



UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGICAS

PROGRAMA INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**EVALUACION DE LA HERRAMIENTA DE PRODUCCION MAS LIMPIA
(PML) COMO ALTERNATIVA QUE PERMITA EL APROVECHAMIENTO
DE RESIDUOS LIQUIDOS (LACTOSUERO) DE LA EMPRESA LACTEOS
SABELSA DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR**

**PEDRO PABLO LONDOÑOJIMENEZ
IVAN DARIO CORDOBA GOMEZ**

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Agroindustrial

**Director: LUZ KARINA CORZO PACHECO
Ingeniero Agroindustrial**

**Asesor: EFRAIN ARNOLDO BOOM CÁRCAMO
Magister (c) Desarrollo Empresarial**

**TIRSO BINICIO MESTRE ARZUAGA
ZOOTECNISTA**

**VALLEDUPAR
2013**

NOTA

JURADO 1

JURADO 2

Dado en Valledupar, 2013

DEDICATORIA

A mi madre. A mi hijo y a todas las personas que hicieron posible la realización de este logro.

Pedro Pablo Londoño

A mis padres, mis hermanos y en especial a mi compañera y mi hijo Juan Felipe, quienes fueron la fuente permanente de mi motivación.

Iván Darío Córdoba

AGRADECIMIENTOS

Los autores de presente proyecto de grado blindan su respetuoso agradecimiento:

A la universidad popular del cesar, nuestra alma mater, incubadora de ideas y forjadora de realidades.

A la ingeniera Luz Karina Corza Pacheco, directora del proyecto de grado.

A la ingeniero Efraín Armando Boom Cárcamo y al zootecnista Tirzon Binizio Maestre, por sus oportunas asesoría en el desarrollo del proyecto.

A lácteos Sabelsa y todo el personal que permitieron el espacio físico idóneo y acogedor.

A todas las personas y entidades que de una u otra forma hicieron posible la realización de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	11
2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	13
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	19
4. OBJETIVOS.....	21
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	21
5. MARCO REFERENCIAL.....	22
5.1 MARCO ANTECEDENTES	22
5.2 MARCO TEÓRICO	26
5.2.1 Producción Más Limpia	26
5.2.1.1 Herramienta de Producción Más Limpia	27
5.2.1.2 Fases de la Producción Más Limpia	29
5.2.1.3 Uso de tecnologías limpias y energías renovables en el sector lácteo.	29
5.2.1.4 Residuos Sólidos.	30
5.2.1.5 Efluentes Líquidos.....	31
5.2.1.6 Emisiones Atmosféricas.....	32
5.2.1.7 Ruido.....	33
5.2.2 Descripción detallada de las tecnologías y acciones a seguir en el sector lácteo.....	33
5.2.2.1 Minimización de residuos sólidos.....	35
5.2.2.2 Reemplazo de materia prima.	36
5.2.2.3 Reemplazo de insumos.....	36
5.2.2.4 Reúso de líquidos.	36
5.2.2.5 Adecuada utilización de la materia prima.....	37
5.2.3 Plan de monitoreo.	38
5.2.3.1 Parámetros a monitorear.....	38

5.2.3.2 Programa de monitoreo - Calidad de agua.	39
5.2.3.3 Puntos de monitoreo y control.....	39
5.2.4 Evaluación de los procesos productivos.....	39
5.2.4.1 Evaluación de los sistemas de tratamiento.	39
5.2.4.2 Evaluación de la calidad del vertimiento.	40
5.2.4.3 Evaluación de los efectos del vertimiento sobre el cuerpo receptor.	40
5.2.4.4 Frecuencia.	41
5.2.4.5 Programa de monitoreo - calidad de agua.	41
5.2.4.6 Puntos de monitoreo y control.....	41
5.2.5 Programa de gestión ambiental y programa de calidad utilizando tecnologías limpias.....	42
5.3 SUERO.....	43
5.4 QUESO RICOTTA.....	44
5.5 METODOS ANALITICOS PARA LA DETERMINACION DE GRASAS	44
5.5.1 Métodos Volumétricos.....	44
5.5.2 Métodos Gravimétricos.....	45
5.5.3 Métodos Instrumentales	45
5.6 OXÍGENO DISUELTO Y DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO	45
6. MARCO CONCEPTUAL	47
7. METODOLOGIA	49
7.1. LOCALIZACION.	49
7.2 TIPO DE INVESTIGACION	49
7.3 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....	49
7.9 DISEÑO EXPERIMENTAL	52
7.9.1 Objetivo de la investigación.....	52
8. PROCEDIMIENTO.....	54
8.1 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....	55
8.1.1 Tecnología existente de la empresa.....	56
8.2 Descripción del proceso productivo de Queso y Quesillo.....	59
8.2.1 Consumo de Materia Prima.....	63

8.2.2 Eco-balance de Quesillo.....	65
8.2.3 Eco-balance de Queso Pasteurizado.	67
8.3 EVALUACION DE LA HERRAMIENTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML) EN LA EMPRESA LACTEOS SABELSA	71
8.3.1 Prevención de la contaminación en la elaboración de quesos en Lácteos Sabelsa	71
8.3.2 Plantear oportunidades de producción más limpia para implementarlas en los procesos de enfriamiento y pasteurización de la leche en la empresa Lácteos Sabelsa.....	72
8.3.3 Herramientas de producción más limpia	73
8.3.3.1 Reducción en la fuente.....	74
8.3.3.2 Recirculación de materiales y energía.	75
8.3.3.3 Reciclaje y valorización.	75
8.3.3.4 Ahorro y uso eficiente de agua y energía.....	76
8.3.3.5 Consumo de energía.....	77
8.3.3.6 Consumo de agua.....	79
8.3 DISEÑO DEL TRATAMIENTO	80
8.3.1 Determinación de sólidos totales o extracto seco, método gravimetría..	81
8.4 ESTANDARIZACIÓN DEL PRODUCTO.	81
9. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	88
9.1 EVALUACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	88
9.2 CARACTERIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DEL RESIDUO LIQUIDO LACTOSUERO.....	89
9.2.1 Caracterización Físicoquímica del residuo líquido lactosuero acido.....	89
9.3 ELABORACION QUESO RICOTTA	89
9.3.1 Proceso de elaboración Queso Ricotta	91
9.2.2 Análisis Físicoquímico (informe aguas residuales).....	94
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA.....	105

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición del lacto suero dulce y ácido	16
Tabla 2. Composición de las aguas residuales.	21
Tabla 3. Valoración Del Impacto En El Sector Lácteo	31
Tabla 4. Acciones a seguir en el uso del agua	35
Tabla 5. Acciones a seguir en minimización de residuos	36
Tabla 6. Principales causas de pérdida de leche en la industria láctea	38
Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos a evaluar en la industria láctea de acuerdo con los procesos productivos y el tipo de evaluación	39
Tabla 8. Frecuencia de monitoreo de acuerdo con el tipo de evaluación y los parámetros de control	42
Tabla 9. Composición General Del Suero Lácteo	44
Tabla 10: Valoración de aspectos medio ambientales de las operaciones auxiliares de elaboración de queso y quesillo	64
Tabla 11. Opciones de reducción en la fuente	73
Tabla 12. Valoración del consumo de energía por proceso	76
Tabla 13. Usos más frecuentes de energía en la empresa láctea	76
Tabla 14. Valoración del consumo de agua por proceso	79
Tabla 15: Composición Promedio de Suero Acido	81
Tabla 16: Relación de la mezcla Lacto Suero-Leche Entera es 3-1	81
Tabla 17: Pruebas de estandarización	81
Tabla 18: Variaciones promedio de la Materia Grasa	82
Tabla 19: Análisis De Varianza De Un Factor	83
Tabla 20: Medias errores estándar e intervalos de confianza del 95% para ensayos de mezclas	84
Tabla 21: Varianza de la DBO Y DQO en el proceso	84
Tabla 22: Parámetros bromatológicos del lactosuero ácido	87
Tabla 23: Análisis fisicoquímicos realizados al queso tipo Ricotta	92
Tabla 24: Análisis microbiológicos realizados al queso tipo Ricotta	92
Tabla 25: Semana 1: Análisis Agua residual (suero ácido) a la entrada de la trampa grasa	94
Tabla 26: Semana 1, Agua residual (suero ácido) a la salida de trampa de grasa	94
Tabla 27: Semana 2, Agua residual (suero ácido) a la entrada de la trampa de grasa	95
Tabla 28: Semana 2, Agua residual (sin adición de suero ácido) a la salida de trampa de grasa	95

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Porcentaje de los establecimientos industriales del departamento dedicados a la producción de derivados lácteos.	14
Fig. 2. Estrategia de producción más limpia	28
Fig. 3. Imagen corporativa de lácteos Sabelsa	54
Fig. 4. Tecnología existente de la empresa	55
Fig. 5. Equipo EKOMILK	57
Fig. 6. Diagrama de Flujo de Queso y Quesillo	60
Fig. 7. Diagrama de procesos para la elaboración de queso mozzarella light	61
Fig. 8. Recepción de leche Empresa	62
Fig. 9. Aspectos medio ambientales del proceso de elaboración de queso	63
Fig. 10. Eco-balance de materiales del proceso de elaboración de quesillo	65
Fig. 11. Filtrado y pasteurización de la leche	
Fig. 12. Adición cloruro de calcio y adición de cuajo en Queso Pasteurizado	67
Fig. 13. Corte de la cuajada y moldeo de Queso Pasteurizado	68
Fig. 14. Eco-balance de materiales en la elaboración de queso pasteurizado	69
Figura 15. Herramientas de producción más limpia	72
Fig. 16. Aspectos e impactos ambientales en empresas de productos lácteos	75
Fig. 17. Fuentes y usos de la energía planta de lácteos	77
Fig. 18. Esquema de los usos del agua en las plantas lácteas	78
Fig. 19. Toma de muestras trampa de grasa	82
Fig. 20. DBO antes del sistema de tratamientos Vs después del sistema de tratamiento	85
Fig. 21. DQO antes del sistema de tratamiento Vs después del sistema de tratamiento	85
Fig. 22. Diagrama de flujo Queso Ricotta	88
Fig. 23: Etapa 1: Materias primas	89
Fig. 24: Etapa 2: Estandarización	89
Fig. 25: Etapa 3: Concentracion	90
Fig. 26. Etapa 4: Formacion de la cuajada	90
Fig. 27. Etapa 5: Recojida de la cuajada	91
Fig. 28. Etapa 6: Análisis fisicoquímicos del producto	91

**EVALUACION DE LA HERRAMIENTA DE PRODUCCION MAS LIMPIA
(PML) COMO ALTERNATIVA QUE PERMITA EL APROVECHAMIENTO
DE RESIDUOS LIQUIDOS (LACTOSUERO) DE LA EMPRESA LACTEOS
SABELSA DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR**

1. INTRODUCCION

La leche se caracteriza por su alto valor nutricional, representados por sus sólidos totales constituidos por proteína, lactosa, grasa y minerales; siendo la materia grasa y la proteína los compuestos principales a tener en cuenta por las empresas del sector lácteo en los procesos para la elaboración de sus productos. En el desarrollo de las actividades propias de estas empresas, se generan residuos sólidos (provenientes del manejo de empaques, envases, laminados y plásticos en general) y residuos líquidos generados principalmente por jabonaduras utilizados en los procesos de limpieza, desinfección. Cuando los residuos tanto sólidos como líquidos son vertidos a los sistemas de desagüe sin tratamiento alguno, se generan impactos negativos al medio ambiente que pueden llegar a afectar a la flora, la fauna y a los seres humanos.

Entre las industrias que generan mayor contaminación ambiental se encuentra la láctea, que durante la elaboración de sus productos origina residuos principalmente constituidos por diluciones de leche cruda, agua, grasa y suero¹. Comúnmente el suero es considerado como un producto contaminante que es generado en la industria quesera; en algunas ocasiones este es vertido directamente en ríos u otros cuerpos de agua. Esta práctica causa serios problemas de contaminación en dichos afluentes acuíferos, ya que posee una alta Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)² y un alto contenido de Sólidos Totales. En otros casos el suero es utilizado como complemento en la dieta de algunos animales pecuarios, debido a que posee alto contenido de nutrientes.

¹ El suero de leche es un líquido obtenido en el proceso de fabricación del queso y de la caseína, después de la separación de la cuajada o fase micelar. Sus características corresponden a un líquido fluido, de color verdoso amarillento, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido, con un contenido de nutrientes o extracto seco del 5,5% al 7% provenientes de la leche.

² Es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO₂/l).

Según la UNEP (United Nations Environment Programme), la producción más limpia es *“la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente”*.

En el caso de los procesos productivos se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas, y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos. En el caso de los productos se orienta hacia la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final (Ministerio del Medio Ambiente, 1997).

El objetivo general de las medidas de Producción Más Limpia (PML) tiene dos enfoques: Por un lado, la PML es una estrategia para mejorar la eco-eficiencia de los procesos en empresas mediante la optimización de los flujos de materiales y de energía. Al mismo tiempo, el conocimiento de los procesos al nivel de la empresa debe llevar a asegurar un patrón sostenible de producción eco-eficiente.

El objetivo de esta investigación consistió en la evaluación y la aplicación de las herramientas de producción más limpia (PML) como alternativa que permitió el aprovechamiento de residuos líquidos (lactosuero) de la empresa lácteos Sabelsa del municipio de Valledupar.

2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria de lácteos del Cesar ha sido la más importante de la región Caribe en cuanto a su producción bruta, el valor agregado y el número de empleos generados; ya que ha aportado en promedio entre 2000 y 2010 el 40% de la producción, el 42% del valor agregado y el 34% de la fuerza laboral empleada (Banco de la República, 2013). Dentro de los cuatro departamentos del Caribe que registran información de este renglón productivo (Atlántico, Bolívar, Cesar y Córdoba). Además, Cesar es el departamento en donde mayor peso tiene la elaboración de productos lácteos dentro de la industria (Ibíd.).

De acuerdo a la Encuesta Anual Manufacturera -EAM-, en el Cesar el tratamiento de la leche y su transformación en derivados ha sido la actividad industrial más importante, en términos del valor de la producción bruta entre 2000 y 2010³. En 2000 esta ascendía a \$228 405 667 miles de pesos mientras que en 2010 a \$262 699 540 miles de pesos. Sin embargo, desde 2001 el signo de su tasa de crecimiento es intermitente: dos años positiva, dos años negativa y así sucesivamente (Tabla 1). Este sector genera alrededor de 784 empleos al año, lo que se traduce en un promedio de \$8 311 359 miles de pesos de ingresos anuales para los trabajadores en forma de sueldos y salarios (sin prestaciones sociales) (Ibíd.).

³ El valor de la producción bruta es igual al valor de todos los productos manufacturados por el establecimiento más, los Ingresos por subcontratación industrial realizados para otros, más el valor de la energía eléctrica vendida, más el valor de los ingresos causados por CERT, más el valor de las existencias de los productos en proceso de fabricación al iniciar el año, menos el valor de los productos en proceso de fabricación al finalizar el año, más el valor de otros ingresos operacionales, tales como los generados por el alquiler de bienes producidos y la instalación, mantenimiento y reparación de productos fabricados por el establecimiento (DANE, 2009).

Alrededor del 17.2% de los establecimientos industriales del Cesar se dedicaron a la elaboración de productos lácteos entre 2000 y 2010. A nivel nacional este porcentaje es de 1.8% y en Córdoba es de 9.4%. Por otro lado, en promedio el 31.3% de los ocupados de la industria en Cesar han trabajado en lácteos. En Cundinamarca ese porcentaje es de solo 9.8%. En 2001 el 42.1% de los salarios en la industria se pagaban a los trabajadores de este sector (Ibíd.).

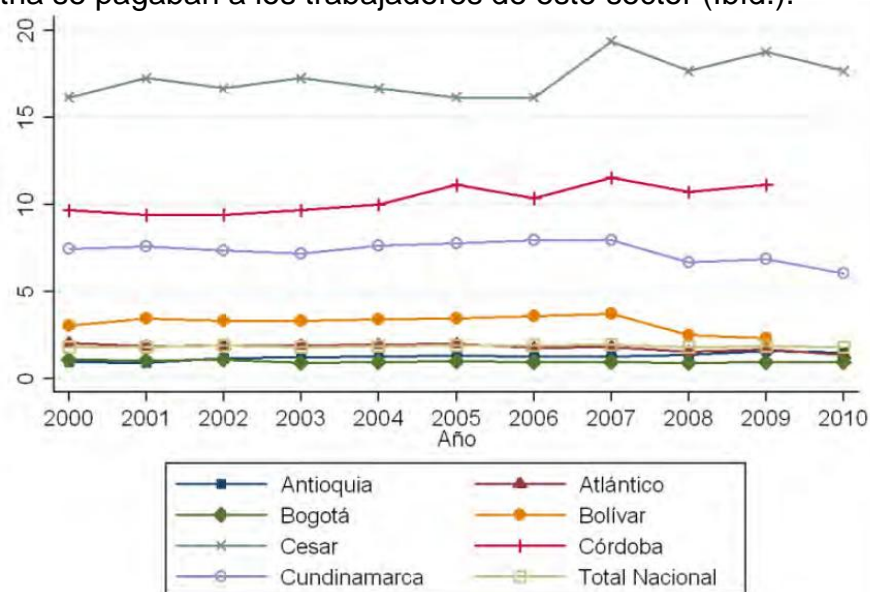


Fig. 1. Porcentaje de los establecimientos industriales del departamento dedicados a la producción de derivados lácteos.

