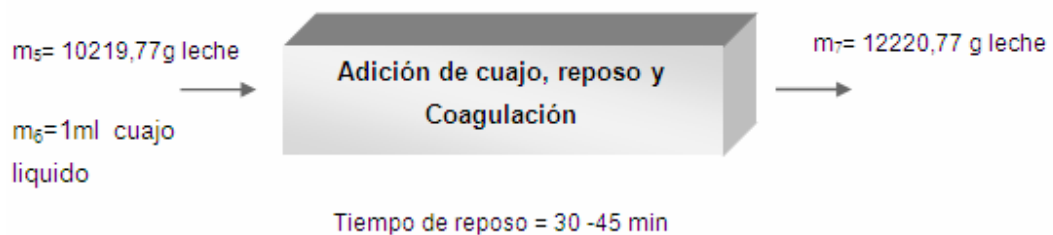
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 10219,77 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (37-19) \text{ } ^\circ\text{C} \\
 &= 171,08 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,13 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal}/\text{Kg} \\
 &= 653,47 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

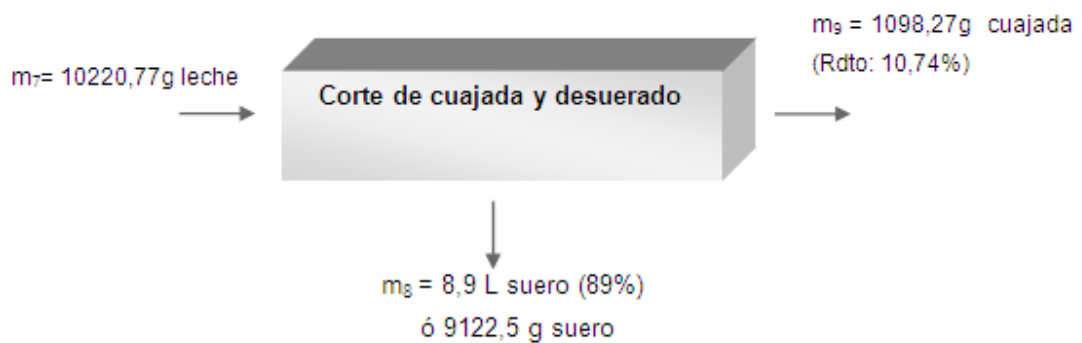
$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 653,47 \text{ Kcal} - 171,08 \text{ Kcal} \\
 &= 482,39 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 48,29 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,048 \text{ Kcal/g}$$

3. Adición de cuajo, reposo y coagulación.

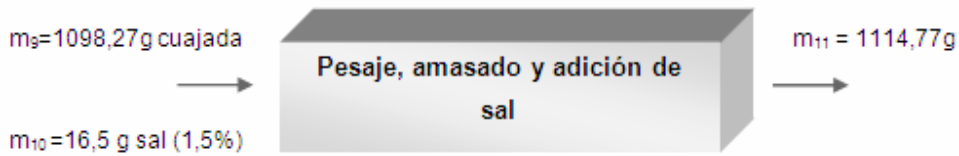


4. Corte de cuajada y desuerado

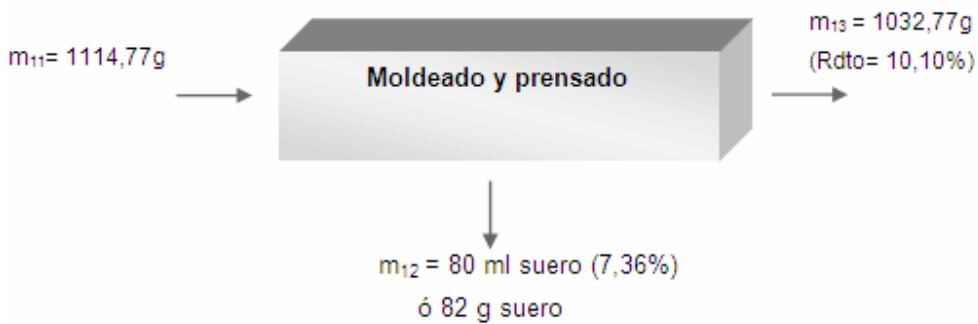


Nota: La Densidad del suero dulce es 1,025 g/ml

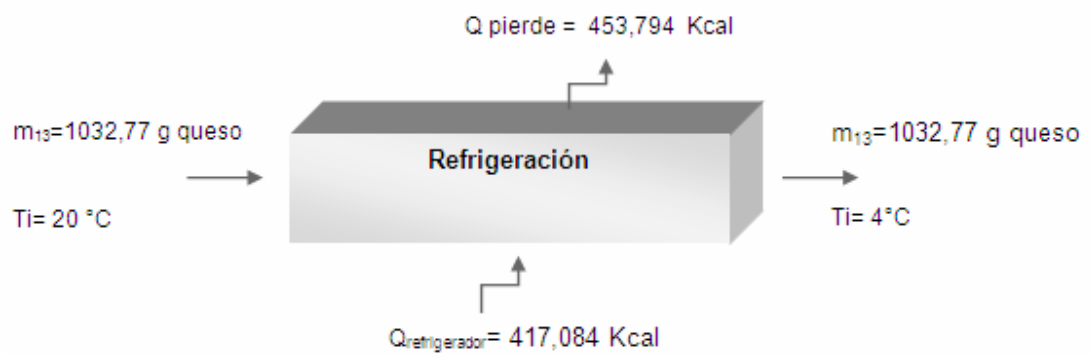
5. Pesaje, amasado y adición de sal



6. Moldeado y prensado



7. Refrigeración



Energía mecánica:

Potencia Suministrada refrigerador industrial = 644 W ó 0,644 KW

Tiempo de Refrigeración = 2 h

Eficiencia 85%

$$Q \text{ suministrado} = 0,644 \text{ KW} * 2 \text{ h} * (1\text{cal} / 1,162 * 10^{-6} \text{ kWh}) * (1 \text{ kcal}/1000\text{cal})$$

$$Q \text{ suministrado} = 554,217 \text{ kcal}$$

$$\text{Pérdida de energía (por eficiencia)} = 554,217 \text{ kcal} - (554,217 * 0.85)$$

$$\text{Pérdida de energía (por eficiencia)} = 83,133 \text{ kcal}$$

$$Q \text{ real suministrado} = 471,084 \text{ kcal}$$

$$Q \text{ pierde leche} = m_{13} \text{ leche} * C_p \text{ leche} * \Delta T$$

$$= 1032,77 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} * (4 - 20) ^\circ\text{C}$$

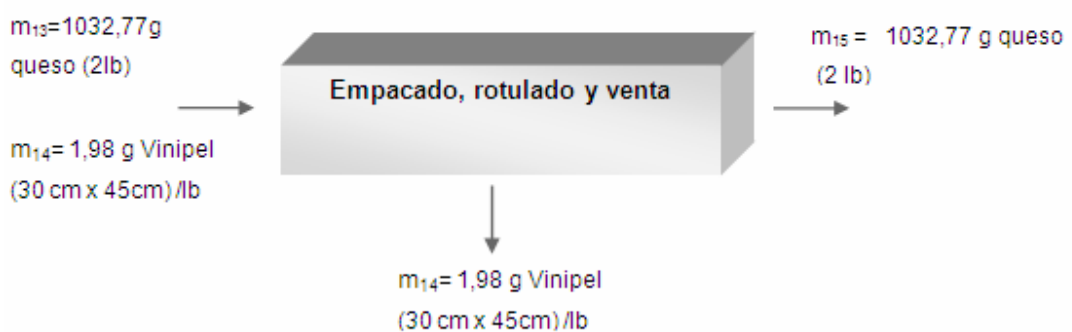
$$= -17,29 \text{ Kcal}$$

$$\text{Pérdidas de calor} = Q_{\text{perdida leche}} - Q_{\text{equipo}}$$

$$= 17,29 - (-471,084)$$

$$= 453,794 \text{ kcal}$$

8. Empacado, rotulado y venta

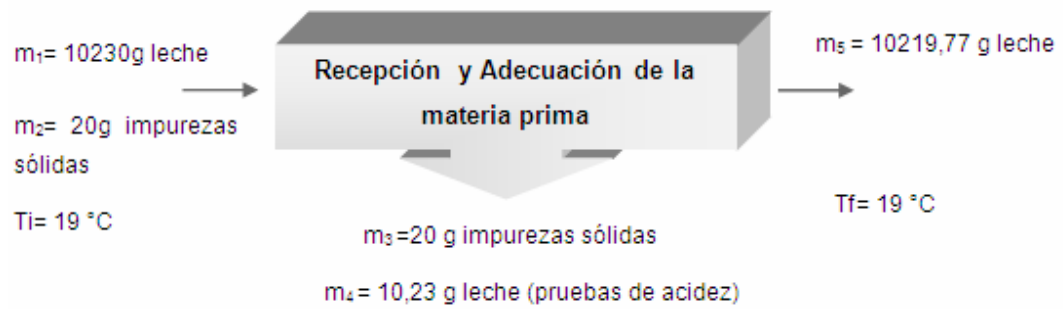


- **Queso Campesino Pasteurizado ó Antioqueño**

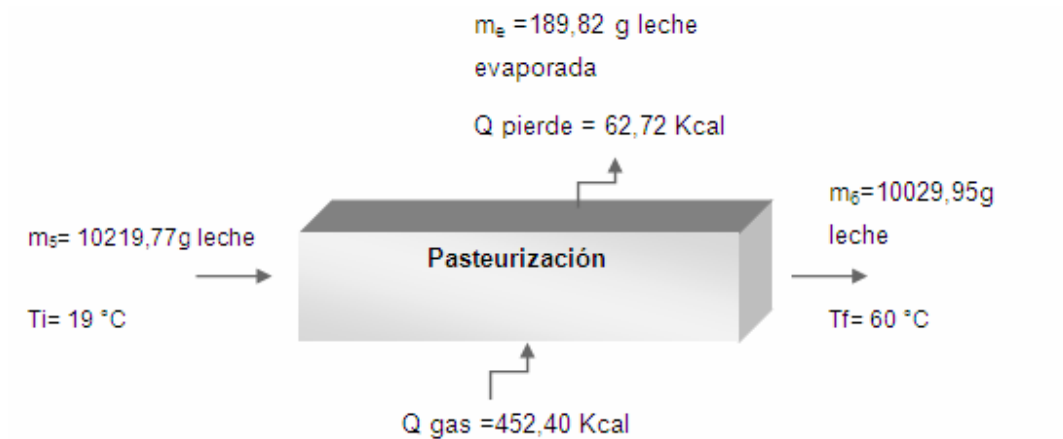
Consumo de gas pasteurización: 0,009 lb/L