En cuanto a la participación departamental en el valor agregado generado por toda la industria de lácteos a nivel nacional, Cundinamarca sigue siendo líder, le siguen el resto de departamentos. Si bien Antioquia participa con una mayor producción que Bogotá, esta última le supera en valor agregado. Cesar, a pesar de estar por encima de Córdoba y Bolívar en esta participación, está ligeramente por debajo de Atlántico desde 2005 (Ibíd.).

Según información de la Unidad de Seguimiento de Precios de la leche – USP (2012), en el Cesar hay al menos nueve plantas activas de procesamiento de

leche en 2011 que están distribuidas así: en Aguachica, Freskaleche S.A; en Chiriguaná, Industrias Alimenticias Scalea; en el Copey, Lácteos Tía Berta; en San Diego, Lácteos Ideal Ltda., Lácteos Villasol y Lácteos San Diego; finalmente, en Valledupar: Industrias Lácteas Primavera S.A.S, Coolesar y Klaren´s. Por fuera de esta lista hay al menos otras dos empresas que son DPA y Lácteos Sabelsa (Banco de la República, 2013).

Estas empresas en el desarrollo de sus actividades productivas para la elaboración de productos lácteos generan desechos sólidos (provenientes del manejo de empaque, envases, etc) y vertimientos de residuos líquidos principalmente en el proceso de elaboración de quesos; constituyéndose la generación de aguas residuales en el problema medioambiental más importante de la industria láctea tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada.

Lácteos Sabelsa no es ajena a esta realidad, en la actualidad recibe entre 15 mil y 20 mil litros de leche al día, provenientes de Codazzi, Aguablanca, Valencia, La Paz y el departamento del Magdalena, para producir queso costeño pasteurizado, mozzarella, mozzarella amarillo y mozzarella light. En época de verano se elaboran hasta 1200 kilos de queso diarios, cantidad que puede duplicarse en invierno cuando aumenta la producción de leche⁴.

El queso es un producto fundamental de la producción de lácteos Sabelsa, por lo cual el principal subproducto es el lactosuero, el cual retiene cerca del 55% de los componentes de la leche, y se presenta como un líquido amarillo-verdoso que se obtiene tras la separación de la cuajada afectando su composición el tipo de coagulación empleada en la elaboración del queso, según sea láctica o enzimática se obtienen sueros ácidos o dulces; sus componentes más abundantes como se indica en la tabla 1 son la lactosa , proteínas solubles , grasa butiro métrica, sales

⁴ Entrevista con Samuel Chaparro, Gerente de Sabelsa (Valledupar), noviembre 22 de 2012 – Tomada de Banco de la República, 2013.

minerales y una concentración bastante alta de vitaminas del complejo B; en cualquiera de los dos tipos se estima que por cada kg de queso se producen 9 kg de lacto suero (Berruga , 1999; Muñi et al; 2005; citado por (González Cáceres, 2012).

Este gran contenido de nutrientes del lacto suero produce aproximadamente 3,5 Kg de demanda biológica de oxígeno (DBO₅) y 6,8 Kg de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100 Kg de lacto suero producido, valores de 5,0 Kg de DBO₅ y 10 Kg de DQO se obtienen al tener aumento en las pérdidas de finos por defectos de coagulación siendo la lactosa la responsable de un 70 a 80 % de los valores obtenidos; la transformación de 100.000 litros de leche / día en quesos genera una contaminación equivalente a una población de 55.000 a 65.000 habitantes (Berruga, 1999; Riquelme, 2010 citado; por (González Cáceres, 2012).

Por lo tanto en la elaboración de quesos de lácteos Sabelsa, es conveniente que se haga una revisión sobre los usos potenciales del suero aplicando procesos industriales que se centren en la eliminación de agua, recuperación de sales minerales, lactosa y proteínas generando por lo tanto el principio de que la utilización industrial del lacto suero va a depender del componente del mismo que se quiera aprovechar para evitar tener que desecharlo como efluente con alto costo y sin ningún tratamiento (Valencia, 2008 a; González, 2011; citado por (González Cáceres, 2012).

Estos vertimientos al poseer una alta carga orgánica pueden ser aprovechados como subproductos, mediante la utilización como materia prima en procesos secundarios a la vez que se reducen los impactos al medio ambiente al disminuir los residuos orgánicos vertidos al alcantarillado.

Unas de las posibles causas de la situación actual de lácteos Sabelsa puede ser la falta de gestión conjunta con las instituciones reguladoras; el enfoque hacia

mercados locales que reduce las exigencias ambientales, la falta de información y financiación; la baja planificación de conservación de materias primas y las pocas alternativas de aprovechamiento de los residuos generados. Cabe destacar que algunas de las empresas son conscientes de la ineficiencia de sus procesos productivos que implica como consecuencia la generación de los diferentes impactos. En la actualidad Lácteos Sabelsa se encuentra en un proceso de ampliación o reestructuración de su planta de producción y consolidación en el mercado regional (Banco de la República, 2013), trabajan en la mejora de sus procesos con la implementación de sistemas de calidad como BPM Y HACCP, pero en la realidad no tienen definidos ningún programa encaminado en la disminución o control de dichos impactos.

Las empresas del sector lácteo del municipio de Valledupar (incluida Lácteos Sabelsa) no presentan un esquema ambiental establecido en sus procesos productivos, por lo que su cumplimiento normativo, con respecto a legislación ambiental colombiana, se encuentra desactualizado. Las nuevas normativas, entre las cuales se destaca el decreto 1299 del 2008; cual obliga a las industrias manufactureras, entre ellas la industrias de alimentos a cumplir con las responsabilidades ambientales que acarrearán las externalidades producidas por las mismas; por lo anterior por consiguiente es una necesidad para las empresas lácteas del departamento del Cesar, en especial Lácteos Sabelsa la planificación ambiental, mediante el uso de herramientas que lleva consigo la sistematización de las posibles alternativas que existen para la mitigación de las mencionadas implicaciones o impactos ambientales.

Esta sistematización se conoce como Sistema De Gestión Ambiental “SGA”, el cual consiste en una serie de pasos enmarcados en una mejora continua, fomentar la producción sostenible y promover una política industrial sostenible. Además pretende trasladar e incorporar al mundo empresarial la preocupación social por el deterioro del medio ambiente (Ferrer Márquez & Muñoa Blas, 2010); y

tomando como herramientas la Producción más limpia (PML), permite ahorro de costos y la mejora de la eficiencia en las operaciones; habilita a las empresas para alcanzar sus metas económicas mientras simultáneamente mejoran el ambiente.

De acuerdo a lo planteado, esta investigación tiene como objetivo la aplicación de la herramienta de producción más limpia como alternativa que permita el aprovechamiento de residuos líquidos (lactosuero) en la empresa lácteos Sabelsa del municipio de Valledupar - Cesar. Con base a lo anterior surgen los siguientes interrogantes:

3. JUSTIFICACIÓN

Los principales efectos medio ambientales generados en el proceso de elaboración de queso se ven incrementados con las operaciones auxiliares utilizadas para garantizar la calidad del producto elaborado como son las de limpieza y desinfección para mantener las condiciones higiénicas de equipos e instalaciones realizadas en forma sucesiva en el tiempo, primero limpieza y luego desinfección empleando detergentes y desinfectantes por separado o en forma conjunta (González Cáceres, 2012).

La Producción Más Limpia tiene como propósito general incentivar y facilitar el aumento de la competitividad y el desempeño ambiental de las empresas, lo que conlleva a una mejora continua en los diferentes procesos, apoyados en el desarrollo de la gestión ambiental preventiva para generar procesos de producción más limpios, incluyendo el uso eficiente de las energía, agua, residuos y el buen uso de las materias primas en general. La política de producción más limpia, representa un eslabón que articula la política ambiental con la política de desarrollo productivo, expresando así una importante dimensión de la estrategia de desarrollo sustentable, teniendo en cuenta que las tecnologías ambientales convencionales trabajan principalmente en el tratamiento de residuos y emisiones generados en un proceso productivo.

La minimización de residuos constituye una estrategia para reemplazar, de acuerdo con los procesos productivos, el manejo tradicional que una empresa ha hecho de sus residuos, sean estos sólidos, efluentes líquidos o emisiones atmosféricas, por prácticas de reducción, reciclaje y recuperación. Esta estrategia involucra a todos los actores del proceso productivo. La Federación nacional de industrias lácteas, aporta los siguientes datos (Master Profesional en Ingeniería y Gestión Medio Ambiental. Contaminación de las aguas, 2008)

Tabla 3. Composición de las aguas residuales.

PARAMETRO	leche de consumo	Quesos	Derivados lácteos
<i>pH</i>	8,5	6,9	8,5
<i>DQO (mg/l)</i>	1.775	4.500	4.000
<i>DBO₅ (mg/l)</i>	1.050	2.750	1.750
<i>Sólidos en suspensión (mg/l)</i>	435	850	825
<i>Fósforo</i>	20	35	6,25
<i>NTK</i>	65	100	100
<i>Conductividad</i>	1.650	3.150	1.250
<i>Cloruros</i>	140	220	100
<i>Nitratos</i>	50	105	90
<i>Nitritos</i>	10	35	0,2
<i>Aceites y grasas (mg/l)</i>	105	365	110
<i>Detergentes</i>	3,5	7	7,5

La investigación propuesta busca aportar a la reducción de las problemáticas de eficiencia y ambientales que se presenta en la empresa Lácteos Sabelsa del municipio de Valledupar expuesto en el apartado del planteamiento del problema y que puede ser extrapolable a otras empresas. Con la implementación de una estrategia empresarial basado en la aplicación de una herramienta de Producción Más Limpia (PML), se puede reducir los impactos ambientales y a su vez plantear soluciones que permitan mitigar los problemas de contaminación, mediante el desarrollo de nuevos productos como alternativa encaminada hacia el desarrollo sostenible de la empresa Lácteos Sabelsa.

Se debe tener en cuenta que el principal residuo que se genera en el desarrollo productivo de la misma, es el Lactosuero ácido, que puede considerarse como una materia prima importante cuyo potencial de nutrientes es alto y su valoración o recuperación es mínima, por ende la necesidad de elaborar un queso tipo ricotta, como alternativa de producción, basados en la actividad económica de la empresa Sabelsa la cual se dedica netamente a la elaboración de quesos para consumo local y nacional.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la herramienta de Producción Más Limpia (PML), como alternativa que permita el aprovechamiento de residuos líquidos (lactosuero) de la empresa Lácteos Sabelsa del municipio de Valledupar

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el reconocimiento empresarial con el fin de evaluar los impactos ambientales generados en los diferentes procesos de la Empresa Lácteos Sabelsa del municipio de Valledupar.
- Evaluar los componentes nutritivos que se encuentran inmersos en los residuos líquidos (lactosuero), como base para la estandarización de un nuevo producto “Queso tipo Ricotta (Entero)” para la empresa Lácteos Sabelsa.
- Evaluar técnica y ambientalmente las soluciones propuestas basadas en la elaboración de un queso tipo Ricotta (entero).

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO ANTECEDENTES

Tradicionalmente se ha reducido el impacto ambiental de los residuos líquidos de la industria láctea a través de plantas de tratamiento, práctica conocida como de final de tubo basada en el cuestionamiento, que se hace con los residuos lo que representa elevado costo de inversión para su operación y mantenimiento en lugar de que se puede hacer para no generar residuos soportada sobre la base de la prevención, es decir, anticipar y prevenir los impactos que las actividades industriales producen al medio ambiente en su conjunto (atmosfera, agua y suelo) aplicando las mejores técnicas disponibles y reducirla en el propio proceso productivo en lugar de reaccionar y tratarlos al final del mismo (Gil et al; 2004; CPMLN, 2003; citado por (González Cáceres, 2012).

Anualmente 110-115 millones de toneladas métrica de lacto suero son producidas a nivel mundial debido a la elaboración de quesos, de este valor 45% se desechan en ríos, alcantarillados y otros centros de recolección de aguas residuales; Colombia para el año 2006 produjo 6.024 millones de litros de leche destinando para su producción de queso 1.084 millones obteniendo una producción de lacto suero de 921.672 millones de litros (Parra, 2009; González, 2011; citado por (González Cáceres, 2012).

En México la producción de lacto suero es de unos 1.000 millones de litros estimándose que solo se aprovecha un 53 % eliminándose el resto como efluente altamente contaminante; Argentina en el año 2008 destinó 4200 millones de litros de leche para la industria quesera cifra equivalente al 42 % de su producción generando 3800 millones de litros de lacto suero el cual se utiliza para consumo animal, como materia prima para la industria y solamente se trata como efluente el

1% de esta producción (Carrillo, 2006; Valencia y Ramírez, 2009; SUBAME, 2009; citado por (González Cáceres, 2012).

La producción de leche en Venezuela para el año 2008 fue de 1.266,03 millones de litros, destinándose para la producción de queso el 63.1%, es decir, 798,67 millones de litros, obteniéndose por consecuencia unos 698,83 millones de litros de lacto suero anuales, de estos un 25% es utilizado en la producción de ricota, requesón y consumo animal, el resto se desecha (Faria et al; 2003; CAVILAC, 2008; citado por (González Cáceres, 2012).

Para ilustrar formas en los cuales se pueden implementar operaciones de producción más limpia se presentan a continuación algunos casos de Producción Más Limpia en las empresas manufactureras de Colombia.

➤ **Producción Más Limpia En El Procesamiento De Recursos Hidrobiológicos (C.I. Vikingos S.A.) 2010.**

Vikingos de Colombia S.A documentado en el Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPMLTA).

En el caso de vikingos se enfoca en dos estrategias de Producción Más Limpia; una orientada a la disminución en el consumo de agua casi en un 80% controlando los procesos que tendría mayor gasto como era en la esterilización de latas y la otra en la reutilización de residuos sólidos y líquidos para disminuir la carga contaminante en la bahía de Cartagena; esto se logró con el aprovechamientos de todos los residuos del procesos con la elaboración de harinas que son utilizados como materia prima

➤ **Análisis De Una Alternativa De Producción Más Limpia Que Permita Aprovechar Los Residuos Grasos Que Generan Los Procesos De Pasteurización Y Enfriamiento De La Leche En La Empresa Friesland**

Lácteos Puracé De San Juan De Pasto (Garzón Benavides, Janneth Margarita; López Morán, Johanna Marcela 2008)

El fin de esta investigación fue analizar una alternativa de producción más limpia cuyo propósito general era incentivar y facilitar el aumento de la competitividad y el desempeño ambiental de la empresa FRIESLAND Lácteos Puracé del Municipio de San Juan de Pasto, apoyando el desarrollo de la gestión ambiental preventiva para generar procesos de producción más limpios, incluyendo el uso eficiente de la energía y el agua.

Esta propuesta de investigación se plantea dentro del Campo Ambiental, porque busca mejorar las condiciones ambientales con el planteamiento de alternativas de tecnologías limpias, identificando los principales problemas generados en los procesos productivos de pasteurización y enfriamiento de leche. El tipo de Investigación es Descriptivo - Exploratorio porque implica el uso de operaciones fundamentales en la experiencia, tanto en la recolección de datos, como en el análisis. Para la selección de las alternativas se tuvieron en cuenta factores como infraestructura necesaria para la elaboración del producto, rentabilidad económica que se obtiene de su comercialización, facilidad de elaborar el proceso y disponibilidad de materia prima.

- **En el 2005 en la Universidad de la Sabana Torres A. Desarrollo un estudio sobre el Diagnóstico de alternativas de Producción más Limpia en una microempresa de producción de derivados lácteos Empresa industria de productos lácteos LANNINI LTDA.**

En el presente se muestran los resultados del análisis del planteamiento de tres alternativas de producción más limpia dictada en la Universidad de la Sabana, en

la industria láctea Lannini Ltda. Como resultado de la aplicación de la metodología estudiada durante el diplomado herramienta de Producción más Limpia.