Consumo de gas termización: 0,0017 lb/L

1. Recepción y adecuación materia prima



2. Pasteurización



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 10219,77\text{g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (60-19)^\circ\text{C} \\
 &= 389,68 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c \cdot g_{\text{lp}} \\
 &= (0,09\text{lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg/1000g}) \cdot 11082 \text{ Kcal/ Kg}
 \end{aligned}$$

$$= 452,40 \text{ Kcal}$$

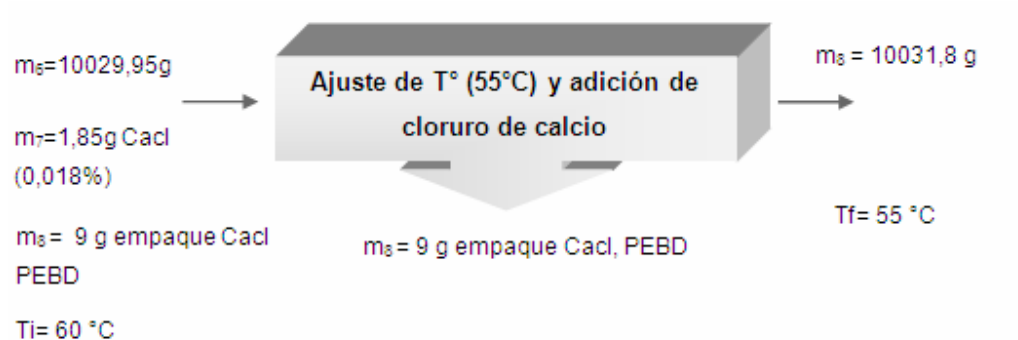
Pérdidas de Calor = Q gas- Q leche

$$= 452,40 \text{ Kcal} - 389,68 \text{ Kcal}$$

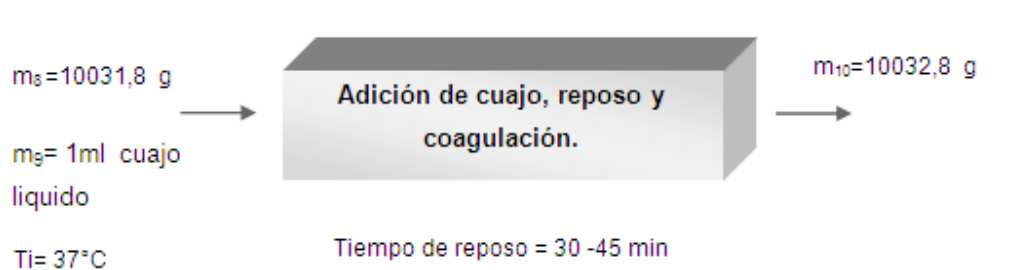
$$= 62,72 \text{ Kcal}$$

Pérdidas de energía = 6,27 Kcal/L ó 0,006 Kcal/g

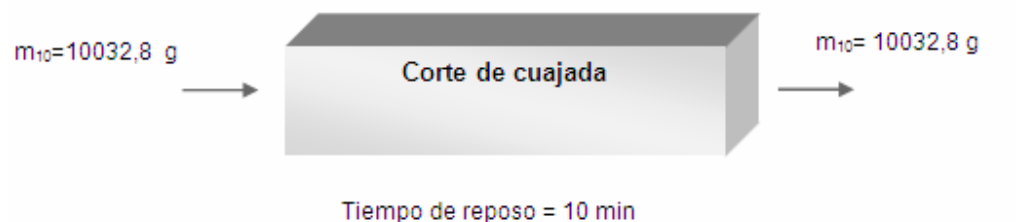
3. Ajuste de temperatura y adición de cloruro de calcio



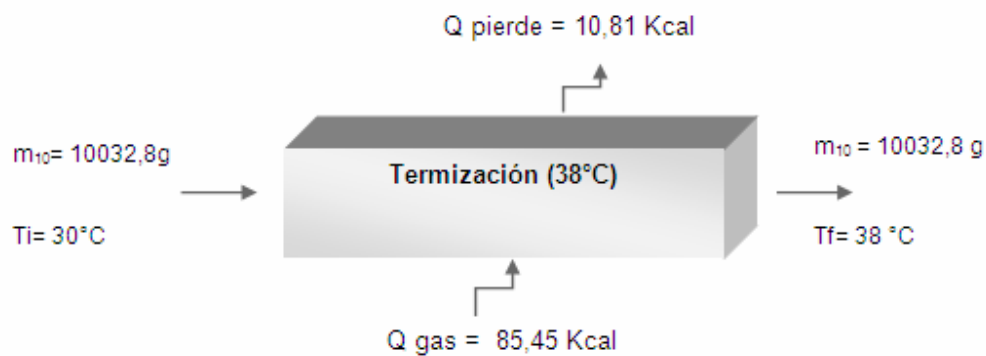
4. Adición de cuajo, reposo y coagulación.



5. Corte de cuajada



6. Termización (38°C)



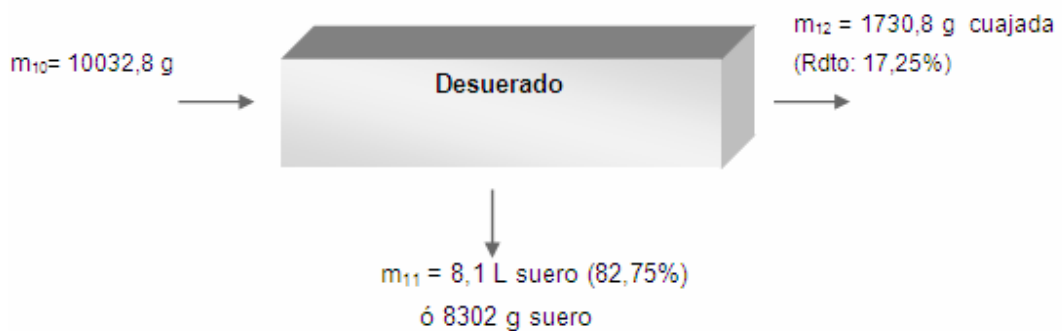
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 10032,8 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (38-30)^\circ\text{C} \\
 &= 74,64 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,017 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal/Kg} \\
 &= 85,45 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 85,45 \text{ Kcal} - 74,64 \text{ Kcal} \\
 &= 10,81 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

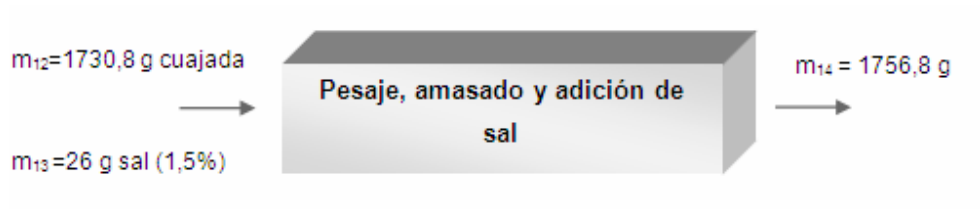
$$\text{Pérdidas de energía} = 1,081 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,0011 \text{ Kcal/g}$$

7. Desuerado

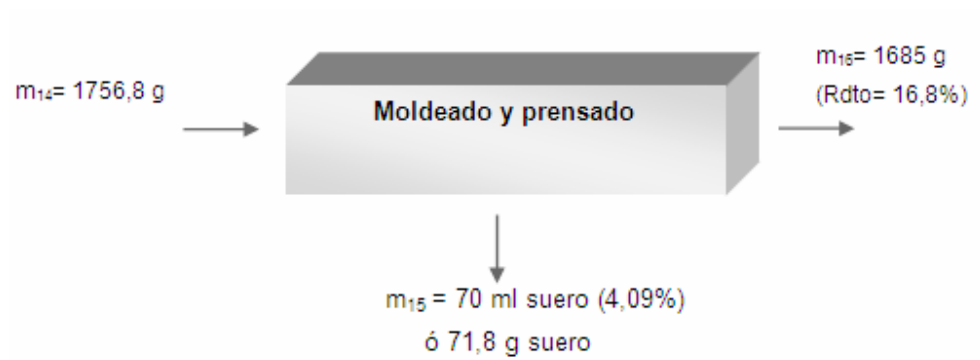


Nota: La Densidad del suero dulce es 1,025 g/ml

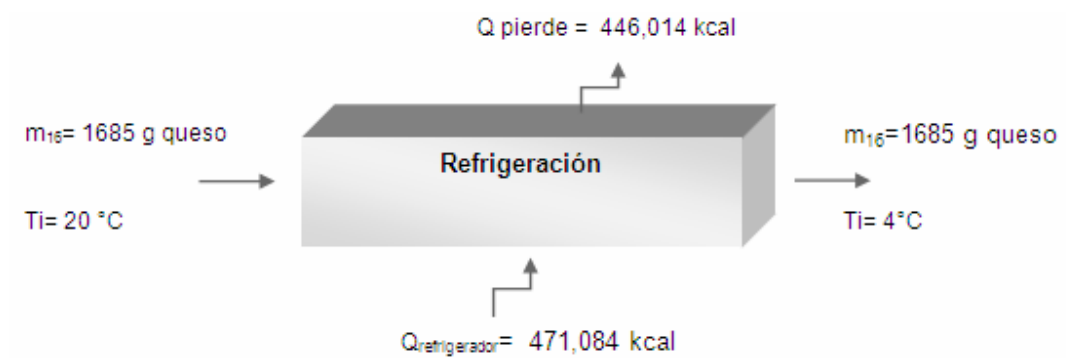
8. Pesaje, amasado y adición de sal



9. Moldeado y prensado



10. Refrigeración



Energía mecánica:

Potencia Suministrada refrigerador industrial = 644 W ó 0,644 KW

Tiempo de Refrigeración = 2 h

Eficiencia 85%

$$Q \text{ suministrado} = 0,644 \text{ KW} * 12 \text{ h} * (1\text{cal} / 1,162*10^{-6} \text{ Kwh}) * (1 \text{ kcal}/1000\text{cal})$$

$$Q \text{ suministrado} = 554,217 \text{ Kcal}$$

$$\text{Pérdida de energía (por eficiencia)} = 554,217 \text{ kcal} - (554,217*0.85)$$

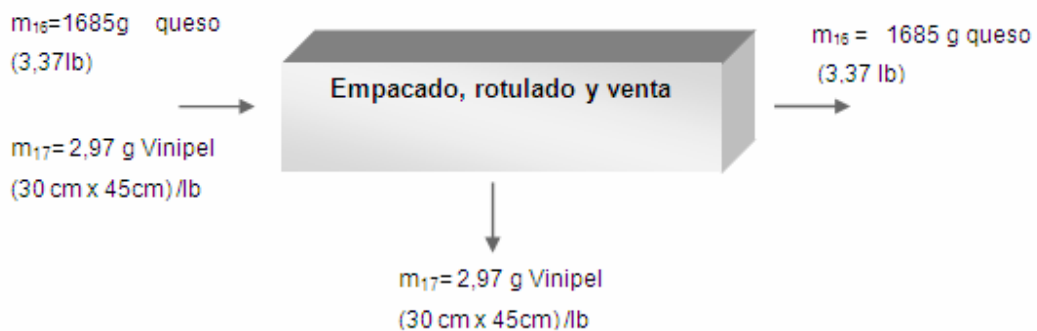
$$\text{Pérdida de energía (por eficiencia)} = 83,133 \text{ kcal}$$

$$Q \text{ real suministrado} = 471,084 \text{ Kcal}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ pierde leche} &= m_{16} \text{ leche} * C_p \text{ leche} * \Delta T \\ &= 1685 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^{\circ}\text{C} * (4 - 20) ^{\circ}\text{C} \\ &= - 25,07 \text{ kcal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas de calor} &= Q_{\text{perdida leche}} - Q_{\text{equipo}} \\ &= - 25,07 - (-471,084) \\ &= 446,014 \text{ kcal} \end{aligned}$$

11. Empacado, rotulado y venta

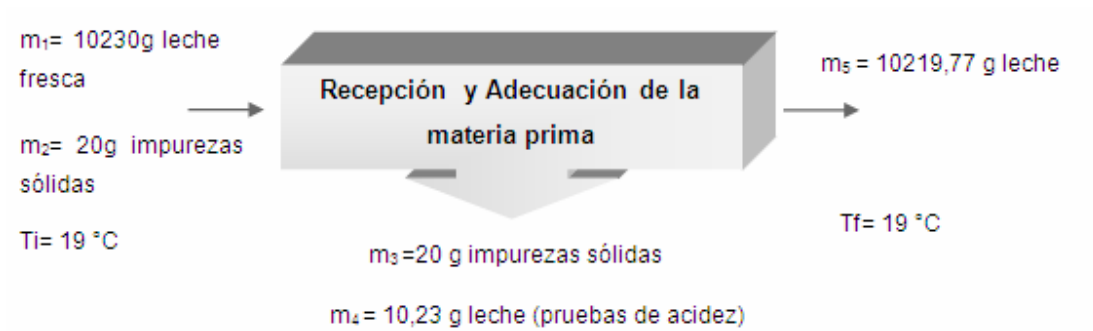


• **Queso doble crema**

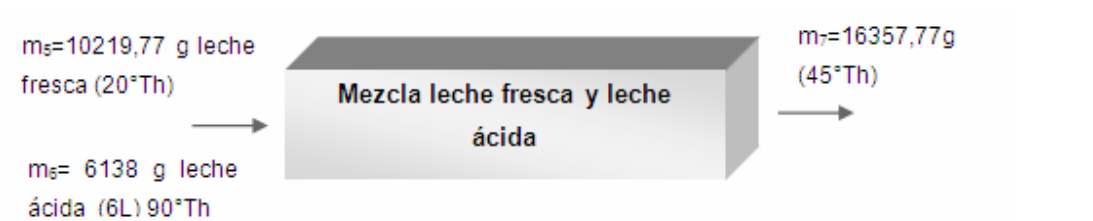
Consumo de gas termización: 0,013 lb/L

Consumo de gas hilado: 0,008 lb/L

1. Recepción y adecuación materia prima



2. Cuadrado de Pearson y mezcla de leche fresca y ácida



Acidez leche fresca: 20°Th → 45L (diferencia entre 90°Th y 45°Th)
 Acidez leche ácida: 90°Th → 25 L (diferencia entre 45°Th y 20°Th)

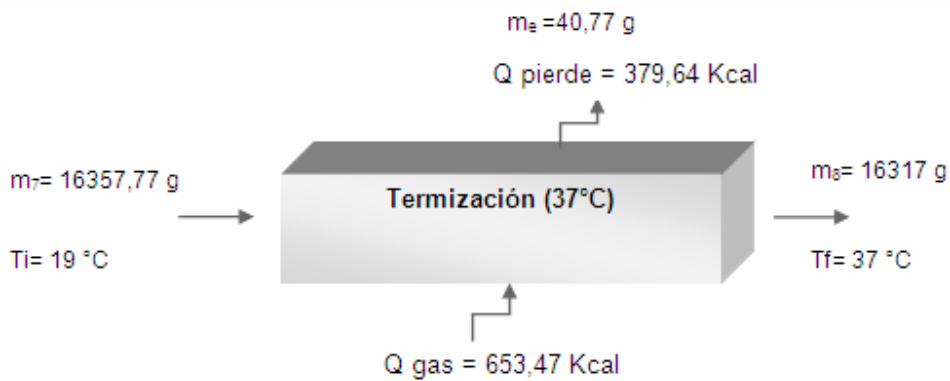
45 L leche fresca → 25L leche

10 L leche fresca ← x

x = 6L leche ácida ó 6138g

Nota: densidad de leche ácida 1,023g/ml

3. Termización (37°C)



$$Q_{\text{leche}} = m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T$$

$$= 16357,77 \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g} \cdot \text{°C} \cdot (37-19) \text{ °C}$$

$$= 273,83 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{gas}} = m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}}$$

$$= (0,13 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal}/\text{Kg}$$

$$= 653,47 \text{ Kcal}$$

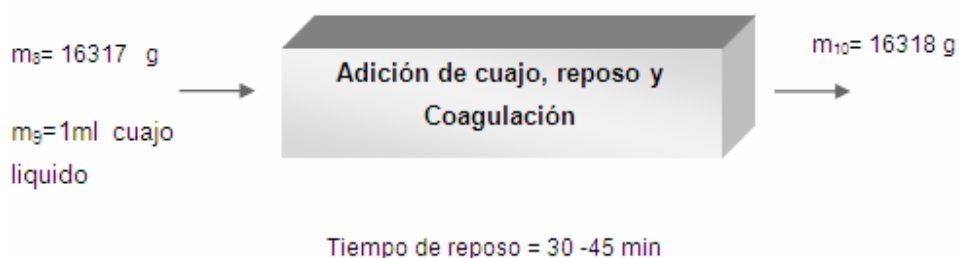
$$\text{Pérdidas de Calor} = Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}}$$

$$= 653,47 \text{ Kcal} - 273,83 \text{ Kcal}$$

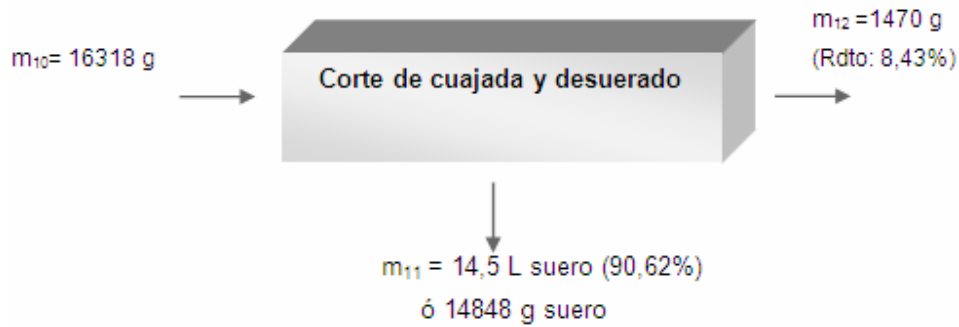
$$= 379,64 \text{ Kcal}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 23,73 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,023 \text{ Kcal/g}$$

4. Adición de cuajo, reposo y coagulación.

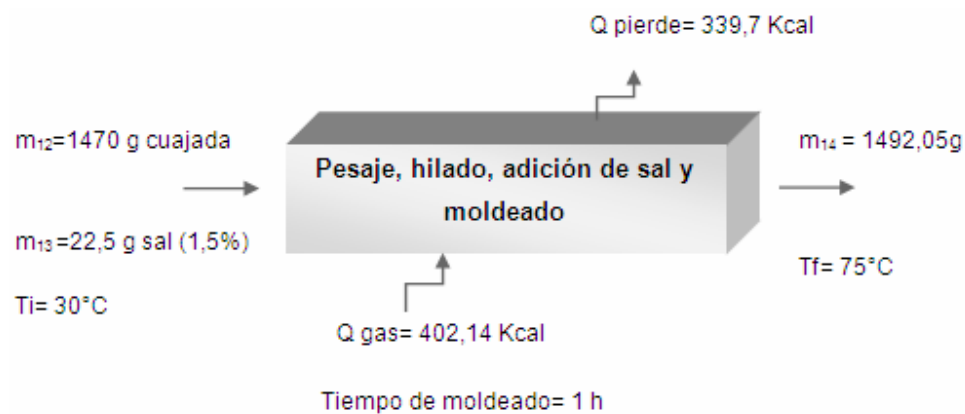


5. Corte de cuajada y desuerado



Nota: La Densidad del suero ácido es 1,024 g/ml

6. Pesaje, hilado, adición de sal y moldeado



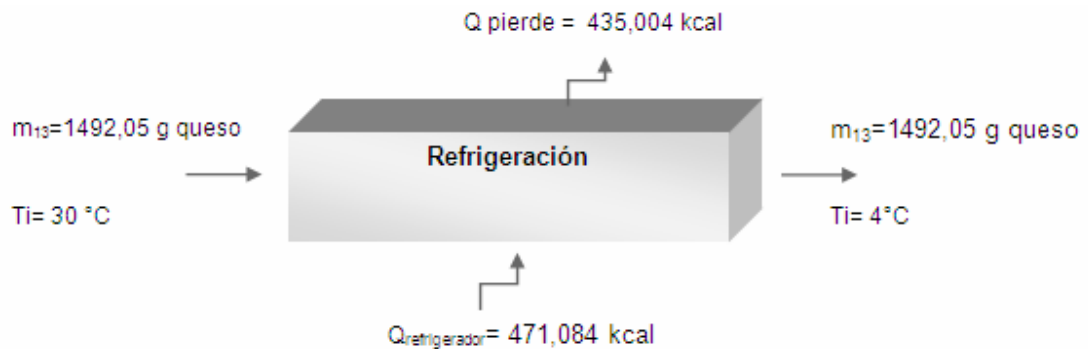
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 1492,05 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (75-30)^\circ\text{C} \\
 &= 62,44 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,08 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal}/\text{Kg} \\
 &= 402,14 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 402,14 \text{ Kcal} - 62,44 \text{ Kcal} \\
 &= 339,7 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 21,23 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,020 \text{ Kcal/g}$$

7. Refrigeración



Energía mecánica:

Potencia Suministrada refrigerador industrial = 644 W ó 0,644 KW

Tiempo de Refrigeración = 2 h

Eficiencia 85%

$$Q_{\text{suministrado}} = 0,644 \text{ KW} * 12 \text{ h} * (1 \text{ cal} / 1,162 * 10^{-6} \text{ kWh}) * (1 \text{ kcal} / 1000 \text{ cal})$$

$$Q_{\text{suministrado}} = 554,217 \text{ kcal}$$

$$\text{Pérdida de energía (por eficiencia)} = 554,217 \text{ kcal} - (554,217 * 0,85)$$

$$\text{Pérdida de energía (por eficiencia)} = 83,133 \text{ kcal}$$

$$Q_{\text{real suministrado}} = 471,084 \text{ kcal}$$

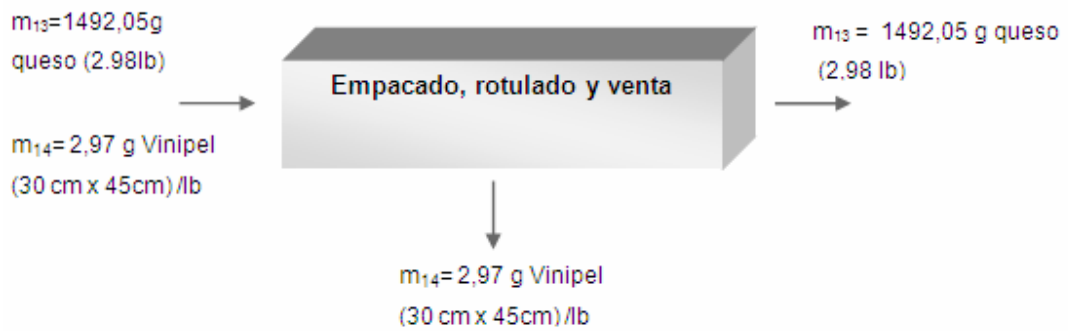
$$Q_{\text{pierde leche}} = m_{13} \text{ leche} * C_p \text{ leche} * \Delta T$$

$$= 1492,05 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} * (4 - 30) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$= - 36,08 \text{ Kcal}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de calor} &= Q_{\text{perdida leche}} - Q_{\text{equipo}} \\
 &= -36,08 - (-471,084) \\
 &= 435,004 \text{ kcal}
 \end{aligned}$$