Este trabajo se dividió en seis capítulos que muestran una panorámica del sector lácteo que refleja la problemática del sector a nivel social, económico, tecnológico y ambiental; se muestran dos casos exitosos de aplicación de alternativas de producción más limpia en dos empresas del sector lácteo ubicados en Nicaragua y Bolivia y por último se efectúa el análisis de aplicación de la herramientas en la empresa seleccionada para el estudio.

➤ **ALPINA en el año 2009, impulsó la creación de una nueva empresa CUNDY PLUS S.A.S.**

Este trabajo estuvo dedicado al manejo y a la recuperación de materiales reciclables con el doble propósito de contribuir con una cadena de valor sostenible, así mismo recuperar 3.600 toneladas de devoluciones provenientes de Alpina de los cuales se han reintegrado 3.522 toneladas (98.13%) por medio de la reutilización para producir mangueras y postes de cerca, lo que ha permitido obtener utilidades mensuales de 14.000.000 de pesos, además de la diversificación de 3 líneas de negocios.

➤ **Estudio de caso Ipilcruz s.a. (Santa Cruz – Bolivia)**

En este caso se realizó la implementación de recomendaciones de “producción más limpia” (PML) propuestas por el Centro de Producción de Tecnologías Sostenibles a la empresa IPILCRUZ S.A. hace menos de un año. Aunque, por el corto tiempo, no se ha podido implementar la totalidad de las recomendaciones, se ha alcanzado resultados muy alentadores (especialmente en la reducción de carga contaminante) y con una inversión mínima. Cabe destacar que otras recomendaciones generadas por el personal técnico de la empresa, fueron

también implementadas. IPILCRUZ procesa, en promedio, 120,000 lt de leche cruda por día. Los productos que elabora son: leche fluida, leche saborizada, crema de leche, dulce de leche, leche condensada, leche evaporada, mantequilla, yogurt bebible y frutado, leche en polvo (en latas y a granel) y Nordilac (Centro de producción de tecnologías sostenibles [CPTS], 2001; citado por (Cinturia Torres, 2003).

5.2 MARCO TEÓRICO

Entre las industrias que generan mayor contaminación ambiental se encuentra la láctea, que durante la elaboración de productos como el queso origina residuos principalmente constituidos por el suero el cual está compuesto por diluciones de leche cruda, agua y grasas.

5.2.1 Producción Más Limpia

¿Por Qué Aplicar Producción Más Limpia? . En general aplicar Producción Más Limpia (PML), brinda muchos beneficios dentro de las empresas, entre ellos:

- Optimización de los procesos y ahorro de costos mediante la reducción y el uso eficiente de materias primas e insumo en general
- Mejoramiento de la eficiencia operativa de la planta
- Mejoramiento de la calidad de los productos terminados
- Recuperación de algunos materiales de los subproductos
- Reducción de residuos y, por ende reducción de costos asociados a su correcta disposición
- Menores primas de seguros
- Mejoramiento de la imagen de la empresa ante clientes, proveedores, socios, comunidad, entidades financieras etc.

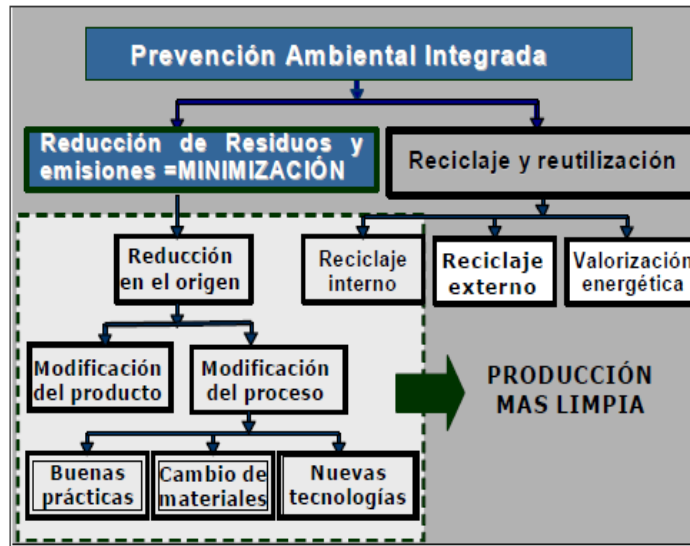


Fig. 2. Estrategia de producción más limpia

Fuente: Centro nacional de producción más limpia, centro iniciativas para la producción neta de Cataluña

Resumiendo lo anterior, la gráfica 2, muestra un recuento general de las estrategias que se deben aplicar cuando se implementa un proceso de Producción Más Limpia dentro de la empresa. Es decir, la PML además de pensar en “qué hacer con los residuos”, piensa en “qué hacer para no generarlos”.

5.2.1.1 Herramienta de Producción Más Limpia

Las herramientas de producción más limpia son instrumentos que permiten definir el estado ambiental y económico de un producto o proceso, ya sea administrativo o productivo. Se clasifican en tres grupos principales: Dependiendo de su función, de la parte del proceso productivo que analizan o del tipo de resultado que obtienen (PNUD - Argentina). Estas herramientas se utilizan dentro del contexto del sistema de gestión ambiental de la siguiente manera:

Planear: Revisión inicial, Ecomapa, Ecobalances, análisis de flujo, matriz MED-ACV, costos de ineficiencia.

Hacer: Minimizar, Reciclaje, Ecodiseño, Ecoetiquetado.

Revisar: Auditorias, análisis de riesgos, costos de ineficiencia, contabilidad ambiental.

Actuar- Mejorar: Ecoeficiencias.

Para medir el desempeño ambiental de una empresa existe una técnica denominada Revisión inicial ambiental (RIA) esta herramienta proporciona una “fotografía” del desempeño ambiental de una empresa en un momento determinado; su función principal es la esquematización de los posibles problemas ambientales que pueden afectar el sistema productivo de una industria determinada (Apram Technical, 2013).

Otra herramienta de análisis inicial es el Ecomapas, la cual, es una herramienta sencilla de fácil aplicación que permite hacer un inventario rápido de prácticas y problemas. En cada uno de estos mapas se identifican las entradas y salidas, los peligros potenciales y si existe un problema particular interés se elabora un mapa específico para ello.

Los ecobalances, es un método estructurado para reportar los flujos, hacia el interior y el exterior de recursos, materias primas, energía, producto, subproductos y residuos que ocurren en una organización en particular. Cumplen una función de diagnóstico, ya que sirven para identificar que procesos u operaciones unitarias están siendo más ineficientes, está orientada hacia el proceso y produce información de tipo cuantitativo (Universidad Icesi, 2013).

Buenas prácticas de Manufactura: son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humanos, que se centralizan en la higiene

y forma de manipulación (Dirección de Promoción de la Calidad Alimentaria – SAGPyA).

- Son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos, y para el desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación.
- Contribuyen al aseguramiento de una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano.
- Son indispensable para la aplicación del Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), de un programa de Gestión de Calidad Total (TQM) o de un Sistema de Calidad como ISO 9000.
- Se asocian con el Control a través de inspecciones del establecimiento.

La importancia de la Buenas Prácticas de manufactura radica en que son medidas de carácter preventivo, que buscan atacar las causas de los problemas, a través de medidas sencillas y económicas con sentido común, sin recurrir a aspectos tecnológicos que no puedan ser financiados por las Pymes.

5.2.1.2 Fases de la Producción Más Limpia

Fase I: Fase inicial: contexto general

Fase II: Estudio de metodologías y análisis de Pre-factibilidad

Fase III: Evaluación

Fase IV: Implementación

5.2.1.3 Uso de tecnologías limpias y energías renovables en el sector lácteo.

El uso de tecnologías limpias busca contribuir a priorizar y agilizar el proceso del desarrollo de la industria láctea en armonía con el medio ambiente a través de la utilización de conceptos de producción más limpia como estrategia ambiental, económica y tecnológica aplicada en forma continua a procesos y productos,

priorizando la prevención de la contaminación a través del ahorro de la energía, el agua y la materia prima, con el objetivo de ser más competitivas.

En un contexto económico que exige mayor competitividad, la difusión y la adopción de tecnologías limpias constituyen una manera de mejorar el desempeño económico de las organizaciones y de proteger el ambiente. La utilización de tecnologías limpias y energías renovables en el sector lácteo se puede realizar de la siguiente manera:

1. Reemplazar el combustible tradicional (gasolina) por el gas licuado de petróleo (GLP) en la industria automotriz.
2. Implementar tecnologías limpias en los procesos productivos.
3. Aerogenerador de baja potencia para cargado de baterías.
4. Producción de biodiesel a pequeña escala en ciudades.

Tabla 3. Valoración Del Impacto En El Sector Lácteo

Tipo de Residuo	Impacto		
	Alto	Medio	Bajo
Residuos sólidos			
Efluentes líquidos			
Emisiones atmosféricas			
Ruido			

Fuente: Acercar 2002

5.2.1.4 Residuos Sólidos.

Los problemas ambientales producidos por este tipo de industria están asociados con el manejo inadecuado de los residuos y subproductos sólidos, ya que al ser evacuados erróneamente por el alcantarillado producen el taponamiento de las tuberías y al ser almacenados bajo condiciones inapropiadas generan olores ofensivos y son foco de vectores patógenos.

La mayor parte de los residuos generados en la empresa láctea son de carácter inorgánico, principalmente residuos de empaques y embalajes tanto de materias primas y secundarias como del producto final. También se generan otros residuos relacionados con las actividades de mantenimiento, limpieza y el trabajo de oficina y laboratorio.

5.2.1.5 Efluentes Líquidos.

El problema medioambiental más importante de la industria láctea es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada (fundamentalmente orgánica). El volumen de aguas residuales generado por la empresa láctea oscilan entre 2 y 6 Litros/ Litro de leche procesada (Leira Jiménez, Malmierca Martín, & Ugidos Semán, 2012).

Las aguas residuales generadas en la empresa láctea se clasifican en función de dos focos de generación: proceso productivo y limpieza, y refrigeración. Se ha estimado que el 90% de la DQO de las aguas residuales de una industria láctea es atribuible a componentes de la leche y sólo el 10% a suciedad ajena de la misma (López Morán & Garzón Benavides, 2008).

En la composición de la leche además de agua se encuentran grasas, proteínas (tanto en solución como en suspensión), azúcares y sales minerales. Los productos lácteos además de los componentes de la leche pueden contener azúcar, sal, colorantes, estabilizantes, entre otros, dependiendo de la naturaleza y tipo de producto y de la tecnología de producción empleada. Todos estos componentes aparecen en las aguas residuales en mayor o menor cantidad, por disolución o por arrastre de los mismos con las aguas de limpieza (Ibíd.).

Los efluentes líquidos de una industria láctea presentan las siguientes características (Ibíd.).

- Alto contenido en materia orgánica, debido a la presencia de componentes de la leche. La DQO media de las aguas residuales de una industria láctea se encuentra entre 1.000-6.000 mg DBO/L.
- Presencia de aceites y grasas, debido a la grasa de la leche y otros productos lácteos.
- Niveles elevados de nitrógeno y fósforo, principalmente debido a los productos de limpieza y desinfección.
- Variaciones importantes del pH, vertidos de soluciones ácidas y básicas, principalmente procedentes de las operaciones de limpieza, varían entre valores de pH 2 -11.
- Conductividad elevada, especialmente en las empresas productoras de queso debido al vertido de cloruro sódico procedente del salado del queso.
- Variaciones de temperatura, considerando las aguas de refrigeración. Las pérdidas de leche, que pueden llegar a ser del 0,5 - 2,5% de la cantidad de leche recibida o en los casos más desfavorables hasta del 3 - 4% (UNEP, 2000), son una contribución importante a la carga contaminante del efluente final. Un litro de leche entera equivale aproximadamente a una DBO5 de 110.000 mgO₂/L y una DQO de 210.000 mgO₂/L.

5.2.1.6 Emisiones Atmosféricas.

Se presentan, más que emisiones descontroladas de vapores y gases tóxicos a la atmósfera, vapores calientes provenientes de los procesos de enfriamiento. Las principales emisiones gaseosas de la industria láctea se generan en las calderas de producción de vapor o agua caliente necesarios para las operaciones de producción y limpieza. Los contaminantes que se pueden esperar en los gases de combustión son el CO₂, SO₂ o NO_x y partículas. Los niveles de emisión de estos contaminantes variarán en función del tipo y calidad del combustible utilizado, del estado de las instalaciones, de la eficiencia y control de los procesos de

combustión. Los combustibles más empleados en las calderas son de tipo sólido (carbón o madera), líquido (fuel o gasolina) o gaseoso (gas natural) (Ibíd.).

5.2.1.7 Ruido.

En función de la cercanía a núcleos urbanos pueden presentarse problemas por el ruido, debido a la maquinaria propia de la actividad industrial, principalmente en el empaclado y en los equipos de generación de frío. Otro aspecto es el ruido provocado por el tráfico de camiones, tanto en la recepción de leche como en la salida del producto acabado, ya que el tráfico continuo de camiones puede provocar niveles altos de contaminación acústica.

5.2.2 Descripción detallada de las tecnologías y acciones a seguir en el sector lácteo.

Minimización De Efluentes Líquidos. Es indispensable desarrollar estrategias para minimizar los efluentes líquidos en el sector lácteo, ya que está considerado como un impacto ambiental significativo. La industria láctea consume diariamente grandes cantidades de agua en su proceso productivo y para mantener las condiciones higiénicas y sanitarias requeridas en las cuales se consume entre el 25 - 40% del volumen total.

Acciones a seguir en lo relacionado al uso del agua:

- Establecer un programa de limpieza y desinfección.
- Ejecución de los procedimientos de operación.
- Realizar un control periódico del agua a fin de evitar fugas, grifos abiertos, manejo inadecuado por parte del personal, enjuagues prolongados y otros.
- Instalar sistemas de cierre automático en las mangueras de agua.
- Implementar sistemas de limpieza que empleen menos agua (uso de espumas).

- Reutilizar el agua de enjuague.
- Instalación de sistemas de recuperación de condensados, y destinar su uso.

Tabla 4. Acciones a seguir en el uso del agua

Aspecto ambiental	Fase del proceso involucrado / aspecto ambiental	Impacto ambiental	Acción a seguir
Generación de efluentes líquidos	Trasvase de los porongos a la tinas de recepción o a las marmitas	Carga contaminante del efluente final. Un litro de leche entera equivale aprox. a un DBO de 110 000 mg O ₂ /l y una DQO de 210 000 mg O ₂ /l	El operador deberá cuidar de colocar el porongo en el mismo nivel que la tina de recepción o la marmita según sea el caso para evitar pérdida de leche.
	Pasteurización – enfriado Luego de la pasteurización se disminuye la T° de la marmita con agua corriente y se producen efluentes con T° mayor a 35°C.	Contaminación térmica de los cuerpos de agua receptores de los efluentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección del agua caliente en depósitos para su utilización en el lavado de la planta. • Instalación de un sistema de recirculación de agua, considerando la construcción de un tanque de agua subterráneo.
	<p>Limpieza Antes de la producción: efluentes de agua corriente por lavado de garaje, porongos.</p> <p>Durante la producción: efluentes con restos de lácteos, salmueras.</p> <p>Después de la producción: efluentes con detergentes por lavado de pisos, marmitas, utensilios plásticos, etc.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un programa de limpieza y desinfección • Instalar sistemas de cierre automático en las mangueras de agua • Implementar sistemas de limpieza que empleen menos agua (uso de espumas) • Reutilizar el agua de enjuague. • Recoger los sólidos lácteos manualmente al seco y luego realizar la limpieza con agua. • Utilización de agua a presión en limpieza de pisos u otros. • Utilización de detergentes biodegradables.

Fuente: Manual de producción más limpia 2002.

5.2.2.1 Minimización de residuos sólidos.

Dentro de la categoría de residuos sólidos se encuentran los domésticos, industriales, chatarra, empaques, restos de materia prima y material de fecha vencida. Para ellos se debe determinar los volúmenes/mes, forma de almacenamiento temporal y sistema final de disposición. Los residuos de fruta y demás materiales orgánicos pueden ser utilizados como elementos de compost. Los otros tipos de residuos sólidos provenientes del proceso de empaclado se deben clasificar y reciclar cuando se puedan usar como materia prima de otra industria o actividad explicando cómo se realiza su traslado.

Tabla 5. Acciones a seguir en minimización de residuos

Aspecto ambiental	Fase del proceso involucrado / aspecto ambiental	Impacto ambiental	Acción a seguir
Generación de residuos sólidos orgánicos	Desnatadora para regular el porcentaje de grasa, separa los lodos, que están formados por contaminantes de la leche, células muertas, residuos de sangre y otros compuestos.	Residuo sólido contaminante	Puede ser utilizado para compost, cuidando de tenerlo en un envase que no contamine el ambiente hasta el momento del uso de estos residuos orgánicos. De lo contrario deben ser tratados antes de mezclarse con las aguas residuales a fin de disminuir los niveles de contaminación.
Generación de residuos plásticos	Empacado	Contaminación del suelo Incremento en costos	Minimización de residuos plásticos: estandarizar las medidas de los plásticos a ser usados en el sellado al vacío según el tamaño; así se reduce la generación de residuos plásticos.