8. Empacado, rotulado y venta



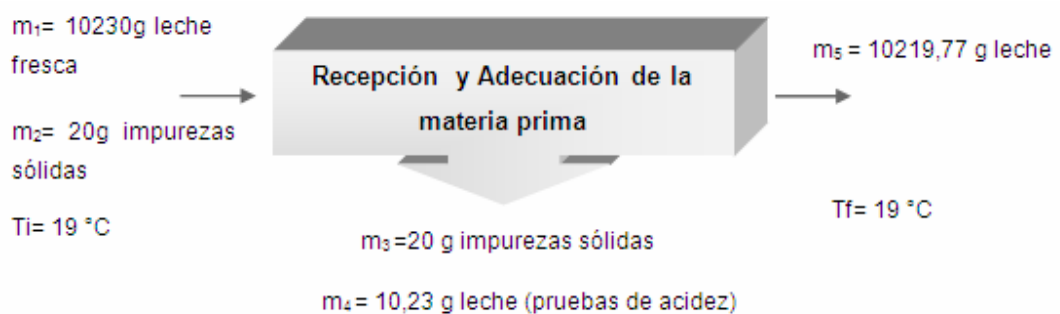
- **Quesillo**

Consumo de gas termización (37°C): 0,011 lb/L

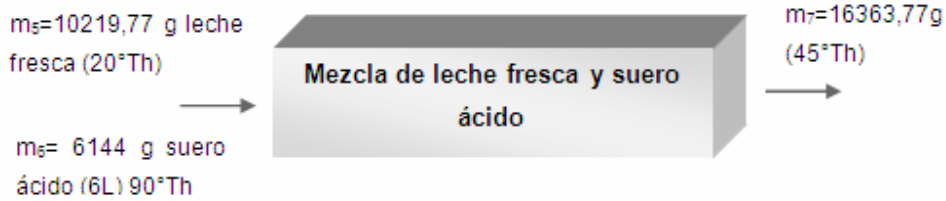
Consumo de gas termización (40°C): 0,007 lb/L

Consumo de gas hilado: 0,012 lb/L

1. Recepción y adecuación materia prima



2. Cuadrado de Pearson, mezcla de leche fresca y suero ácido



Acidez leche fresca: 20° Th →
 Acidez leche ácida: 90° Th → 45° Th → 45L (diferencia entre 90°Th y 45°Th)
 25 L (diferencia entre 45°Th y 20°Th)

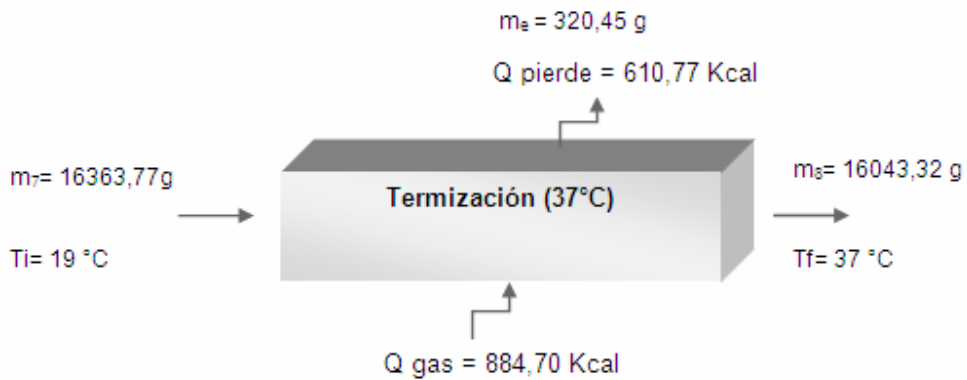
45 L leche fresca → 25L leche

10 L leche fresca ← x

x = 6L suero ácido ó 6144g

Nota: densidad de suero ácido 1,024g/ml

3. Termización (37°C)



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 16363,77\text{g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (37-19) \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 273,93 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{gas}} = m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}}$$

$$= (0,176 \text{ lb} * 453.59 \text{ g/lb} * 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) * 11082 \text{ Kcal}/ \text{Kg}$$

$$= 884,70 \text{ Kcal}$$

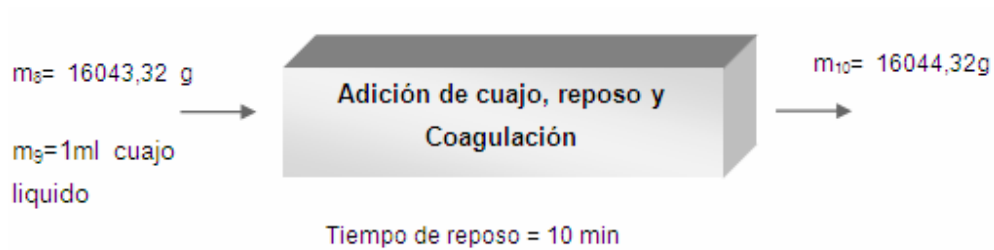
Pérdidas de Calor = Q gas- Q leche

$$= 884,70 \text{ Kcal} - 273,93 \text{ Kcal}$$

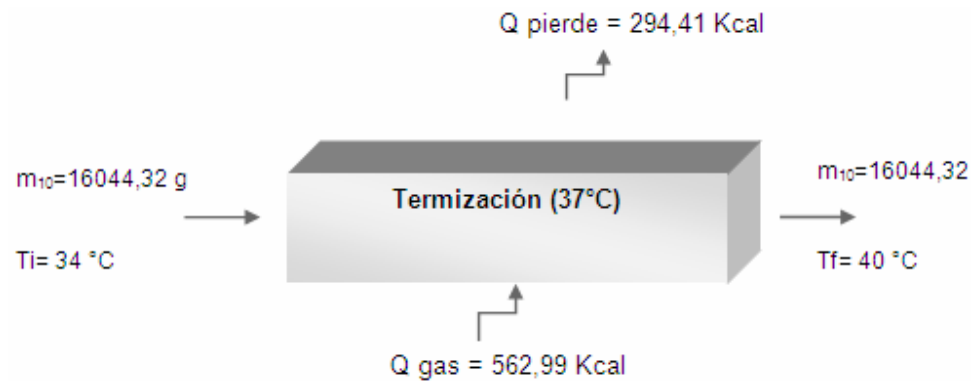
$$= 610,77 \text{ Kcal}$$

Pérdidas de energía = 38,17 Kcal/L ó 0,037 Kcal/g

4. Adición de cuajo, reposo y coagulación.



5. Termización (37°C)



$$Q_{\text{leche}} = m_{\text{leche}} * C_p_{\text{leche}} * \Delta T$$

$$= 16044,32 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal}/\text{g}^{\circ}\text{C} * (37-19) \text{ °C}$$

$$= 268,58 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{gas}} = m_{\text{gas}} * P_c_{\text{glp}}$$

$$= (0,112 \text{ lb} * 453.59 \text{ g/lb} * 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) * 11082 \text{ Kcal}/ \text{Kg}$$

$$= 562,99 \text{ Kcal}$$

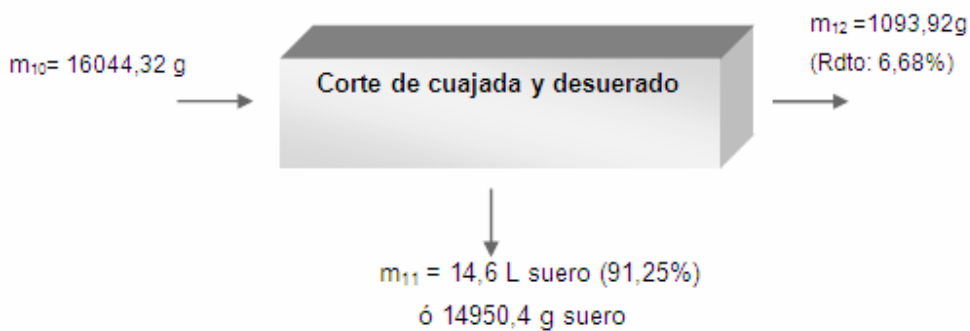
Pérdidas de Calor = Q gas- Q leche

$$= 562,99 \text{ Kcal} - 268,58 \text{ Kcal}$$

$$= 294,41 \text{ Kcal}$$

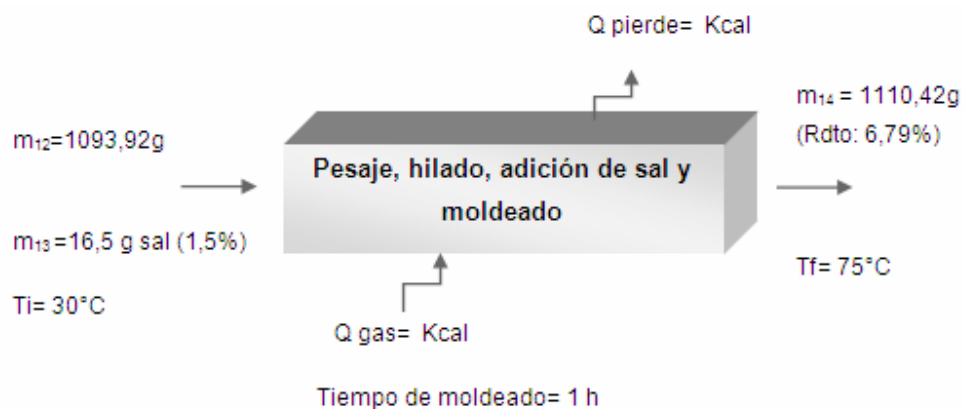
Pérdidas de energía = 18,40 Kcal/L ó 0,018 Kcal/g

6. Corte de cuajada y desuerado



Nota: La Densidad del suero ácido es 1,024 g/ml

7. Pesaje, hilado, adición de sal y moldeado



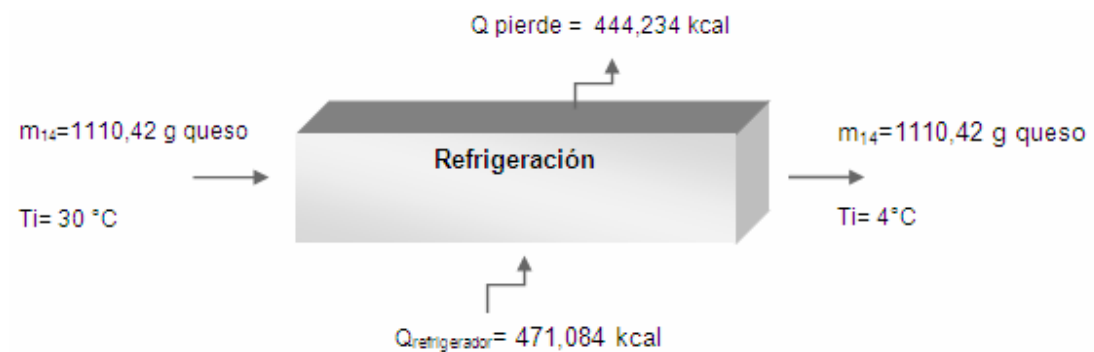
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 1110,42 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (75-30)^\circ\text{C} \\
 &= 46,47 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,192 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal/Kg} \\
 &= 965,12 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 965,12 \text{ Kcal} - 46,47 \text{ Kcal} \\
 &= 918,65 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 57,42 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,056 \text{ Kcal/g}$$

8. Refrigeración



Energía mecánica:

Potencia Suministrada refrigerador industrial = 644 W ó 0,644 KW

Tiempo de Refrigeración = 2 h

Eficiencia 85%

$$Q_{\text{suministrado}} = 0,644 \text{ KW} \cdot 2 \text{ h} \cdot (1 \text{ cal} / 1,162 \cdot 10^{-6} \text{ kWh}) \cdot (1 \text{ Kcal}/1000\text{cal})$$

$$Q_{\text{suministrado}} = 554,217 \text{ kcal}$$

Pérdida de energía (por eficiencia) = 554,217 kcal – (554,217*0.85)