Fuente: Manual de buenas prácticas operativas de producción más limpia para la industria láctea 2000

5.2.2.2 Reemplazo de materia prima.

Reemplazo de materia prima o insumos que generen residuos que sean posibles de evitar o minimizar, esta operación se da al analizar las distintas etapas que implica la generación de un bien o servicio, incluyendo la de consumo.

5.2.2.3 Reemplazo de insumos.

Los cambios de producto se realizan con la intención de reducir los residuos que resultan del uso de un producto. Puede incluir sustitución del producto, mejoramiento de la conservación del producto y cambios en la constitución del producto.

5.2.2.4 Reúso de líquidos.

La reutilización dentro de una actividad productiva se puede realizar a partir de tres acciones fundamentales:

- Volver a introducir un material dentro de la línea de flujo a la que pertenece, ejemplo leches residuales de tubería.
- Utilizar el material no dentro de la misma actividad industrial, sino como insumo o materia prima para otra actividad industrial o productiva, ejemplo emplear el suero para alimentación de animales, utilizar el agua de enfriamiento en la etapa de pasteurización, instalando un sistema de recirculación de agua con un sistema de bombeo que soporte un caudal de aproximadamente 60 litros por minuto (cantidad estimada para una planta que procesa 350 litros diarios de leche) y tuberías que canalicen el agua caliente que sale de las marmitas hacia el pozo de agua para almacenarla y además que bombee agua del pozo hacia las marmitas para emplearla en las

operaciones posteriores de enfriamiento. Con este sistema se reduciría significativamente el consumo diario de agua.

- Reusar el agua caliente generada en el enfriamiento para la limpieza de la sala de procesamiento, con lo cual se reduce la cantidad de efluentes generados y al mismo tiempo se mejora el proceso de lavado de la planta.

5.2.2.5 Adecuada utilización de la materia prima.

La adecuada utilización de la materia prima evita generar pérdidas en el proceso y por consiguiente la disminución de efluentes líquidos y disminución en los costos de producción.

En la industria láctea las pérdidas de leche pueden ser de 0.5 – 2.5% de la cantidad de leche recibida y en los casos más desfavorables pueden ser de 10 – 20%, esto por supuesto eleva la carga contaminante del efluente final. Un litro de leche entera equivale aproximadamente a una DBO de 110 000 mg O₂/l y una DQO de 210 000 mg O₂/l (López Morán & Garzón Benavides, 2008).

En la siguiente tabla se muestra las principales causas de pérdida de leche durante la producción para el consumo.

Tabla 6. Principales causas de pérdida de leche en la industria láctea

Proceso	Fuentes de pérdida de leche
Producción de leche para consumo directo	Derrame de los tanques de almacenamiento. Rebose de los tanques. Derrame y fugas en las conducciones. Depósitos en las superficies de los equipos. Derrames por envases dañados o en mal estado Fallos en la línea de envasado. Operaciones de limpieza.

Fuente: Prevención de la contaminación en la industria láctea. Centro de actividad regional para la producción más limpia CAR/PL 2002.

5.2.3 Plan de monitoreo.

Se deben establecer frecuencias y parámetros químicos y bacteriológicos a monitorear especialmente en los vertimientos. Se tiene en cuenta:

- Parámetros a monitorear (indicadores ambientales)
- Número de muestras y frecuencia de muestreo
- Características de la toma de muestras y del análisis
- Descripción de los puntos adecuados para muestreo (cajas de inspección fuera de las instalaciones para aguas, chimeneas y otros puntos de emisión para aire.
- Técnicas de análisis recomendadas

5.2.3.1 Parámetros a monitorear.

En el cuadro se presenta los parámetros a monitorear en industria láctea.

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos a evaluar en la industria láctea de acuerdo con los procesos productivos y el tipo de evaluación.

Producto	Generalidades	Parámetros de control y seguimiento	Parámetros críticos
Producción leche líquida	Residuos líquidos: Aguas de refrigeración, residuos de enjuague, limpieza y desinfección de recipientes y tanques de almacenamiento, lavado de pisos. Fuente de contaminación: lactosa, sólidos, SAAM y lubricantes y desinfectantes	pH, temperatura, conductividad, OD, turbiedad, color, cloruros, alcalinidad, acidez, DBO5, DQO, grasas y aceites, SAAM, sólidos suspendidos, sólidos disueltos y sedimentales. Caudal de cuerpos de agua y vertimiento.	pH, DBO5, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos.
Productos lácteos	Residuos líquidos: aguas de refrigeración y condensación, residuos de enjuague y purificación, agua de lavado de mantequilla, limpieza y desinfección de recipientes, tanques de almacenamiento y tuberías de conducción, lubricación de equipos. Fuentes de contaminación: carbohidratos, lactosa, sólidos, lubricantes y desinfectantes.	pH, temperatura, conductividad, OD, turbiedad, cloruros, calcio, magnesio, sodio, fosfatos, color, alcalinidad, acidez, DBO5, DQO, grasas y aceites, SAAM, sólidos suspendidos, sólidos disueltos y sedimentables y nitrógeno total. Caudal de cuerpos y vertimiento.	pH, DBO5, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos, fosfatos, nitrógenos, cloruros.

Fuente: Acercar 2002

5.2.3.2 Programa de monitoreo - Calidad de agua.

Los parámetros de monitoreo se definen mediante el estudio de las condiciones de cada proceso, el cual determina en principio cuáles deberían ser para el estudio de impacto ambiental, de control y seguimiento y cuáles serían los puntos críticos. Estas categorías dependiendo del tamaño de la empresa se incrementan o disminuyen.

5.2.3.3 Puntos de monitoreo y control.

Los puntos de monitoreo y control en todas las industrias están dirigidos hacia la evaluación de los procesos productivos, evaluación de los sistemas de tratamiento, calidad del vertimiento y los efectos de éstos sobre el cuerpo receptor o sobre el alcantarillado público.

5.2.4 Evaluación de los procesos productivos.

Esta evaluación se realiza de acuerdo con el proceso, definiendo los equipos o sistemas que utilizan agua o que contribuyen a la calidad del agua de vertimiento.

5.2.4.1 Evaluación de los sistemas de tratamiento.

Si el sistema de tratamiento de aguas consta de dos o más unidades, la evaluación del tratamiento seguido a las aguas residuales tiene dos opciones:

- Sistema Total
 - Afluente del sistema total
 - Efluente del sistema total
- Unidades específicas
 - Afluente de cada unidad de tratamiento
 - Efluente de cada unidad de tratamiento

Las ventajas que tiene el evaluar todo el sistema está en que se pueden definir de manera económica la eficiencia del tratamiento, detectar o no la existencia de problemas en el sistema y la calidad del vertimiento. El evaluar por unidades específicas permite detectar cuál es la parte del sistema que está fallando y establecer de manera rápida los correctivos necesarios. Esta evaluación se realiza a partir de los parámetros críticos.

5.2.4.2 Evaluación de la calidad del vertimiento.

La calidad del vertimiento se debe evaluar con mayor frecuencia que los puntos anteriores dado que ello permite controlar las condiciones en el proceso y definir con mayor precisión los contaminantes específicos. Además, con este monitoreo se puede establecer el cumplimiento de la legislación ambiental. Esta evaluación se hace a partir de los parámetros de monitoreo y seguimiento y de los parámetros críticos de acuerdo con la frecuencia.

5.2.4.3 Evaluación de los efectos del vertimiento sobre el cuerpo receptor.

Si el vertimiento se está haciendo a un cuerpo natural de agua es necesario evaluar los efectos que se están teniendo, a partir de definir el uso del recurso y la legislación ambiental. Estos puntos son:

- 100 m aguas arriba del punto de vertimiento
- 100 m aguas abajo del punto de vertimiento

Se supone que 100 m de aguas abajo del punto de vertimiento el cuerpo de agua ha asimilado la carga contaminante y sus efectos no se extienden más allá de este tramo. Esta evaluación se hace a partir de los parámetros de monitoreo y seguimiento.

Tabla 8. Frecuencia de monitoreo de acuerdo con el tipo de evaluación y los parámetros de control

Tipo de evaluación	Parámetros	Frecuencia
Sistema de tratamiento		
Total	Parámetros críticos(1)	Mensual
Específico	Parámetros críticos(1)	Semestral
Calidad de vertimiento	Seguimiento y control Parámetros críticos(1)	Semestral Semanal
Cuerpo de agua receptor	Estudio de Impacto Ambiental (2) Seguimiento y control	Antes del proyecto Semestral

(1)Estos parámetros están sujetos a los resultados que se obtengan en cada monitoreo.

(2)En caso que no sea alcantarillado, si no que corresponda a un cuerpo natural.

Fuente: Acercar 2002

5.2.4.4 Frecuencia.

Para la industria láctea la frecuencia de monitoreo es como se detalla en el siguiente cuadro, donde se correlaciona con los puntos de monitoreo.

5.2.4.5 Programa de monitoreo - calidad de agua.

Los parámetros de monitoreo se definen mediante el estudio de las condiciones de cada proceso, el cual determina en principio cuáles deberían ser para el estudio de impacto ambiental, de control y seguimiento y cuáles serían los puntos críticos. Estas categorías dependiendo del tamaño de la empresa se incrementan o disminuyen.

5.2.4.6 Puntos de monitoreo y control.

Los puntos de monitoreo y control en todas las industrias están dirigidos hacia la evaluación de los procesos productivos, evaluación de los sistemas de

tratamiento, calidad del vertimiento y los efectos de éstos sobre el cuerpo receptor o sobre el alcantarillado público.

5.2.5 Programa de gestión ambiental y programa de calidad utilizando tecnologías limpias.

Las tecnologías limpias incluyen en general todos los nuevos procesos y técnicas que permiten utilizar los recursos de la naturaleza sin depredarla, así como conservar la variedad y la cantidad de la biomasa, de tal manera que no se perjudique el futuro. Según el Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas (PNUMA), la producción limpia se define como la aplicación continua de una estrategia integrada de prevención ambiental a los procesos y a los productos, con el fin de reducir los riesgos a los seres humanos y al medio ambiente.

El enfoque preventivo de la producción más limpia incluye opciones para:

- Mejorar el diseño de productos
- Mejorar la gestión y las prácticas de operación
- La mantención y limpieza
- Sustituir materiales tóxicos y peligrosos
- Modificar los procesos
- Reusar internamente los deshechos

Lo que mejora la planificación y selección de nuevos procesos tecnológicos que incrementan la eficiencia y disminuyen las necesidades de tecnologías de control al final de la línea o proceso.

Las opciones de tecnologías limpias, además de ser eficientes desde el punto de vista ambiental, normalmente son de menor costo y/o tienen reducidos períodos de pago de la inversión por eso son denominados opciones costo eficientes.

5.3 SUERO

El suero es un producto derivado de la elaboración de queso. Contiene grana cantidad de constituyentes nutricionales como lactosa, albumina y la mayor parte de los minerales de la leche. Además, presenta características funcionales para ser procesado de alimento para la humanidad. Sin embargo es muy común que el suero sea utilizado en la alimentación de animales cerdos o aves, principalmente debido a su alto contenido de B₂ (riboflabina) (Judkins & Keener, 1984).

La composición del suero (cuadro) varía dependiendo del tipo de queso del cual provenga el suero. Por ejemplo cuando la cuajada se elabora mediante coagulación enzimática entonces el suero es conocido como suero dulce (pH 6.0 a 6.6), mientras que si la cuajada se obtiene mediante la adición de un ácido entonces el suero será conocido como suero acido (pH 4.3 a 4.7). El pH del suero altera su composición porcentual de componentes, ya que a mayor pH menor rendimiento en sólidos del queso Ricotta (Madrid, 1996; citado por Artavia Porras, 1999).

Tabla 9. Composición General Del Suero Lácteo

Constituyente	Suero	
	Dulce %	Acido %
Agua	93 - 94	94 – 95
Grasa	0.2 - 0.7	0.04
Proteína	0.8 - 1.0	0.8 – 1.0
Carbohidratos (lactosa)	4.5 - 5.0	4.5 – 5.0
Cenizas	0.05	0.40
Solidos Totales	5.6 - 6.8	5.7 – 6.4

Fuente: Madrid 1996; citado por Artavia Porras, 1999 .

5.4 QUESO RICOTTA

En la fabricación de quesos se hace necesario concentrar la mayor cantidad de sólidos de leche (principalmente de las proteínas debido a su valor nutritivo), para formarlos en un solo bloque de poca humedad (en comparación con la leche) conocido como cuajada. También se necesita de un mecanismo que cumpla con la eficiencia de dicho proceso. La coagulación consiste en la separación o precipitación de la caseína, la cual engloba o atrapa el resto de los constituyentes de la leche al precipitarse (Scott, 1991; citado por (Artavia Porras, 1999).

El queso Ricotta es uno de los varios tipos de queso que existen. Se produce a partir de la coagulación de la proteína (lactoglobulina) en un medio ácido y con la aplicación de calor a leche entera con suero o solamente al suero.

Cuando el ingrediente principal del queso Ricotta es la leche, la coagulación de la proteína se puede llevar a cabo mediante la adición de sustancias ácidas o la aplicación de temperatura. Sin embargo cuando el ingrediente principal en la elaboración de queso Ricotta es suero, la coagulación de la proteína se realiza mediante la adición de una sustancia ácida y el aumento de temperatura simultáneamente (Scott, 1991; citado por Artavia Porras, 1999).

5.5 METODOS ANALITICOS PARA LA DETERMINACION DE GRASAS

Los métodos utilizados para la determinación de grasa en leche y derivados pueden clasificarse dentro de tres grupos:

5.5.1 Métodos Volumétricos

Que utilizan agentes químicos (ácido sulfúrico, detergentes), para lograr la ruptura de la emulsión, la separación de la grasa y medir consecutivamente la grasa

separada en botellas especiales. A este grupo pertenecen los métodos de Babcock (Herreid 1942), de Gerber (Gerber- Schneider) y aquellos que emplean detergentes tales como la técnica Tesa.

5.5.2 Métodos Gravimétricos

Aquellos que utilizan solventes orgánicos para extraerla grasa, que luego de la evaporación de estos, se determina mediante pesada del Extracto graso seco. En este grupo se encuentra el método de Roesse-Gottlied y sus diversas modificaciones entre las cuales se encuentra la de Mojonnier (Mojonnier, Bros 1925).

5.5.3 Métodos Instrumentales

Fundamentados en la determinación de una determinada propiedad de la leche proporcional en algún sentido a su contenido de grasa. Por ejemplo la medición de la turbidez en condiciones controladas en instrumentos como el Milkotester, el Lactronic, Ekomilk, etc.

5.6 OXÍGENO DISUELTO Y DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO

El oxígeno disuelto (OD) es un parámetro comparable a la demanda biológica de oxígeno (DBO), si se considera que los procedimientos tienen como fundamento básico la cantidad de oxígeno que se encuentra en el agua. Tanto así, que si se calcula uno de ellos se puede realizar una aproximación del otro. Por lo que para calcular la DBO a partir del OD se aplica la ecuación 1 (Chacón, 1990).

$$\text{Ecuación (1)} \quad \text{DBO} = (\text{OD inicial} - \text{OD 5 días}) / \% \text{ de Dilución}$$

La ecuación 1 necesita de dos mediciones de OD; la primera al inicio del periodo de incubación y la segunda al final de los 5 días de incubación. Además, el periodo de incubación consiste en mantener las muestras durante 5 días a 20° C. El porcentaje de dilución solo utiliza cuando la escala del medidor de oxígeno disuelto no es lo suficiente amplia como para cubrir los valores.

La DBO se define como la necesidad de oxígeno para la descomposición de la materia orgánica que aportan las aguas residuales vertidas en un cuerpo de agua limpio. La DBO aumenta conforme aumentan las cantidades de materia orgánica, lo que causa una disminución en la cantidad de oxígeno es utilizado para la oxidación de la materia orgánica. Al presentarse una disminución en el O₂ disponible se genera un deterioro en la vida macro y micro acuático.

Valores altos de DBO indican que existe poca cantidad de oxígeno en el medio y esto genera cantidades excesivas de algas, muerte de peces, malos olores y sabores desagradables. Al existir una cantidad grande de materia orgánica se propicia la formación de algas, las cuales tienen dos efectos negativos sobre la vida acuática:

- a. Utilizan el oxígeno disuelto en el agua
- b. No permiten el paso a la luz solar a través de la superficie del agua, lo que inhibe la fotosíntesis del plancton, siendo este último alimento básico para muchos organismos acuáticos.

La demanda biológica de oxígeno y el oxígeno disuelto son parámetros para determinar la calidad del agua de los afluentes naturales, industrias, agroindustrias o bien en las plantas purificadoras del líquido para consumo humano.

6. MARCO CONCEPTUAL

COMPETITIVIDAD: el valor agregado que entrega la empresa a sus partes interesadas, a saber: los inversionistas, los clientes, la comunidad, y los empleados, entre otros.

DBO: se define como la necesidad de oxígeno para la descomposición de la materia orgánica que aportan las aguas residuales vertidas en un cuerpo de agua limpio.

DESARROLLO SOSTENIBLE: el que conduzca al crecimiento económico, la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que sustenta, ni deteriora el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de las propias necesidades.

REVISION INICIAL AMBIENTAL: Herramienta que proporciona una fotografía del desempeño de la empresa en un momento determinado fundamental para el diagnóstico

ECOBALANCE: es un método esturado para reportar los flujos, hacia el interior y el exterior de recursos, materias primas, energía, producto, subproductos y residuos que ocurren en una organización en particular.

ECOEficiencia: El término usado para describir la distribución de bienes y servicios a precios competitivos, que satisfacen las necesidades humanas y brindan una calidad de vida, mientras que se reducen progresivamente los impactos ecológicos y el uso intensivo de los recursos a través de su ciclo de vida, a un nivel que este al menos en línea con la capacidad de carga de la tierra.

ECOINDICADOR: valor cualitativo o cuantitativo de una línea variable o relación de variables que permita la toma de decisiones sobre asuntos ambientales.

PRODUCCION MÁS LIMPIA: es una estrategia que busca prevenir la generación de los contaminantes en la fuente de su origen, en vez de controlarlos al final del proceso.

PRODUCTO: es algo (objeto, organización, lugar, idea) que puede ser ofrecido a un mercado, en atención a una necesidad, un uso, consumo, y que debería satisfacer una necesidad o preferencia.

SERVICIO: cualquier actividad o beneficio que una parte puede ofrecer a otra, generalmente intangible y que no genera propiedad sobre algo.

SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL: una parte de todo el sistema gerencial que incluye una estructura organizacional, actividades de planeación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, alcanzar, revisar y mantener una política ambiental.

QUESO: Se da el nombre de queso al producto fresco o madurado obtenido por separación del suero, después de la coagulación de la leche natural, parcial o totalmente desnatada.

SUERO LACTEO: Es un líquido obtenido en el proceso de fabricación del queso y, después de la separación de la cuajada o fase micelar. Sus características corresponden a un líquido fluido, de color verdoso amarillento, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido, con un contenido de nutrientes o extracto seco del 5.5% al 7 % provenientes de la leche.

VALOR NUTRICIONAL: Es la cantidad de aminoácidos esenciales que posee la proteína y de su equilibrio con respecto a las necesidades del organismo.

7. METODOLOGIA

7.1. LOCALIZACION.

La investigación se desarrolló en el municipio de Valledupar, ubicado al norte del departamento del Cesar; localizado entre los 07°41'16" y 10°52'14" de latitud norte y los 72°53'27" y 74°08'28" de longitud oeste. En las instalaciones de la empresa Lácteos Sabelsa. Dirección calle 44 N° 23 A – 46.

7.2 TIPO DE INVESTIGACION

La investigación que se va a desarrollar es de tipo exploratorio-experimental.

Línea de Investigación: Control de calidad de la producción.

7.3 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El enfoque que se le dará al proyecto de investigación será inicialmente tipo exploratorio ya que es necesario realizar un diagnóstico con el fin de determinar los impactos ambientales generados por los procesos productivos de la empresa Lácteos Sabelsa. Además experimental ya que mediante análisis busca especificar las propiedades fisicoquímicas, bromatológicas y nutritivas del principal residuo líquido (lactosuero), como base para la estandarización de un producto obtenido a partir del mismo como es el queso tipo Ricotta (L.E).

7.4 RECOLECCION DE LA INFORMACION. Para el desarrollo de esta investigación se tendrán en cuenta dos fuentes de información. Fuentes primarias y fuentes secundarias.

7.4.1 Fuentes Primarias: la información primaria corresponde a todos los datos cuantitativos y cualitativos que serán tomados y registrados durante toda la fase experimental.

7.4.2 Fuentes Secundarias: la información secundaria corresponde a los datos bibliográficos concernientes al tema de investigación.

7. 4.3 Técnicas de recolección de la información.

- ❖ Encuestas
- ❖ Revisión documental
- ❖ Observación

7.5 POBLACION. La investigación se llevara a cabo en el municipio de Valledupar, ubicada en el norte del departamento del Cesar.

La investigación se desarrollará en la empresa lácteos Sabelsa ubicada en el municipio de Valledupar, cuya actividad económica es la elaboración de quesos pasterizados y quesillos.

El desarrollo del nuevo producto (Queso Ricotta), se llevara a cabo en las instalaciones de planta piloto de Lácteos de la Universidad Popular del Cesar.

7.6 MUESTREO. Las muestras de Suero (Lactosuero), serán tomadas totalmente al azar una vez finalizado el proceso productivo de la empresa lácteo Sabelsa.

7.7 DEFINICION DE VARIABLES

Dentro de la investigación se valoraran variables fijas y variables dependientes e independientes.

7.7.1 Variables a valorar *Residuo Líquido*

Variables fijas. Componentes nutritivos del Lactosuero generado en el proceso específicamente Proteína y grasa

Variables independientes: concentración de leche Entera.

Variables dependientes: sólidos Totales del Producto y el rendimiento del mismo.

7.8 INSTRUMENTOS

Se determinaron y cuantificaron los impactos ambientales tomando como indicadores de contaminación:

- ❖ Vertimientos: Demanda biológica de Oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO)
- ❖ Atmosféricas: emisiones causadas por chimeneas (sensor de O₂, analizador de gases).
- ❖ Ruidos: emisiones causadas por equipos durante el proceso (Sonómetro)

A su vez se evaluaron los componentes nutritivos del principal residuo líquido (Lactosuero). Mediante Análisis bromatológico, donde se tendrá en cuenta:

Proteínas, grasas, minerales y cenizas.

Complementariamente se hicieron los siguientes análisis microbiológicos para verificar la conveniencia de recuperar estos residuos:

Aerobios Mesófilos, Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli*, Mohos y levaduras.

7.9 DISEÑO EXPERIMENTAL

7.9.1 Objetivo de la investigación

La presente investigación se realizó con el propósito de evaluar la herramienta de producción más limpia (PML) como alternativa que permitiera el aprovechamiento de residuos líquidos (lactosuero), generados en la empresa lácteos sabelsa del municipio de Valledupar, cuyo aprovechamiento se basa en la estandarización de un queso tipo Ricotta, tomando como principal materia prima el lactosuero y observar cómo se afectan los Sólidos Totales (ST) y el rendimiento del mismo al enriquecerlo con leche. Para lo cual se probará con leche Entera (LE).

El estudio se basó en el diseño totalmente aleatorizado, de 3 tratamientos y observaciones y/o repeticiones, donde se desarrolló un análisis de varianza para las mezclas en diferentes semanas. El modelo estadístico refleja relación entre los tratamientos y las observaciones con una hipótesis estadística alternativa adecuada para el experimento.

7.9.2 Hipótesis: determinar si hay una diferencia significativa en la concentración promedio de MG (Materia grasa), de la mezcla de lactosuero (ácido), y leche entera de los 3 grupos que determinan el valor nutricional del producto. Lo cual conduce a probar la hipótesis nula $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$.

El proceso desarrollado consta de las siguientes etapas:

- Planeación y organización.
- Diseño del tratamiento.
- Técnicas para la obtención del Queso Ricotta
- Estandarización del Producto.
- Pruebas de estandarización
- Aplicación de la herramienta de Producción Más Limpia.

- Evaluación proximal del lactosuero ácido y estandarización del producto (queso Ricotta).
- Evaluación del proceso

8. PROCEDIMIENTO

El desarrollo de esta investigación se realizó mediante 2 fases diferentes que fueron:

Fase I: Aplicación de la herramienta de Producción Más Limpia. En esta fase se tomaron en cuenta diferentes herramientas de Producción Más Limpia las cuales son:

Revisión Inicial; Como herramienta básica para obtener el diagnóstico, la cual se llevó a cabo mediante la observación de los procesos de producción y las condiciones generales que involucran las diferentes etapas de dicho proceso.

Ecobalances; Herramienta básica para recopilar y organizar datos para evaluar estrategias de Producción Más Limpia, tomando como referencia las entradas (materias primas, combustibles, consumo de agua, luz, gas, entre otros) y salidas (producto final, suero, vertimientos, entre otros).

Observaciones; Puntuales en la utilización y/o aplicación de las Buenas prácticas de Manufactura (BPM), tomando como base el decreto 3075 de 1997.

Fase II. Evaluación proximal del lactosuero ácido y estandarización del producto (queso Ricotta).

Esta etapa se fundamentó en la recolección de las muestras, la cual se hizo de manera aleatoria, una vez finalizado el proceso, y previo al vertimiento a los conductos del tratamiento de aguas residuales (trampas de grasas), antes del sistema de tratamiento y después del mismo; haciendo un seguimiento que permitiera observar objetivamente los resultados de las soluciones planteadas. Por último se aplicaron las diferentes técnicas de análisis; una vez recolectadas las muestras de lactosuero ácido y producto final (queso Ricotta), se realizaron

pruebas de calidad fisicoquímica y de composición, que permitieron evaluar la calidad de la materia prima y el valor nutricional del mismo. Entre los análisis desarrollados están:

Densidad, acidez titulable, grasas, sólidos totales, proteínas, minerales; DBO, DQO. Las diferentes técnicas se llevaron a cabo en las instalaciones de lácteos Sabelsa, los laboratorios de la Universidad Popular del Cesar y el laboratorio especializado Bioindal de la ciudad de Valledupar.

8.1 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
Nombre de la Empresa	LÁCTEOS SABELSA
Número de trabajadores	15
Sector y categoría	Lácteo- Pequeña Empresa
Productos Que Elabora	Quesos pasteurizados, quesillo tipo mozzarella y queso amarillo fundido.
Volumen de Producción	4000 litros/ día en verano y hasta 15.000 en invierno
Dirección de la empresa	Calle 44 N° 23 A - 46
Mercado	Regional y Nacional.



Fig. 3. Imagen corporativa de lácteos Sabelsa

8.1.1 Tecnología existente de la empresa

Dentro del proceso de evaluación se pudo constatar que la planta cuenta con los equipos necesarios y esta acondicionada adecuadamente con sus áreas separadas con sus dotaciones y suministros, entre los equipos encontrados se pueden listar los siguientes: 6Tinas de 2000 litros en acero inoxidable, 2 Prensas neumáticas, 1 tanque de recepción de 500 litros con su volteador, 3Trompos hiladores en chaquetados , 3 liras en acero inoxidable, Una moldeadora de Queso, 2.00 Moldes de Queso, 2 Cuartos fríos,1 Empacadora al vacío, 1 Caldera de 50 a 70 HP, Utensilios y herramientas,3 Balanzas (Una gramera y dos digitales).



Fig. 4. Tecnología existente de la empresa

➤ **Generación de Residuos sólidos**

De acuerdo a la observación, los residuos sólidos de la empresa están dados fundamentalmente en el área de empaque y almacenamiento de materia prima, producidos por material de plástico, cajas de cartón y material orgánico polietileno utilizado para el empaque de quesillo y queso, residuos orgánicos recolectados en las barraduras realizadas en el proceso de limpieza, los cuales son desechados diariamente y recogidos por la empresa prestadora del servicio a nivel municipal; el peso promedio de residuos sólidos generado por éste es aproximadamente de 20 kg/día, que son almacenados en bolsas plásticas y recipientes plásticos, por lo tanto no se detecta como un problema que afecte a la empresa y al entorno.

➤ **Generación de Ruido**

A pesar que este aspecto no se cuantifica, solo hay un punto en el área de producción que origina un ruido que podría sobre pasar los decibeles de tolerancia el cual es provocado por una flauta de calentamiento debido a la presión que genera el vapor suministrado por la caldera.

➤ **Generación de Emisiones Atmosféricas.**

Dado a que el combustible que se usa para el funcionamiento de la caldera es de gas natural no se aprecia de manera cualitativa la producción de dióxido de carbono o de otros gases que pudiesen afectar el medio circundante.

➤ **Instrumental: EKOMILK**

El analizador de leche ultrasónico EKOMILK está diseñado para análisis rápidos y de bajo costo del contenido de grasa, sólidos no grasos (SNG), proteínas, densidad de la leche de vaca, de oveja, de búfalo, de cabra, etc.



Fig. 5. Equipo EKOMILK

Fuente: Lácteos Sabelsa

➤ **Condiciones del medio ambiente**

Temperatura ambiente: 15 – 30 °C

Temperatura de la leche: 25 – 30 °C

Humedad relativa: 30 – 80 %

➤ **Parámetros de medición**

Parámetro	Rango	Precisión
Grasa	0,5% a 9%	+/- 0,1%
Sólidos no grasos	6% a 12%	+/- 0,2%
Densidad de la leche	1,0260 g/cm ³ a 1,0330 g/cm ³	+/- 0,0005 g/ cm ³
Proteínas	2% a 6%	+/- 0,2%
Agua agregada a la leche	0% a 60%	+/- 5%

8.2 Descripción del proceso productivo de Queso y Quesillo

Como es normal en todo proceso productivo de estas características, se comienza con la recepción de la leche entera procedente de las distintas fincas cercanas de la región; la cual es transportada en camiones de dos ejes en cantinas de aluminio y plásticas con capacidad de 40 litros; la recepción comienza a partir de las 8 a.m. hasta las 12:00 m., esta leche es recibida a una plataforma donde cada cantina se coloca sobre un volteador semiautomático que lo dirige a un pequeño tanque de balance en acero inoxidable de aproximadamente 500 litros.

Simultáneamente la leche se filtra en un talego de lienzo donde se retiene partículas orgánicas sólidas que son retiradas permanentemente con abundante agua que es vertido junto con los derrames de leche a un drenaje de forma rectangular de 3 metro de largo por 0.3 metros de ancho; en la medida que se va completando la capacidad del tanque, se ocasionan derrames de leche y es bombeado hacia unas tinas de acero inoxidable de capacidad de 2.000 litros (la empresa cuenta con 6 tinas las cuales distribuye 4 para quesillo y 2 para queso pasteurizado) en el transcurso de este bombeo no hay pérdida de leche por goteo ya que hay una conexión de la bomba bien establecida con el tanque.

Una vez completado la capacidad de cada tina, de forma rectangular en material de acero inoxidable con salida lateral, se inicia el proceso de coagulación para cada tipo de producto, es así que para la elaboración de quesillo previo el control de temperatura y acidez se adiciona la enzima o cuajo a la leche en un tiempo promedio de 10 minutos de reposo; en cambio para el proceso de la elaboración de queso pasteurizado primero se calienta a 70°C y se enfría con abundante agua y un uso de ventilador eléctrico agitación simultanea por las paredes externas de la tina; esta etapa dura aproximadamente 40 minutos hasta bajar la temperatura que es cuando se adiciona el cuajo con un tiempo de 30 minutos de reposo. El proceso de coagulación del quesillo se completa con la adición de suero ácido

estandarizado el cual precipita la proteína y forma la cuajada. Luego del proceso de coagulación, se realiza la operación de cortes de las diferentes cuajada y se deja en reposo durante espacio de 40 minutos para facilitar la salida de suero dulce, el cual es bombeado y almacenado en tanques plásticos para distribuirse de la siguiente manera, el suero ácido generado en el proceso del quesillo es regalado en un 70% a los proveedores un 15% se deja para procesos y un 5 % es vertido a la alcantarillado, el suero dulce del queso es aprovechado para obtener requesón o suero, el suero que queda de este proceso es almacenado y regalado en un 90% a los proveedores el resto es vertido a la alcantarilla.

Posteriormente, se recolecta la cuajada en canastillas plásticas perforadas para facilitar la salida de suero el cual es vertido al drenaje, junto con residuos sólidos de cuajadas; estas cuajadas son llevadas a líneas de procesos diferentes como son: fundición y prensado. La etapa de fundido para obtener quesillo se realiza en unos trompos hiladores donde se adiciona sales fundentes y sal común, hasta obtener una pasta elástica que es retirada por la boca inferior del trompo hilador y transportada en una castilla hacia el proceso de moldeado y enfriamiento, utilizando tres ventiladores eléctricos de 110 voltios para bajarle la temperatura rápidamente y guardarlo en un cuarto frío de producto en proceso durante las 24 horas, para finalmente desmoldarlo y se empaqueta en bolsas de polietileno, para su distribución.