Pérdida de energía (por eficiencia) = 83,133 kcal

Q real suministrado = 471,084

Q pierde leche = $m_{14} \text{ leche} * C_p \text{ leche} * \Delta T$

= 1110,42 g * 9,3 * 10⁻⁴ Kcal/g°C * (4 - 30) °C

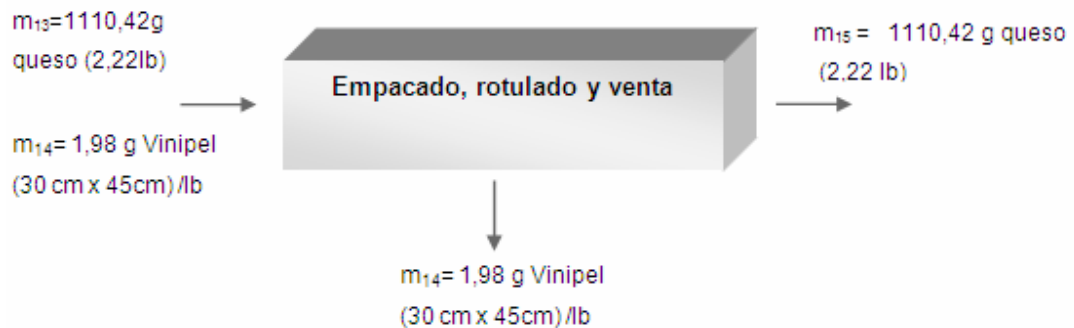
= - 26,85 Kcal

Pérdidas de calor = Qperdida leche – Qequipo

= - 26,85 – (-471,084)

= 444,234 kcal

9. Empacado, rotulado y venta

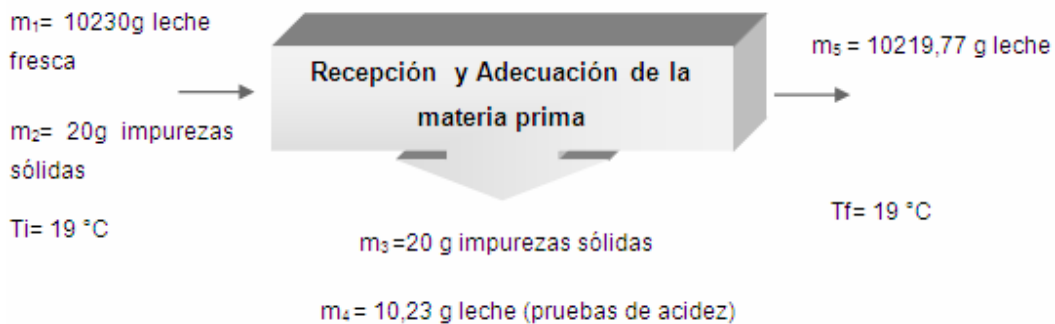


• Arequipe de café

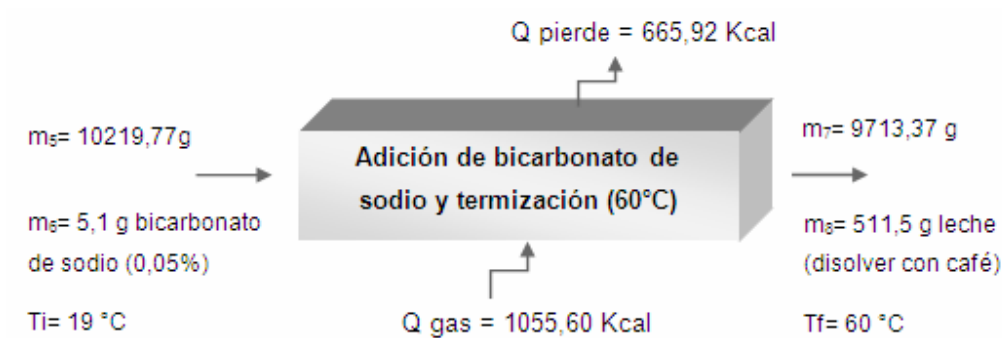
Consumo de gas termización (60°C): 0,021 lb/L

Consumo de gas Evaporación (65° Brix): 0,182 lb/L

1. Recepción y adecuación materia prima



2. Adición de bicarbonato de sodio y termización (60 °C)



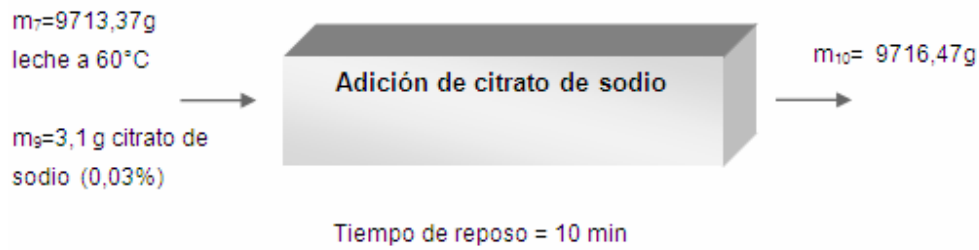
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 10219,77 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (60-19) \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 389,68 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,21 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal/ Kg} \\
 &= 1055,60 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

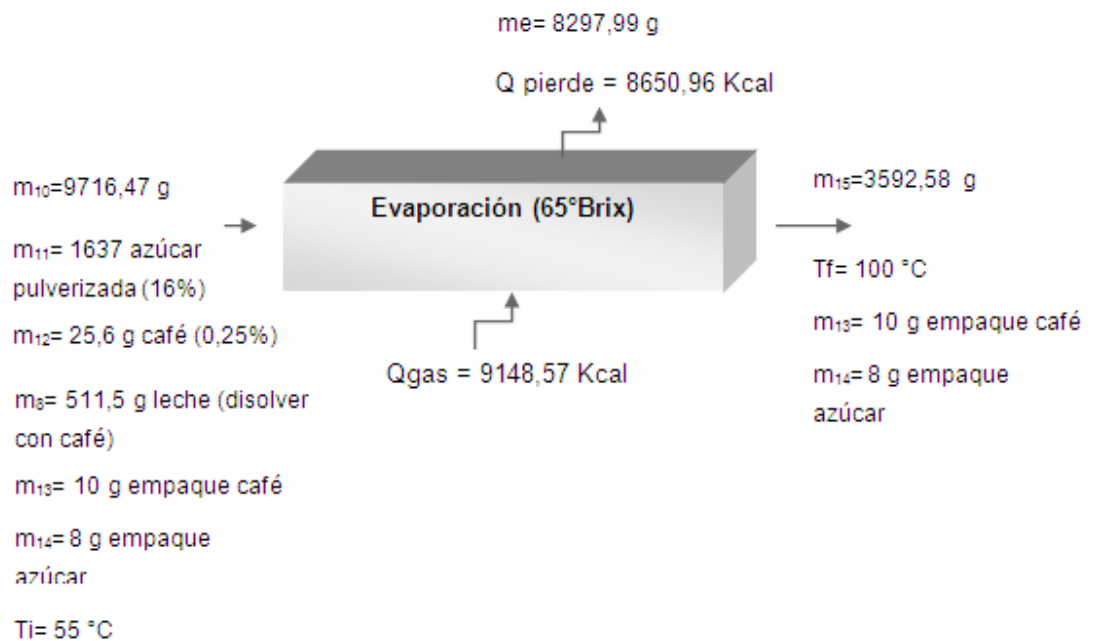
$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 1055,60 \text{ Kcal} - 389,68 \text{ Kcal} \\
 &= 665,92 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 66,59 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,065 \text{ Kcal/g}$$

3. Adición de citrato de sodio



4. Evaporación (65°Brix)



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 11890,57\text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4}\text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (100-55)^\circ\text{C} \\
 &= 497,62\text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (1,82\text{ lb} \cdot 453,59\text{ g/lb} \cdot 1\text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082\text{ Kcal/Kg} \\
 &= 9148,57\text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de Calor} = Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}}$$

$$= 9148,57\text{Kcal} - 497,62\text{ Kcal}$$

$$= 8650,95\text{Kcal}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 865,10\text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,846\text{ Kcal/g}$$

Energía mecánica:

Potencia licuadora industrial = 1,125 KW

Tiempo = 4,68 min

Eficiencia 85%

$$Q \text{ suministrado} = 1,125\text{ KW} * 4,68\text{ min} * (1\text{ h}/60\text{ min}) * (1\text{ cal} / 1,162 * 10^{-6}\text{ KW}) * (1\text{ Kcal}/1000\text{cal})$$

$$Q \text{ suministrado} = 75,52\text{ Kcal}$$

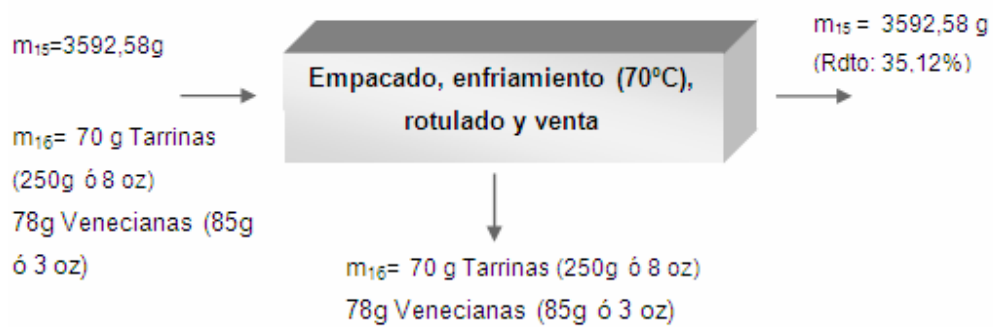
$$\text{Pérdida de energía} = 75,52\text{Kcal} - (75,52 * 0.85)$$

$$\text{Pérdida de energía} = 11,33\text{ Kcal}$$

$$\text{Pérdida de energía} = 1,133\text{ Kcal/L}$$

$$Q \text{ real suministrado} = 64,19\text{ Kcal}$$

5. Empacado, enfriamiento (70°C), rotulado y venta

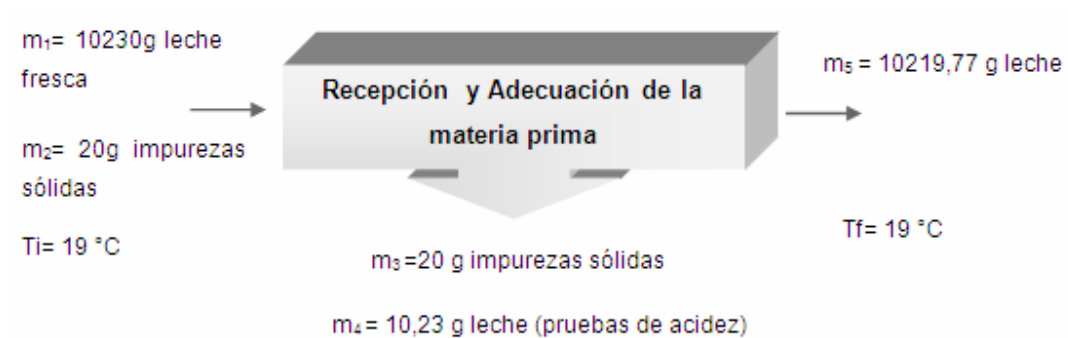


• **Leche condensada**

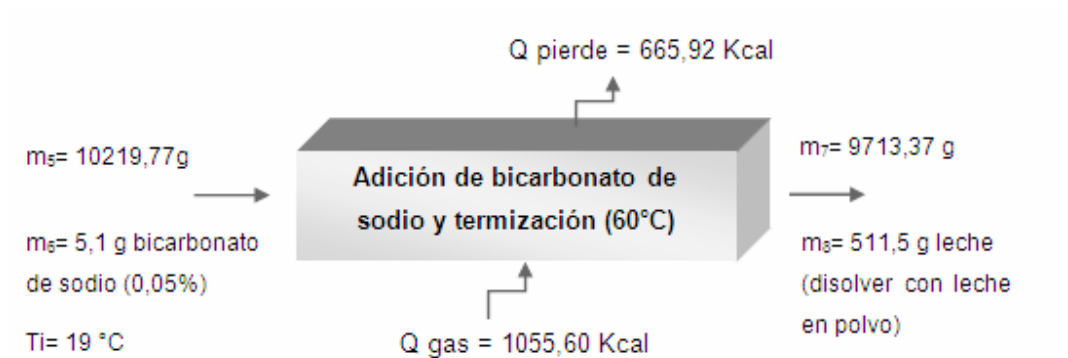
Consumo de gas termización (60°C): 0,014 lb/L