La etapa de prensado destinada para la elaboración de quesos pasteurizados, se realiza en prensas neumáticas para darle la forma final del producto y favorecer la salida de suero que va por un conducto hacia el drenaje. Este proceso de prensado se realiza en 6 horas; pasado ese tiempo se desmolda ocasionando recortes de queso que son reprocesados en el proceso de quesillo y se almacena en cuarto frío de producto en proceso, para posterior empaque y almacenamiento final a 4°C; se puede observar en la Figura 3 el diagrama de flujo de Queso y Quesillo.

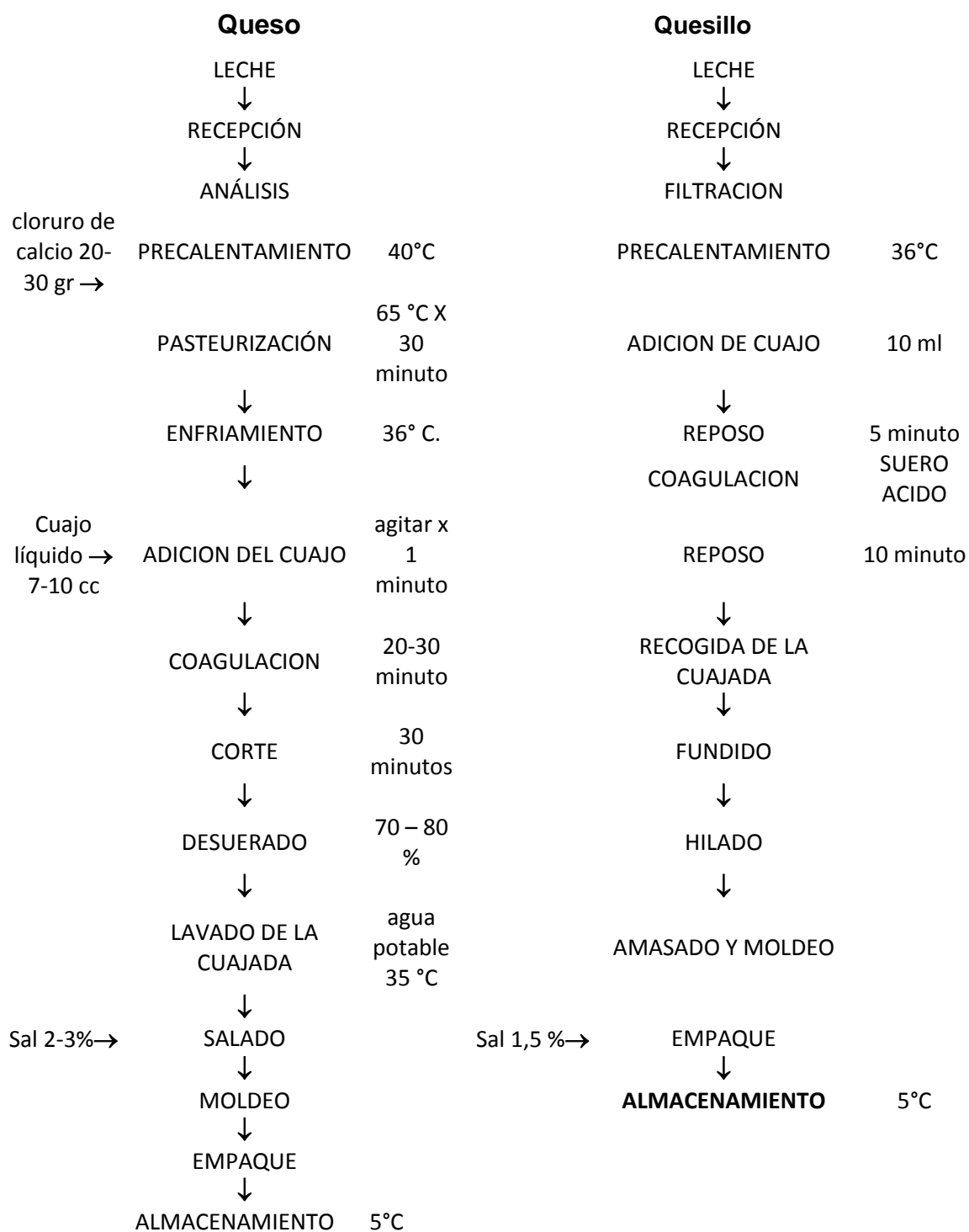


Fig. 6. Diagrama de Flujo de Queso y Quesillo

Fuente: Los autores

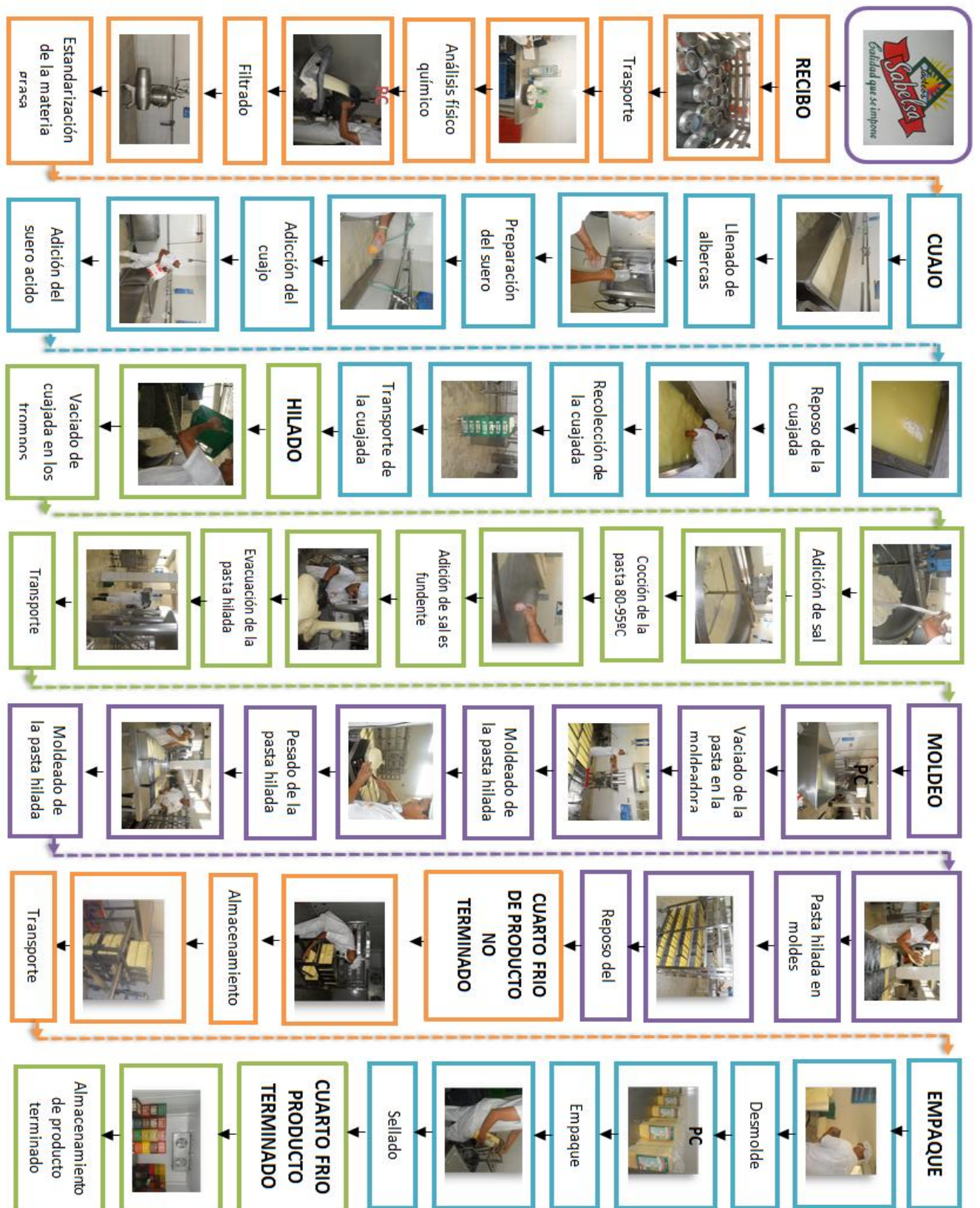


Fig. 7. Diagrama de procesos para la elaboración de queso mozzarella light

8.2.1 Consumo de Materia Prima

La leche entera es la principal materia prima. El promedio de leche recibida por esta empresa es de 10.500 litros /día lo que representa 263 cantinas de leche, a las cuales no se le realizan pruebas de calidad ni siquiera la prueba básica como es la de alcohol que permite determinar el grado de acidez de la leche recibida dado que la empresa considera que no es necesaria, puesto que tiene otra alternativa de producción como es el quesillo el cual por su estandarización permite trabajar o partir con leche cuyo grado de acidez es mayor al parámetro aceptado en las empresas del sector lácteo ($14-18^{\circ}\text{Th}$); durante este proceso de recepción se producen derrames de leche por rebose de tanque de balance por goteos caen al directamente al drenaje que pueden oscilar entre 0.1% a 0.5% de leche acopiada o receptionada lo que representa de 10.5 litros a 52.5 litros por día (los autores), como se observa en la Figura 6 Recepción de Leche.

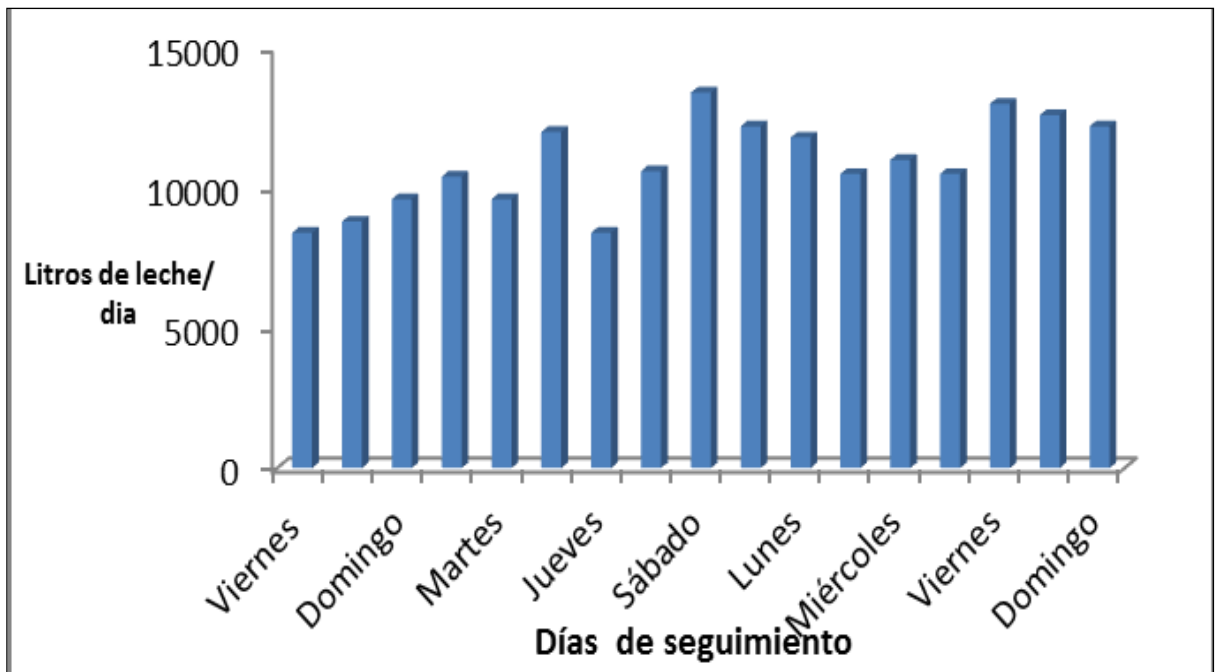


Fig. 8. Recepción de leche Empresa

Fuente: Empresa Lácteos Sabelsa

Los principales efectos medio ambientales generados en el proceso de elaboración de queso y quesillo en lácteos Sabelsa (Figura 7) se ven incrementados con las operaciones auxiliares utilizadas para garantizar la calidad del producto elaborado como son las de limpieza y desinfección para mantener las condiciones higiénicas de equipos e instalaciones realizadas en forma sucesiva. Primero limpieza y luego desinfección empleando detergentes y desinfectantes por separado o en forma conjunta; para realizarlas hay que aportar agua, energía calórica y térmica, productos químicos que aumentan los volúmenes de efluentes y su carga orgánica a tratar; necesitamos generar vapor, frío y un apropiado abastecimiento de agua lo que incrementa la emisión de gases, ruido, consumo de combustible y de energía eléctrica.

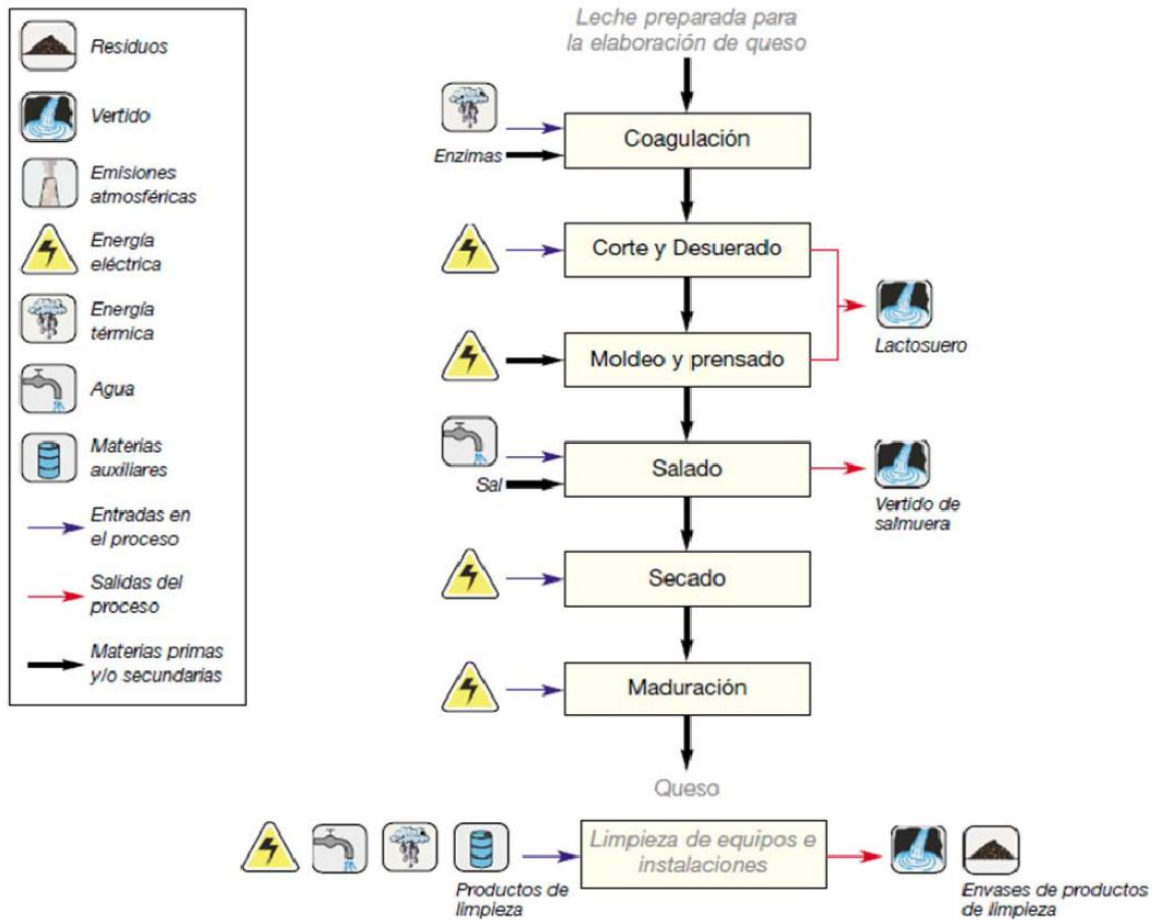


Fig. 9. Aspectos medio ambientales del proceso de elaboración de queso

(Fuente: CAR/PL, 2002; citado por González Cáceres, 2012)

En la tabla 11, se presenta la valoración de aspectos medio ambientales de las operaciones auxiliares, relacionadas con generar vapor, frio y un apropiado abastecimiento de agua lo que incrementa la emisión de gases, ruido, consumo de combustible y de energía eléctrica.

Tabla 10: Valoración de aspectos medio ambientales de las operaciones auxiliares de elaboración de queso y quesillo

Operación Básica	Efecto	Orden
Limpieza y desinfección	Consumo de energía térmica	1°
	Consumo de agua	1°
	Consumo de productos químicos	1°
	Vertido de aguas residuales (volumen y carga contaminante)	1°
	Consumo de energía eléctrica	2°
Generación de vapor	Emisión de gases y partículas	1°
	Consumo de combustibles	1°
	Vertido de aguas con gran conductividad(purgas)	2°
	Consumo de productos químicos (aditivos)	*NS
	Residuos de envases de productos	NS
Generación de frio	Emisiones de gases refrigerantes (CFC y amoniaco)	1°
	Consumo de energía eléctrica	1°
	Ruido	2°
	Producto de mantenimiento de equipos	NS
	Residuos de envases de productos químicos	NS
Abastecimiento de agua	Consumo de energía eléctrica	2°
	Vertidos del rechazo del tratamiento	2°
	Consumo de productos químicos y filtros	2°
	Residuos de envases	NS

*NS: No Estandarizados

(Fuente: CAR/PL, 2002; citado por González Cáceres, 2012)

8.2.2 Eco-balance de Quesillo.

El proceso de elaboración de quesillo no tiene gran variación, dado que el proceso es estandarizado y se realiza día tras día de igual manera. Para realizar el balance de materiales se tomó como base de cálculo de 6.128 kilos de leche que entra en

el proceso la cual se filtra en una tela fina para extraer materia ajena de la leche como virutas, insectos, tierra etc. Esta leche es bombeada y es transportada hacia tres tinajas en acero inoxidable para realizar el proceso de coagulación previo a un calentamiento a 36°C con el suministro de vapor generado por la caldera; una vez se tiene esta condición de proceso se adiciona el cuajo que es adicionada en forma de polvo siguiendo las recomendaciones del proveedor 0.5 gramos por cada 100 litros de leche lo que permite calcular la cantidad de cuajo total que se debe dosificar a nuestra base de cálculo esto arroja 30.64 gramos que son repartidos en las tres tinajas (10.21 gramos de cuajo). Después de la adición se deja en reposo por 10 minutos para iniciar el proceso de coagulación el cual se completa con la adición de suero ácido que son cálculos establecidos de estandarización de proceso estos representan aproximadamente 1.500 litros con el fin de precipitar la proteína y obtener la cuajada la cual se obtiene 1.144, los cuales son recogidos en canastillas plásticas y quedan aproximadamente 6.484 litros de suero ácido el cual repartido así 70% para proveedores para alimentación de cerdos, lo que equivale a 4.534 litros; 25% utilizado para materia prima de proceso 1.621 litros y el resto 5% 32.4 litros que son vertidos al alcantarillado sin ningún tratamiento.

Esta cuajada pasa al proceso de fundido e hilado, el cual se realiza en dos trompos de en acero inoxidable en donde se adicionan varios insumos básicos que le proporciona al quesillo características de calidad, estos insumos son: sal cantidad adicionada 1.5% con respecto a la cantidad de cuajada obtenida lo que nos arroja una cantidad de 17.16 kilos, Citrato de sodio y polifosfatos 0.1% 1.144 kilos cantidad total de insumos adicionados 19.44 kilos posteriormente sigue el proceso de enfriamiento con la ayuda de ventiladores eléctricos para posteriormente almacenarlos en un cuarto frío de producto en proceso durante 24 horas para posteriormente ser empacado en bolsa de polietileno impresa y almacenarlo en otro cuarto frío de producto terminado cantidad de producto obtenido 880 kilos. La Figura 8 muestra el balance de materiales del proceso de elaboración de quesillo.

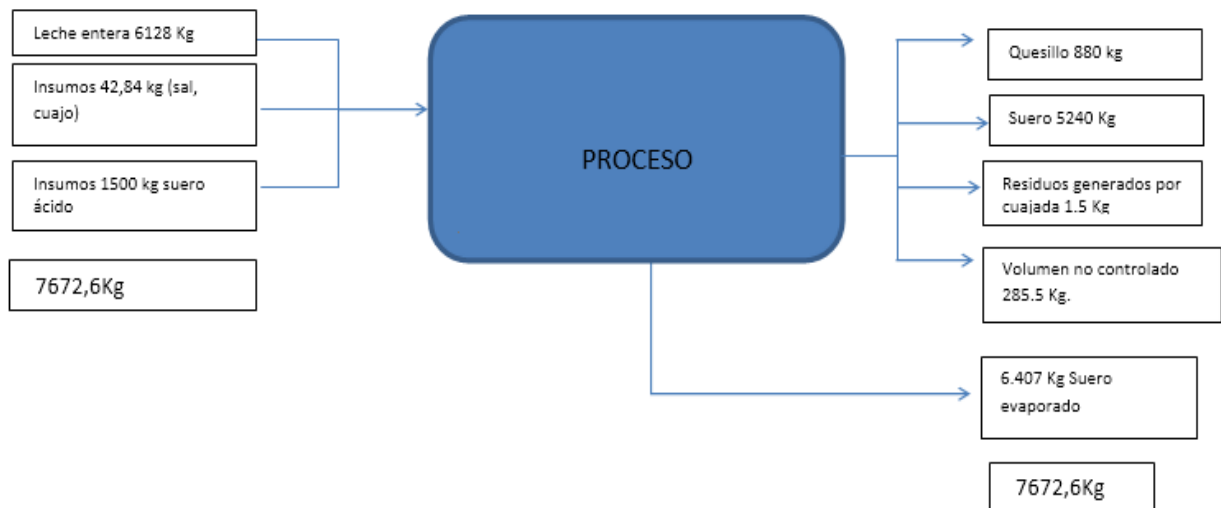


Fig. 10. Eco-balance de materiales del proceso de elaboración de queso

Fuente: Los autores

El balance refleja que solo el 11.4% se convierte en producto, el 68.3% es suero ácido y el 3.7% es volumen no controlado y 16.4% de suero que se evapora en el proceso de fundido es hilado. Las posibles causas del volumen no controlado podrían ser que el suero se derrama al momento de su recolección y se va al sistema de alcantarillado sanitario. Derrames de leche en el acopio generados por rebose del tanque de balance en las tinas de proceso.

8.2.3 Eco-balance de Queso Pasteurizado.

Al igual que en el proceso del queso, la obtención de queso pasteurizado no tiene variaciones ya que también está estandarizado, lo que puede variar es la cantidad de leche o base de cálculo por día que depende de la demanda del mercado local y es por eso que por facilidad de cálculo del balance se establece 2.000 litros de leche por día la cual se recibe en una tina en acero inoxidable de igual capacidad y se pasteuriza con vapor a 70° C y se enfría adicionando agua a las paredes externas de la tina, con agitación permanente y ventilación con abanico eléctrico hasta que baja la temperatura a 50° C para adicionar el cloruro

de calcio en un porcentaje de 0.2% que representa en kilos 4.1 kilo, se continua el enfriamiento hasta 35 °C temperatura óptima para realizar la coagulación, para la cual se adiciona cuajo en polvo de acuerdo a las especificaciones del productor el cual es 1 gramos por cada 100 litros de leche lo que corresponde a 20 gramos de cuajo en polvo los cuales son adicionados a la leche con agitación previa con un tiempo de reposo en promedio de 30 minutos para completar la coagulación.



Fig. 11. Filtrado y pasteurización de la leche



Fig. 12. Adición cloruro de calcio y adición de cuajo en Queso Pasteurizado

Posteriormente, se corta la cuajada con lira para realizar una cuadrícula uniforme de 1 cm lo que facilita la expulsión de suero, con un posterior reposo de 40 minutos hasta que la cuajada obtenida sea firme y se pueda recoger completamente, la cual se pasa en canastillas plásticas perforadas para facilitar la salida de suero que se vierte al alcantarillado, el cual se estima en un 0.5% del suero total obtenido en promedio 1.772 litros que a diferencia del suero obtenido en el proceso de quesillo se aprovecha para obtener suero y /o requesón obteniéndose 272 kilos de este producto y 1.500 litros de suero que también son obsequiados de la siguiente manera: un 85% para los proveedores el resto es vertido al alcantarillado sin ningún tratamiento.



Fig. 13. Corte de la cuajada y moldeo de Queso Pasteurizado

La cuajada obtenida de 286 kilos, es salada en una salmuera preparada previamente de la siguiente manera 50 litros de agua y 8 kilos de sal donde la cuajada se introduce para que la sal entre a ella por el proceso osmosis posteriormente se moldea en recipientes en acero inoxidable de capacidad de 1 y 2 kilos los cuales se presan en una prensa neumática por espacio de 6 horas para darle la forma final al queso razón por la cual se retira suero que va directamente al alcantarillado en un porcentaje estimado del 3% calculado por diferencia de peso. Posteriormente, el queso se guarda en el cuarto frio de

producto en proceso para terminar de darle las características finales que se desean durante 24 horas tiempo pasado se desmolda y se empaqa en bolsa de igual capacidad para almacenarlo en el cuarto frio de producto terminado obteniéndose 285 kg de producto. La Figura 9 muestra el Eco-balance de materiales en la elaboración de queso pasteurizado.

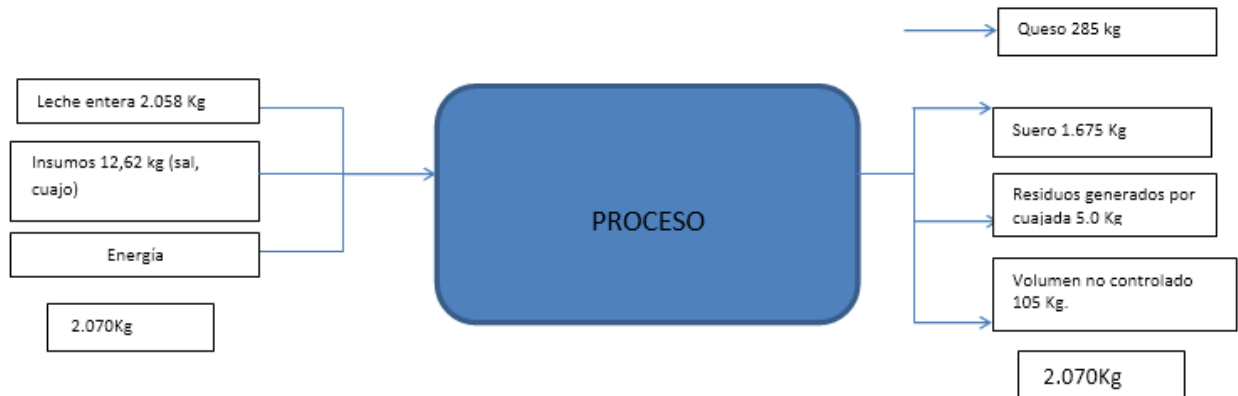


Fig. 14. Eco-balance de materiales en la elaboración de queso pasteurizado

Fuente: Los autores

El balance refleja que el rendimiento de producto obtenido fue de 13.8% (285 kilos); suero total fue de 80,9% (1675litros), de los cuales se vierten aproximadamente al alcantarillado sin tratamiento previo en un 5,07%.

La empresa realiza aprovechamiento de este suero, obteniendo dos productos alternos como son requesón y/o suero en una cantidad total de 107 kilos por día y quedando un remanente de suero de 1.675 litros, los cuales son obsequiados a proveedores en un 90% y el resto también es vertido al alcantarillado lo que representa 105 litros aproximadamente. El suero obtenido se vende a \$ 2.000 por kilo lo que genera un ingreso/día de \$192.000 y \$ 5.760.000 mensual.

8.3 EVALUACION DE LA HERRAMIENTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML) EN LA EMPRESA LACTEOS SABELSA

8.3.1 Prevención de la contaminación en la elaboración de quesos en Lácteos Sabelsa

Las políticas de control de la contaminación, han ido evolucionando de los métodos conocidos como de final de tubo (end of pipe), hasta las recientes tendencias basadas en el principio de prevención de la contaminación, soportadas en la reducción o eliminación de la misma en su punto de origen, aplicando en forma continua estrategias integradas a procesos, productos y servicios para mejorar su eco-eficiencia reduciendo de esta manera el riesgo para los humanos y el medio ambiente, (CPMN, 2003; MARN, 2010; citado por González Cáceres, 2012), esta política de producción más limpia (PML) aplicada a los procesos de producción incluye la conservación de la materia prima y la energía, eliminación de materias primas tóxicas, reducción en cantidad y toxicidad de las emisiones y desperdicios antes de su salida del proceso aplicando las mejores técnicas disponibles (MTD'S).

En los productos de Lácteos Sabelsa la estrategia se enfoca en reducir los impactos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final del mismo; en los servicios la producción más limpia reduce el impacto del servicio desde el diseño y uso del sistema hasta el consumo total de los recursos requeridos para su prestación aplicando finalmente métodos para el tratamiento y disposición de los contaminantes generados (AINIA, 2000; Behr, 2003; citado por González Cáceres, 2012).

En general, los procesos llevados a cabo en Lácteos Sabelsa generan importantes consumos de agua y energía, así como grandes volúmenes de aguas residuales con carga orgánica elevada, residuos sólidos como plásticos, papeles, maderas

utilizados en el envasado, lodos, emisiones atmosféricas, ruidos y malos olores se obtienen.

Un sistema que permita reducir la generación de contaminantes incluye modificación en origen de cualquier proceso, instalaciones, composición del producto, sustitución y reciclaje de materias primas y productos que conduzcan a disminuir las corrientes residuales tanto en el proceso productivo como en etapas posteriores a su producción; la valorización y aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos mediante la utilización de técnicas apropiadas permite reducir su elevada carga orgánica y generar valor agregado a los mismos (IDF,1997; Restrepo, 2006; citado por González Cáceres, 2012).

8.3.2 Plantear oportunidades de producción más limpia para implementarlas en los procesos de enfriamiento y pasteurización de la leche en la empresa Lácteos Sabelsa

La aplicación continúa de una estrategia ambiental preventiva integra los procesos, productos y servicios a reducir los riesgos relevantes a los seres humanos y al medio ambiente. La producción más limpia es en esencia una estrategia preventiva encaminada a la reducción, total o parcial, de las emisiones contaminantes, la optimización de los procesos y a la reutilización, reciclaje y valorización de los residuos o subproductos.

Es así como su implementación dentro del proceso productivo se refleja en un menor impacto ambiental, menor cantidad de emisiones, eliminación de los desperdicios de materias primas, ahorro de agua y energía, mayor calidad en los productos y menores costos de producción, que dan como resultado una mayor competitividad. Por lo tanto, es importante destacar que la producción más limpia es la alternativa más conveniente para tratar el manejo de los impactos ambientales, por encima de los tratamientos de final de tubo. La producción más

limpia no es simplemente un sistema de gestión ambiental, es una estrategia integral, económica y ambiental, que busca elevar la competitividad y el desempeño económico de un proceso a través del mejoramiento ambiental; buscando un elemento armonizador de la relación existente entre el sector productivo y el medio ambiente (López Morán & Garzón Benavides, 2008). Las herramientas empleadas para el logro de una producción más limpia se ilustran en orden jerárquico en la siguiente figura.

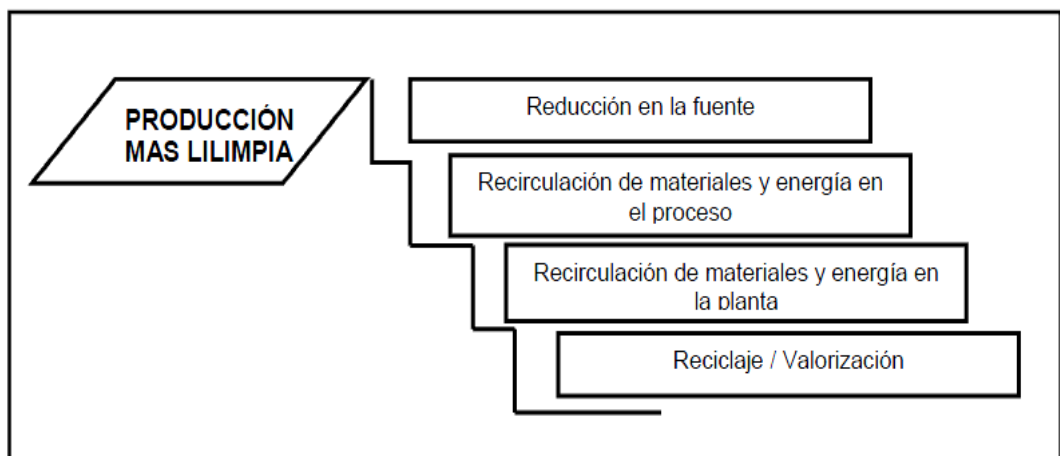


Figura 15. Herramientas de producción más limpia

(Fuente: López Morán & Garzón Benavides, 2008)

8.3.3 Herramientas de producción más limpia

La aplicación de un programa de prevención de la contaminación en Lácteos Sabelsa se inicia con la implementación de mejoras en las prácticas utilizadas (Buenas Prácticas de Manejo) y un mantenimiento preventivo y correctivo apropiado debido a que el 90- 95 % de la DBO de los efluentes de esta empresa proviene de las pérdidas de productos, es decir, leche, productos lácteos y aguas de lavado; por lo tanto el control de estas fugas, derrames, retorno de productos defectuosos son elementos de alto valor estratégico para lograr con éxito la reducción de la contaminación cumpliendo con la normativa ambiental

Colombiana, aumentando la rentabilidad de la empresa por la recuperación de productos comercializables o por reducción de los costos de tratamiento de los efluentes generados (Hale et al; 2003, GEA, 2008; citado por López Morán & Garzón Benavides, 2008).