Consumo de gas Evaporación (60° Brix): 0,146 lb/L

1. Recepción y adecuación materia prima



2. Adición de bicarbonato de sodio y termización (60°C)



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 10219,77 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (60-19) \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 389,68 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,21 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg/1000g}) \cdot 11082 \text{ Kcal/ Kg}
 \end{aligned}$$

$$= 1055,60 \text{ Kcal}$$

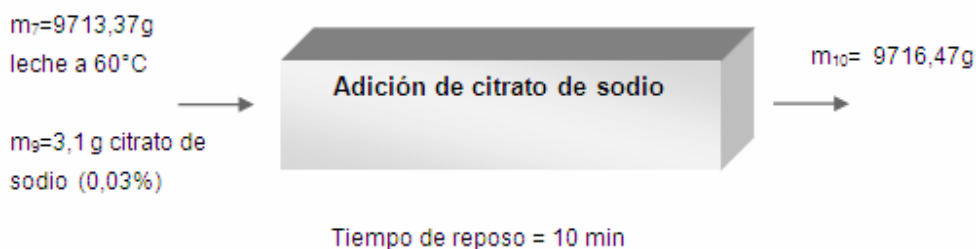
Pérdidas de Calor = Q gas- Q leche

$$= 1055,60 \text{ Kcal} - 389,68 \text{ Kcal}$$

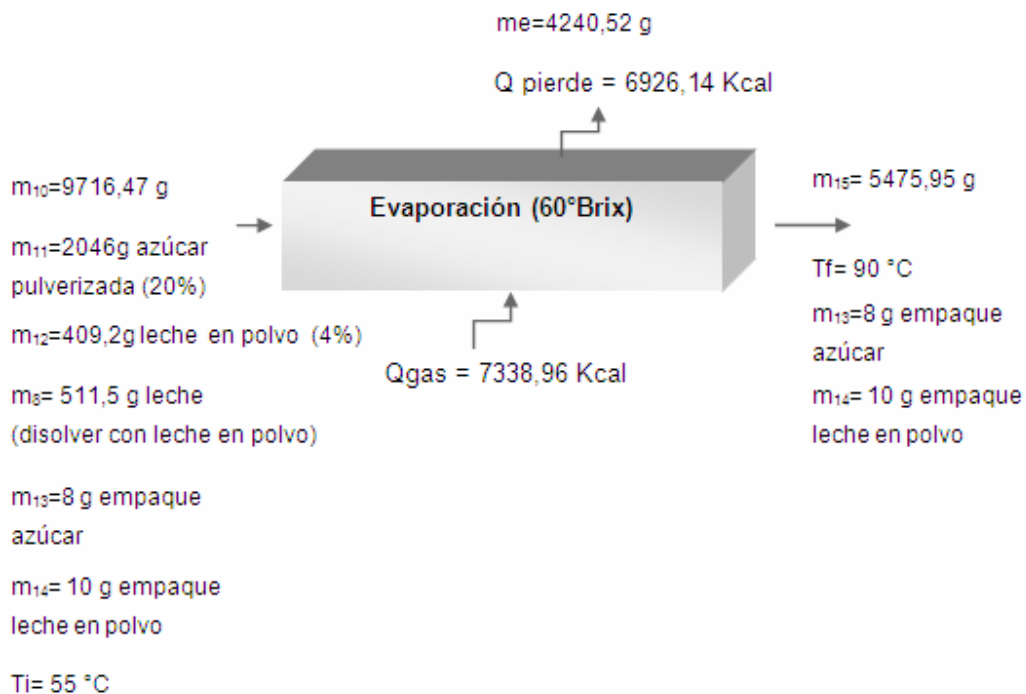
$$= 665,92 \text{ Kcal}$$

Pérdidas de energía = 66,59 Kcal/L ó 0,065 Kcal/g

3. Adición de citrato de sodio



4. Evaporación (60°Brix)



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 12682,7 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (90-55) \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 412,82 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (1,46 \text{ lb} \cdot 453.59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal/ Kg} \\
 &= 7338,96 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 7338,96 \text{ Kcal} - 412,82 \text{ Kcal} \\
 &= 6926,14 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 692,14 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,677 \text{ Kcal/g}$$

Energía mecánica:

Potencia licuadora industrial = 1,125 KW

Tiempo = 6 min

Eficiencia 85%

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{suministrado}} &= 1,125 \text{ KW} \cdot 6 \text{ min} \cdot (1 \text{ h}/60 \text{ min}) \cdot (1 \text{ cal} / 1,162 \cdot 10^{-6} \text{ KW}) \cdot \\
 &\quad (1 \text{ Kcal}/1000\text{cal})
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{suministrado}} = 96,82 \text{ Kcal}$$

$$\text{Pérdida de energía} = 96,82 \text{ Kcal} - (96,82 \cdot 0,85)$$

$$\text{Pérdida de energía} = 14,52 \text{ Kcal}$$

$$\text{Pérdida de energía} = 1,452 \text{ Kcal/L}$$

$$Q_{\text{real suministrado}} = 82,3 \text{ Kcal}$$

5. Empacado, enfriamiento (70°C), rotulado y venta



Energía mecánica:

Potencia Suministrada selladora de impulso manual = 200 W ó 0,2 KW

Tiempo de Refrigeración = 1,5 h

Eficiencia 85%

Q suministrado = $0,2 \text{ KW} * 1,5 \text{ h} * (1 \text{ cal} / 1,162 * 10^{-6} \text{ Kw}) * (1 \text{ Kcal} / 1000 \text{ cal})$

Q suministrado 258,18 Kcal

Pérdida de energía (por eficiencia) = $258,18 \text{ Kcal} - (258,18 * 0,85)$

Pérdida de energía (por eficiencia) = 38,73 Kcal

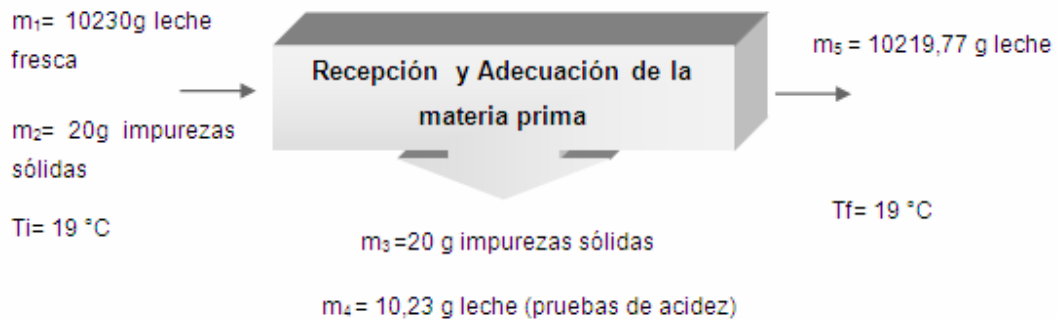
Q real suministrado = 219,45 Kcal

• Manjar blanco

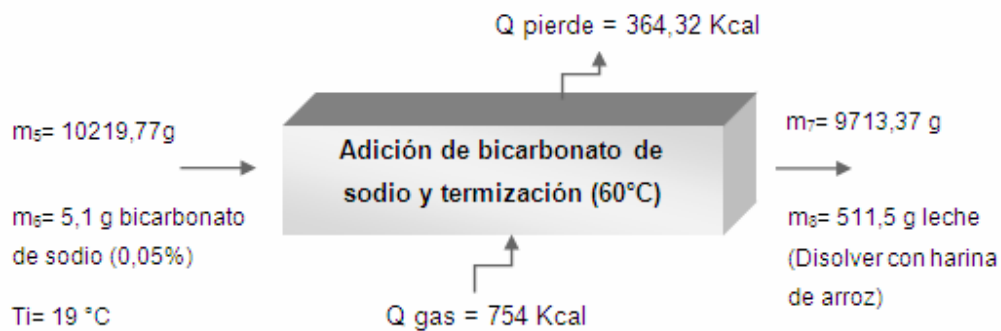
Consumo de gas termización (60°C): 0,015 lb/L

Consumo de gas Evaporación (70° Brix): 0,136 lb/L

1. Recepción y adecuación materia prima



2. Adición de bicarbonato de sodio y termización (60 °C)



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 10219,77\text{g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4}\text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (60-19)\text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 389,68\text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,15\text{ lb} \cdot 453,59\text{ g/lb} \cdot 1\text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082\text{ Kcal}/\text{Kg} \\
 &= 754\text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

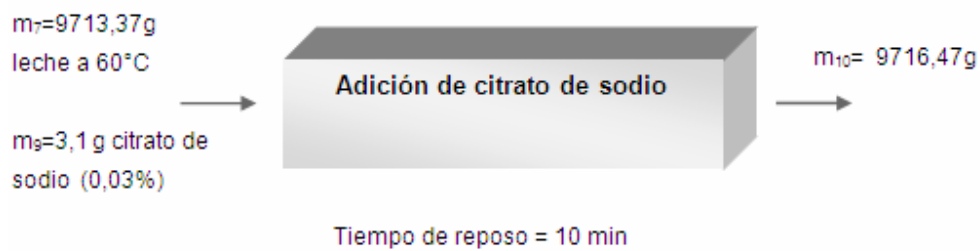
$$\text{Pérdidas de Calor} = Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}}$$

$$= 754 \text{ Kcal} - 389,68 \text{ Kcal}$$

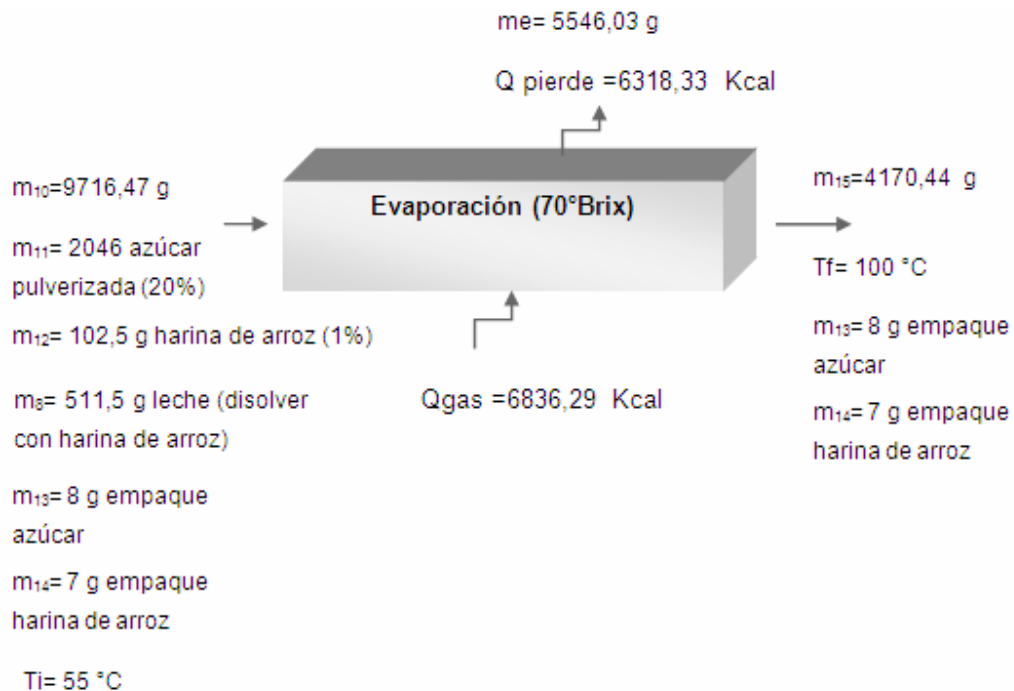
$$= 364,32 \text{ Kcal}$$

Pérdidas de energía = 3,643 Kcal/L ó 0,0356 Kcal/g

3. Adición de citrato de sodio



4. Evaporación (70°Brix)



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 12376,7 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (100-55) \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 517,96 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (1,36 \text{ lb} \cdot 453.59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg/1000g}) \cdot 11082 \text{ Kcal/ Kg} \\
 &= 6836,29 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 6836,29 \text{ Kcal} - 517,96 \text{ Kcal} \\
 &= 6318,33 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 6,318 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,618 \text{ Kcal/g}$$

Energía mecánica:

Potencia licuadora industrial = 1,125 KW

Tiempo = 4,68 min

Eficiencia 85%

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{suministrado}} &= 1,125 \text{ KW} \cdot 4,68 \text{ min} \cdot (1 \text{ h/60 min}) \cdot (1 \text{ cal} / 1,162 \cdot 10^{-6} \text{ KW}) \cdot \\
 &\quad (1 \text{ Kcal/1000cal})
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{suministrado}} = 75,52 \text{ Kcal}$$

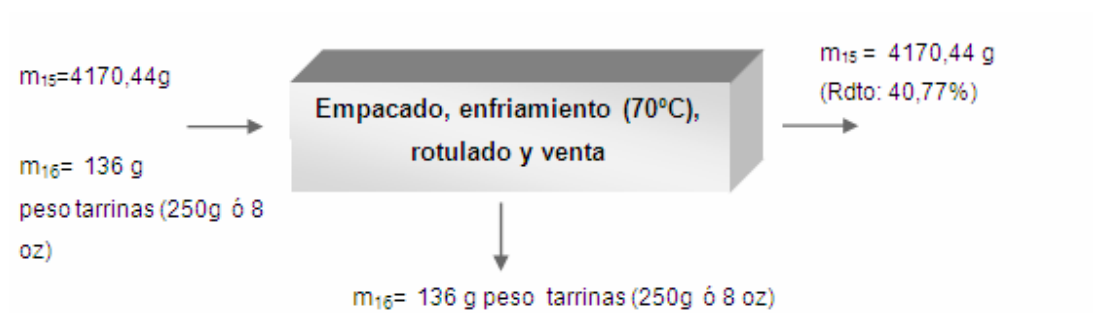
$$\text{Pérdida de energía} = 75,52 \text{ Kcal} - (75,52 \cdot 0,85)$$

$$\text{Pérdida de energía} = 11,33 \text{ Kcal}$$

$$\text{Pérdida de energía} = 1,133 \text{ Kcal/L}$$

$$Q_{\text{real suministrado}} = 64,19 \text{ Kcal}$$

5. Empacado, enfriamiento (70°C), rotulado y venta

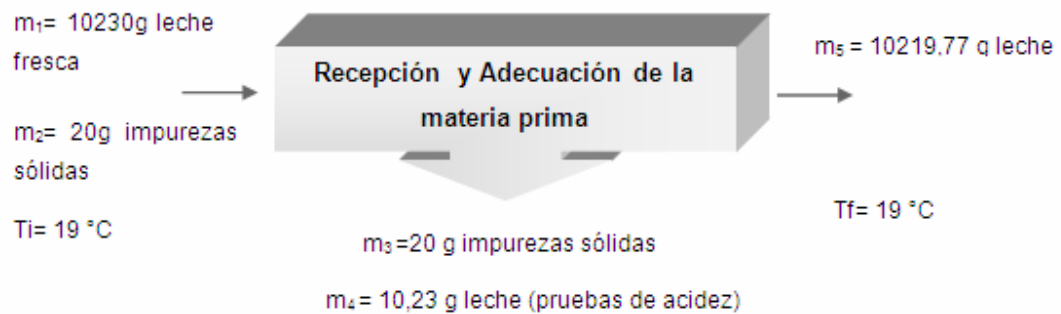


• **Dulce cortado**

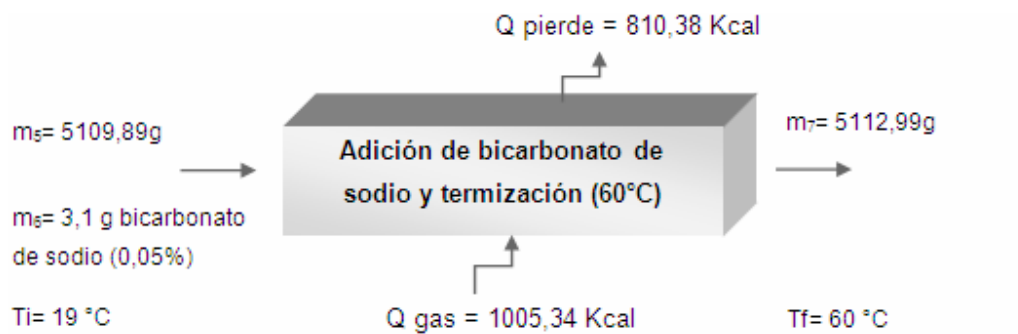
Consumo de gas termización (60°C): 0,020 lb/L

Consumo de gas Evaporación (70° Brix):0,145 lb/L

1. Recepción y adecuación materia prima



2. Adición de bicarbonato de sodio y termización (60 °C)



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} \cdot C_p_{\text{leche}} \cdot \Delta T \\
 &= 5112,99 \text{ g} \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kcal/g}^\circ\text{C} \cdot (60-19) \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 194,96 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

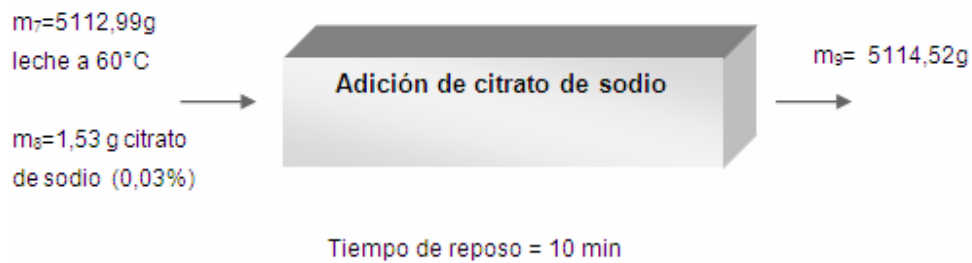
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} \cdot P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,20 \text{ lb} \cdot 453,59 \text{ g/lb} \cdot 1 \text{ Kg}/1000\text{g}) \cdot 11082 \text{ Kcal/ Kg}
 \end{aligned}$$

$$= 1005,34 \text{ Kcal}$$

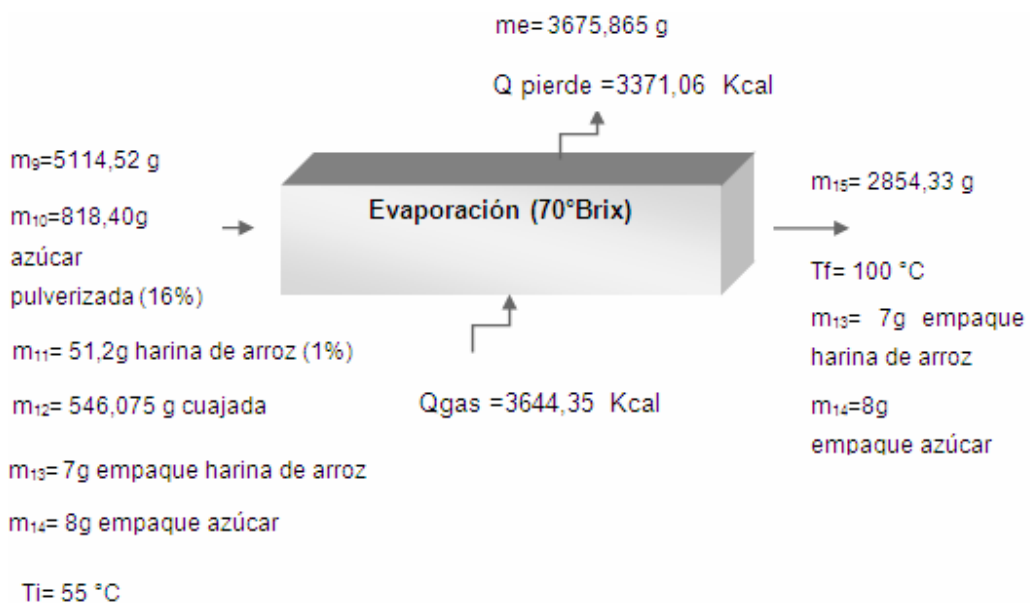
$$\begin{aligned} \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\ &= 1005,34 \text{ Kcal} - 194,96 \text{ Kcal} \\ &= 810,38 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 162,1 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,159 \text{ Kcal/g}$$

3. Adición de citrato de sodio



4. Evaporación (70°Brix)



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{leche}} &= m_{\text{leche}} * C_p_{\text{leche}} * \Delta T \\
 &= 6530,195 \text{ g} * 9,3 * 10^{-4} \text{ Kcal/g}^{\circ}\text{C} * (100-55) \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 &= 273,29 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{gas}} &= m_{\text{gas}} * P_c_{\text{glp}} \\
 &= (0,725 \text{ lb} * 453.59 \text{ g/lb} * 1 \text{ Kg/1000g}) * 11082 \text{ Kcal/ Kg} \\
 &= 3644,35 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdidas de Calor} &= Q_{\text{gas}} - Q_{\text{leche}} \\
 &= 3644,35 \text{ Kcal} - 273,29 \text{ Kcal} \\
 &= 3371,06 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 674,21 \text{ Kcal/L} \text{ ó } 0,659 \text{ Kcal/g}$$

Energía mecánica:

Potencia licuadora industrial = 1,125 KW

Tiempo = 5,5 min

Eficiencia 85%

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{suministrado}} &= 1,125 \text{ KW} * 5,5 \text{ min} * (1 \text{ h/60 min}) * (1 \text{ cal} / 1,162 * 10^{-6} \text{ KW}) * \\
 &\quad (1 \text{ kcal/1000cal})
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{suministrado}} = 88,75 \text{ kcal}$$

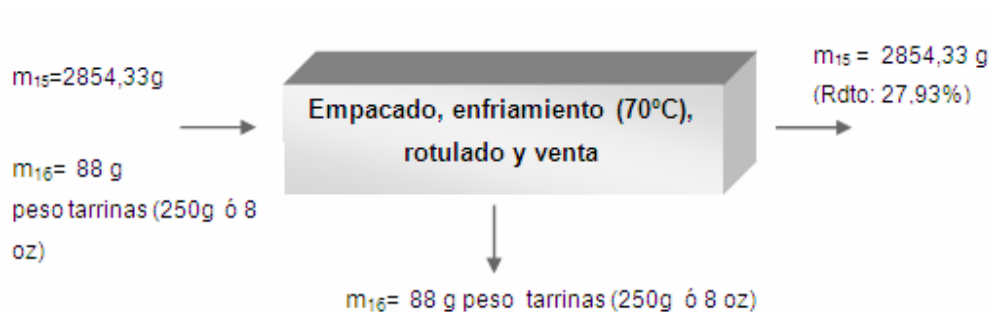
$$\text{Pérdida de energía} = 88,75 \text{ kcal} - (88,75 * 0.85)$$

$$\text{Pérdida de energía} = 13,31 \text{ kcal}$$

$$\text{Pérdida de energía} = 1,331 \text{ kcal/L}$$

$$Q_{\text{real suministrado}} = 75,44 \text{ kcal}$$

5. Empacado, enfriamiento (70°C), rotulado y venta



Apéndice 10. Rendimientos productos lácteos elaborados en el Sena Regional Cauca

RENDIMIENTO-YOGUR BATIDO

Cantidad Leche Procesada (L)	Rendimiento (l)	Rendimiento (%)	l/L
15	16	106,67	1,07
20	20	100,00	1,00
40	42	105,00	1,05
40	42	105,00	1,05
40	44	110,00	1,10
40	44	110,00	1,10
	Promedio	106,11	

Promedio L yogur / L Leche procesada)	1,061
Desviación estándar (l/L)	0,038

Apéndice 10. Rendimientos productos lácteos elaborados en el Sena Regional Cauca

RENDIMIENTO-YOGUR AFLANADO

Cantidad Leche Procesada (L)	Unidades 7oz	Rendimiento (g)	Rendimiento (%)	g/L
5	31	4960	96,97	992,00
20	120	19440	95,01	972,00
20	133	21546	105,31	1077,30
40	240	38880	95,01	972,00
Promedio			98,08	

Promedio (g yogur aflanado/L leche procesada)	1003,325
Desviación estándar (g/L)	50,210

Observación:	Cada presentación de yogurt aflanado es empacado en un vaso de 7oz El peso real de su contenido sin fruta es aprox. 5oz (160 g) Se adiciona aprox. 30g de fruta/unidad
--------------	--

Apéndice 10. Rendimientos productos lácteos elaborados en el Sena Regional Cauca

RENDIMIENTO-KUMIS

Cantidad Leche Procesada (L)	Rendimiento (L)	Rendimiento (%)	L Kumis/L Leche procesada
20	20	100	1
40	40	100	1
	Promedio	100%	

RENDIMIENTO-BEBIDA LACTEA

Cantidad Leche Procesada (L)	Cantidad suero Procesado(L)	Rendimiento (L)	Rendimiento (%)	L bebida láctea/ L leche procesada
10	4	14	100	1

Apéndice 10. Rendimientos productos lácteos elaborados en el Sena Regional Cauca

RENDIMIENTO-QUESO CAMPESINO (Lv)

Cantidad Leche Procesada (L)	Rendimiento (g)	Rendimiento (lb)	Rendimiento (%)	g/L	lb/L
12	1352	2,70	11,01	112,67	0,225
19	2020	4,04	10,39	106,32	0,213
20	2145	4,29	10,48	107,25	0,215
22	2562	5,12	11,38	116,45	0,233
23	2683	5,37	11,40	116,65	0,233
27	2895	5,79	10,48	107,22	0,214
28	2956	5,91	10,32	105,57	0,211
30	3076	6,15	10,02	102,53	0,205
33	3184	6,37	9,43	96,48	0,193
40	4840	9,68	11,83	121,00	0,242
			Promedio	10,68 %	

Promedio (lb queso /L leche procesada)	0,218
Desviación estándar (lb/L)	0,015

Promedio (g queso /L leche procesada)	109,215
Desviación estándar (g/L)	7,414

Apéndice 10. Rendimientos productos lácteos elaborados en el Sena Regional Cauca

RENDIMIENTO-QUESO CAMPESINO PASTEURIZADO (Lv)

Cantidad Leche Procesada (L)	Rendimiento (g)	Rendimiento (lb)	Rendimiento (%)	g/L	lb/L
20	4311	8,62	21,07	215,55	0,431
20	4607	9,21	22,52	230,35	0,461
40	5986	11,97	14,63	149,65	0,299
40	6563	13,13	16,04	164,08	0,328
			Promedio	18,56	

Promedio (lb queso /L leche procesada)	0,380
Desviación estándar (lb/L)	0,078

Promedio (g queso /L leche procesada)	189,906
Desviación estándar (g/L)	39,077

Apéndice 10. Rendimientos productos lácteos elaborados en el Sena Regional Cauca

RENDIMIENTO-QUESO DOBLE CREMA

Cantidad Leche Fresca Procesada (L)	Cantidad Leche Acida Procesada (L)	Leche Procesada Total (L)	Rendimiento (g)	Rendimiento (lb)	Rendimiento (%)	g/L	lb/L
10	6	16	1412	2,82	8,63	88,25	0,177
10	6	16	1330	2,66	8,13	83,13	0,166
20	13	33	2639	5,28	7,82	79,97	0,160
20	14	34	2981	5,96	8,57	87,68	0,175
38	20	58	5340	10,68	9,00	92,07	0,184
					Promedio	8,43	

Promedio (lb queso/L leche procesada)	0,172
Desviación estándar (lb/L)	0,009

Promedio (g queso /L leche procesada)	86,218
Desviación estándar (g/L)	4,720

Apéndice 10. Rendimientos productos lácteos elaborados en el Sena Regional Cauca

RENDIMIENTO-QUESILLO

Cantidad Leche Fresca Procesada (L)	Cantidad Suero Procesado (L)	Total Procesado (L)	Rendimiento (g)	Rendimiento (lb)	Rendimiento (%)	g/L	lb/L
20	16	36	2461,4	4,92	6,68	68,37	0,137

RENDIMIENTO-AREQUIPE DE CAFÉ

Cantidad Leche Procesada (L)	Rendimiento (g)	Rendimiento (%)	g/L
10	3403	33,26	340,30
15	5418	35,31	361,20
15	5508	35,89	367,20
15	5525	36,01	368,33
Promedio		35,12	

Promedio (g arequipe de café/L leche procesada)	359,258
Desviación estándar (g/L)	13,021

Apéndice 10. Rendimientos productos lácteos elaborados en el Sena Regional Cauca

RENDIMIENTO-LECHE CONDENSADA

Cantidad Leche Procesada (L)	Rendimiento (g)	Rendimiento (%)	g/L
5	2553	49,91	510,60
8	4149	50,70	518,63
9	4664	50,66	518,22
10	6307	61,65	630,70
17	9436	54,26	555,06
20	10680	52,20	534,00
20	11057	54,04	552,85
20	11214	54,81	560,70
	Promedio	53,53	

Promedio (g leche condensada /L leche procesada)	547,595
Desviación estándar (g/L)	38,576

Apéndice 10. Rendimientos productos lácteos elaborados en el Sena Regional Cauca

RENDIMIENTO-DULCE CORTADO

Cantidad Leche Procesada (L)	Rendimiento (g)	Rendimiento (%)	g/L
10	1575	15,40	157,500
20	6552	32,02	327,600
20	7424	36,29	371,200
	Promedio	27,90	

Promedio (g dulce cortado/L leche procesada)	285,433
Desviación estándar (g/L)	112,918

RENDIMIENTO-MANJAR BLANCO

Cantidad Leche Procesada (L)	Rendimiento (g)	Rendimiento (%)	g/L
15	6246	40,70	416,40
15	7121	46,41	474,73
20	7200	35,19	360,00
	Promedio	40,77	

Promedio (g manjar blanco/L litro de leche procesada)	417,044
--	---------








Desviación estándar (g/L)	57,369
---------------------------	--------

Apéndice 11. Tipo de residuos acorde al código de colores

Color recipiente	Clasificación	Tipo de residuos
Azul	Plástico limpio	Muebles plásticos, envases y empaques, botellas y envases de bebidas, vasos y cubiertos desechables, tapas plásticas
Gris oscuro	Cartón y papel	Fotocopias, sobres y tarjetas , periódicos y revistas, folletos y catálogos, papeles de oficina, Papel de archivo, guías telefónicas, cajas de cartón, rollos de cartón, papel kraft, cuadernos
Gris Claro	Ordinarios e inertes	Servilletas sucias, envolturas de mecato, porcelanas y vajillas, colillas, tetrapack, icopor, espumas.
Verde	Materia orgánica o biodegradables	Residuos de alimentos, vegetales, cáscaras de frutas y verduras, café, madera, hojarasca.
Blanco	Vidrios y latas	Botellas, envases o frascos de cualquier forma y color.
Rojo	Infecciosos o riesgo biológico	Cadáveres de animales y elementos que han entrado en contacto con bacterias, virus o microorganismos patógenos, agujas, residuos humanos, cuchillas, limas, entre otros.
Rojo	Químicos ó peligrosos Nota: Para el manejo de estos residuos se recomienda no mezclarlos e informarse de las diferentes entidades encargadas de su gestión.	Desinfectantes, limpiadores, aerosoles, pinturas, insecticidas, solventes, fertilizantes, aceites y lubricantes usados, gasolina, baterías y sus respectivos envases o empaques. Lámparas fluorescentes, medicamentos vencidos.

Fuente: GTC 024 - Guía técnica colombiana INCONTEC

Apéndice 12. Sistema de envases y empaques plásticos

Resina utilizada- plásticos	Código
Polietilen Tereftalato - PET	
Polietileno de alta densidad PEAD	
Policloruro de vinilo PVC	
Polietileno de baja densidad PEBD	
Polipropileno PP	
Poliestireno PS	
Otros (Policarbonato PC, Acrilonitrilo butadieno estireno ABS, Poliamida PA, Nylon, Acetatos POM).	

Fuente (Minambiente, 2004).

Apéndice 13. Aplicación de residuos recuperados por el tipo de plástico

Plásticos	Aplicaciones residuos recuperados
<p style="text-align: center;">Polietien Tereftalato PET</p>	<p>Los residuos de PET recuperados, se destinan principalmente a la producción de fibra, ya sea en hilos finos para tejidos o en fibras más gruesas para material aislante.</p> <p>Otras aplicaciones incluyen: tejas, rafias, escobas y cepillos.</p> <p>El PET contaminado con otros polímeros no es apto para el reciclado mecánico, pero puede utilizarse para el reciclado como materia prima por medios químicos.</p> <p>Existen también nuevas tecnologías y equipos para hacer el reciclado de PET llamados "botella a botella", es decir que el recuperado de este tipo de botellas se usa para hacer nuevamente botellas para contacto con alimentos.</p>
<p style="text-align: center;">Polietileno de alta densidad PEAD</p>	<p>Láminas, botellas, barriles para recolectar agua y bidones para compostaje.</p> <p>El PEAD reciclado es una excelente materia prima para hacer madera plástica o estibas. Baldes para pintura, minería y cestas para basura.</p> <p>Contenedores industriales</p> <p>Barreras de señalización</p>
<p style="text-align: center;">Policloruro de vinilo PVC</p>	<p>Las tuberías, perfiles o paneles de PVC pueden reciclarse en aplicaciones análogas.</p> <p>El PVC proveniente de carcasas de computadores y teclados puede utilizarse en segundas aplicaciones idénticas.</p>
<p style="text-align: center;">Polietileno de baja densidad PEBD</p>	<p>Bolsas industriales, contenedores, bolsas de uso general, envases para productos no alimenticios, aislamiento y protección de cables, barreras acústicas.</p>
<p style="text-align: center;">Polipropileno PP</p>	<p>El PP reciclado puede ser utilizado en diversos sectores:</p> <p>Sector agrícola: sistemas de aspersión, válvulas, aspersores, cajas de recolección, comederos para aves.</p> <p>Sector marítimo: protectores para botes, deflectoras, cabos de amarre.</p> <p>Sector industrial: cajas de recolección de piezas, tapones, rollos para embobinar, textiles, películas, cajas de herramientas.</p>
<p style="text-align: center;">Poliestireno PS</p>	<p>Divisiones para baño, componentes para suelas de zapato, baldosas o pisos sintéticos y pegantes industriales.</p> <p>Mezclas para asfalto, materas termo formadas e inyectadas para jardinería.</p>
<p style="text-align: center;">Otros (Policarbonato PC, Acrilonitrilo butadieno estireno ABS, Poliamida PA, Nylon, Acetatos POM).</p>	<p>Se pueden aplicar en la producción de: Autopartes, adoquines, carcasas de electrodomésticos, teléfonos, muebles, laminadas de aglomerado con aserrín y cartón.</p>

Fuente (Minambiente, 2004).