8.3.3.1 Reducción en la fuente.

Consiste esencialmente en la prevención de la contaminación, a través de la minimización de impactos y residuos originados en los procesos. Esta alternativa puede lograrse mediante la adopción de medidas simples, de baja inversión o mediante la adquisición de nuevas tecnologías y bienes de capital. Las opciones de reducción en la fuente aplicables al sector lácteo, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11. Opciones de reducción en la fuente

Buenas Prácticas de Operación (BPO)	Optimización de Procesos	Nuevas Tecnologías
<p>Mejoramiento de las prácticas de trabajo, el mantenimiento apropiado en instalaciones y equipos, la correcta distribución de los procesos en planta o líneas de producción, aportan beneficios significativos en los costos de operación y en el ahorro de materias primas y servicios. Estas prácticas por lo general son de bajo costo de implementación.</p>	<p>La optimización de los procesos ya existentes reduce el consumo de materias primas e insumos; es una alternativa de un costo medio de implementación.</p>	<p>La adopción de nuevas tecnologías puede reducir el consumo de materias primas y minimizar la generación de residuos a través de unas mejores eficiencias de operación. Este tipo de medidas requiere con frecuencia de inversiones significativas, pero los periodos de retorno pueden ser relativamente cortos.</p>

8.3.3.2 Recirculación de materiales y energía.

Las materias primas e insumos que ingresan al proceso productivo, no son en muchas ocasiones consumidas y no conservan su calidad, por esta razón una buena opción no sería descartarlos ni desecharlos como un desperdicio, sino por el contrario estos pueden ser reutilizados en otra etapa dentro del mismo proceso o en otro proceso, por ejemplo el agua de lavado de instalaciones puede ser reutilizada en riego o porquerizas, después de haber sido sometida a un tratamiento simple de desinfección que garantice que no generará problemas de contaminación microbiológica y también puede ser reutilizada en la descarga de sanitarios. Los empaques, cajas y envases pueden ser reutilizados para el almacenamiento de materiales, siempre y cuando no hayan contenido sustancias tóxicas. Con relación a la energía, los procesos de intercambio de calor por lo general ofrecen corrientes con energía residual que puede utilizarse para proporcionar calor a otros procesos o recircularse en ciclos de generación de vapor o de enfriamiento, con impactos económicos importantes, un ejemplo es el caso de los condensados que pueden ser realimentados a la caldera reduciendo los consumos de combustible y agua.

8.3.3.3 Reciclaje y valorización.

Los residuos son en la mayoría de los casos subproductos mal aprovechados en los procesos productivos o de servicios. Muchos residuos son susceptibles de ser valorizados mediante procesos simples en algunos casos, complejos en otros, que aumentan el valor del subproducto inicialmente obtenido del proceso principal, a la vez que aumentan los ingresos de la empresa. Los materiales inertes o no degradables (papel, cartón, vidrio, metales y otros) pueden ser reciclados dentro de la misma empresa o vendidos a centros de acopio encargados de recibirlos y disponerlos para su reciclaje; esto genera beneficios económicos que están relacionados estrechamente con el mejoramiento ambiental de la empresa.

8.3.3.4 Ahorro y uso eficiente de agua y energía.

Lograr que el desarrollo sostenible sea una realidad es una responsabilidad colectiva que debe recibir el apoyo de todas las actividades económicas, mediante la adopción de prácticas de producción y consumos sustentables. Para lograr esto es necesario incorporar el concepto de producción más limpia en las industrias. Los beneficios de la producción más limpia son económicamente determinables y es que después de ver la relación directa que existe entre mayor cantidad de emisiones y descargas y una mayor ineficiencia en los procesos productivos, nos damos cuenta de que la corrección de estas prácticas puede generar beneficios económicos para la empresa, más allá de cumplir con las normativas ambientales.

Los aspectos e impactos ambientales en la producción de leche cruda más significativos en la empresa láctea Sabelsa son los consumos de agua y energía, la generación de vertimientos con altos contenidos de materia orgánica y sólidos. También se emiten gases refrigerantes, se genera ruido y vibraciones.

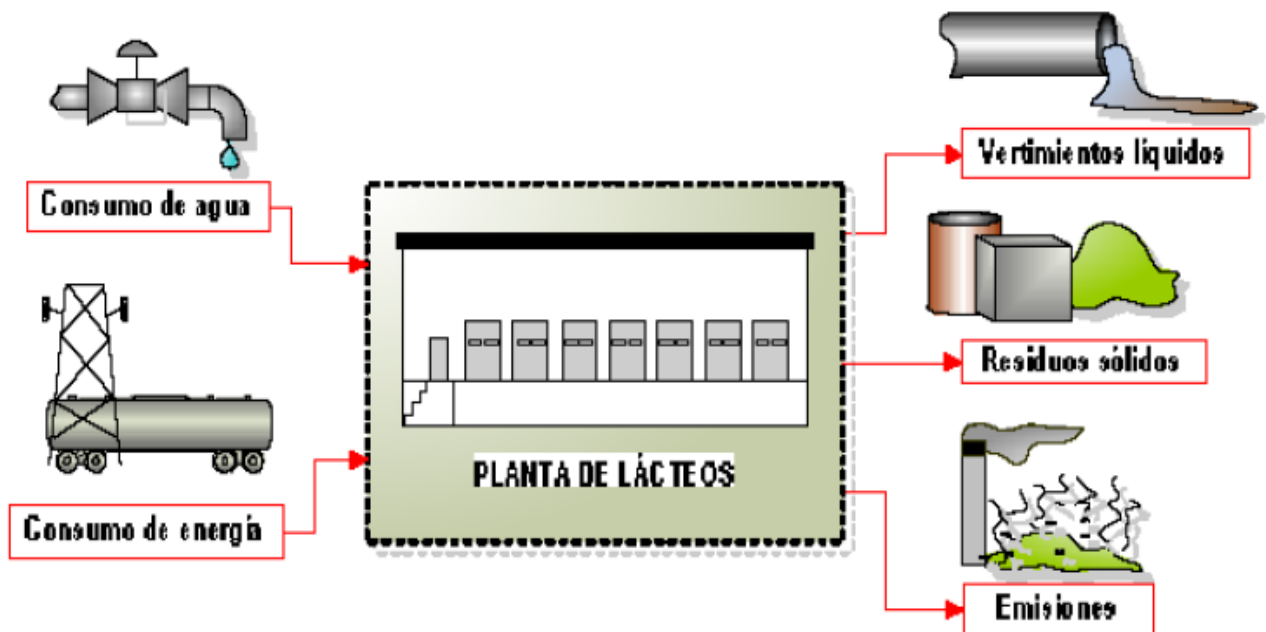


Fig. 16. Aspectos e impactos ambientales en empresas de productos lácteos

Fuente. Plan de manejo ambiental residuos líquidos. Lácteos Puracé. Javier Santander 2004; citado por López Morán & Garzón Benavides, 2008).

8.3.3.5 Consumo de energía.

Dentro de la empresa Lácteos Sabelsa, la fuente energética más importante es la energía eléctrica, la cual se utiliza en los equipos de proceso, iluminación, acondicionamiento de aire y refrigeración. La otra fuente es la energía térmica obtenida por la combustión de diesel para generación de vapor en la caldera; en la Tabla 13 se presenta la valoración del consumo de energía por proceso operacional y en la figura 5 se muestra un esquema con las fuentes y usos de energía.

Tabla 12. Valoración del consumo de energía por proceso

Proceso productivo	Operaciones con mayor consumo	Importancia
Leche de consumo	Pasterización	ALTA
Leche de consumo y fabricación de derivados	Almacenamiento – Refrigeración	ALTA

Fuente. Plan de manejo ambiental residuos líquidos. Lácteos Puracé. Javier Santander 2004; citado por López Morán & Garzón Benavides, 2008).

El uso de la energía es fundamental para asegurar el mantenimiento de la calidad de los productos lácteos, especialmente en los tratamientos térmicos, en las operaciones de refrigeración y en el almacenamiento del producto.

Tabla 13. Usos más frecuentes de energía en la empresa láctea

Energía	Usos mas frecuentes	Equipos
Térmica	Generación de vapor y agua caliente, limpiezas.	Pasteurizadores/ esterilizadores, sistemas de limpieza.
Eléctrica	Refrigeración, iluminación, ventilación, funcionamiento de equipos.	Equipos de funcionamiento eléctrico (bombas, agitadores y otros), luces.

Fuente. Plan de manejo ambiental residuos líquidos. Lácteos Puracé. Javier Santander 2004; citado por López Morán & Garzón Benavides, 2008).

El consumo de energía total de una empresa láctea se reparte aproximadamente entre un 80% de energía térmica obtenida de la combustión de combustibles fósiles y un 20% de energía eléctrica, por esta razón la valoración del consumo de energía por proceso es considerada de importancia alta. Las operaciones con mayor consumo de energía térmica como la pasteurización/esterilización de la leche y las limpiezas pueden llegar a consumir el 80% del total de la energía térmica de la instalación. La utilización de sistemas con menor consumo de energía y adopción de medidas de ahorro energético pueden contribuir a reducir de forma importante los consumos totales. En cuanto al consumo de energía eléctrica, la refrigeración llega a consumir entre un 30 - 40% del total del consumo de la instalación. Otros servicios como la ventilación, iluminación o de generación de aire comprimido tienen también un consumo elevado. Al igual que en el caso de consumo de agua, el consumo energético depende del tipo de producto elaborado y de otros factores como la edad y tamaño de la instalación, la tecnología empleada, el manejo de la limpieza, el diseño de la instalación, las medidas de ahorro implementadas entre otras.

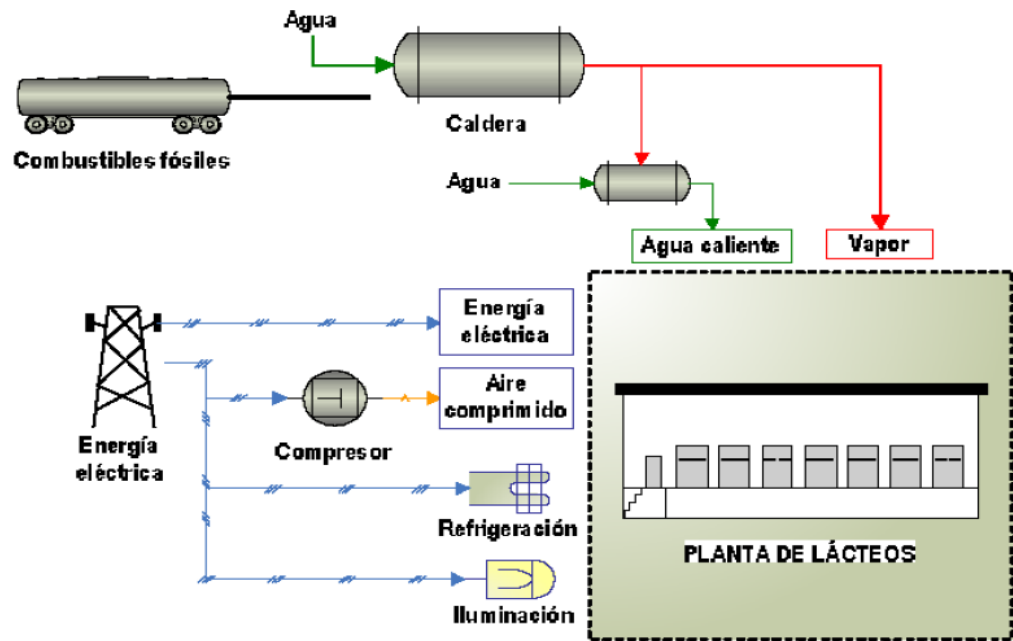


Fig. 17. Fuentes y usos de la energía planta de lácteos

Fuente. Plan de manejo ambiental residuos líquidos. Lácteos Puracé).

8.3.3.6 Consumo de agua.

Como en la mayoría de las empresas del sector alimentos, las industrias lácteas consumen diariamente grandes cantidades de agua en sus procesos y, especialmente para mantener las condiciones higiénicas y sanitarias requeridas. Dependiendo del tipo de instalación, el sistema de limpieza y manejo del mismo la cantidad total de agua consumida en el proceso puede llegar a superar varias veces el volumen de leche tratada. Este consumo suele encontrarse entre 1,3 - 3,2 litros de agua/Kg de leche recibida y en algunos casos puede llegar a alcanzar valores tan elevados como 10 litros de agua/kg de leche recibida. Sin embargo, es posible optimizar este consumo hasta valores de 0,8 - 1,0 Litros de agua/Kg de leche recibida utilizando equipamientos avanzados y un manejo adecuado. En la figura 17 se muestra un esquema de los usos del agua en las plantas procesadoras de productos lácteos y en la Tabla 15 se presenta la valoración del consumo de agua por proceso operacional.

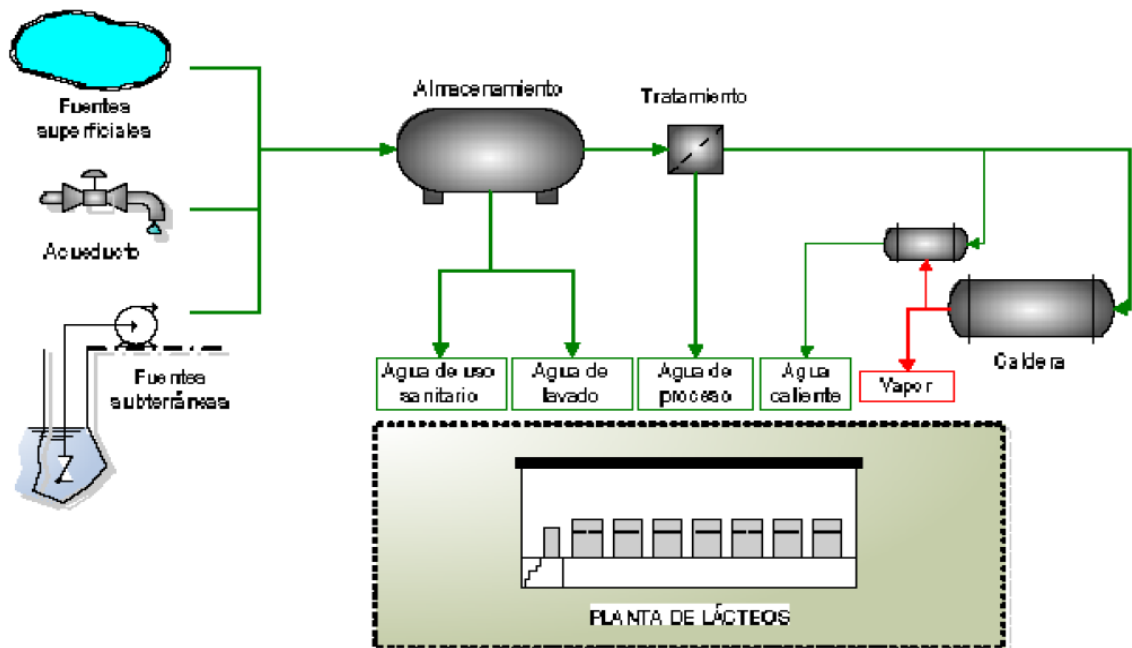


Fig. 18. Esquema de los usos del agua en las plantas lácteas

Fuente. Guía ambiental del sector lácteo; citado por López Morán & Garzón Benavides, 2008.

Tabla 14. Valoración del consumo de agua por proceso

PROCESO PRODUCTIVO	OPERACIONES CON MAYOR CONSUMO	IMPORTANCIA
Leche cruda	Lavado	ALTA
Auxiliares	Generación de vapor, enfriamiento	MEDIA

Fuente. Plan de manejo ambiental residuos líquidos. Lácteos Puracé. Javier Santander 2004; citado por López Morán & Garzón Benavides, 2008).

8.3 DISEÑO DEL TRATAMIENTO

Se usará un diseño donde se establecen los tratamientos con distintos porcentaje de lactosuero (acido), lo que repercute directamente en la cantidad de sólidos totales (MG). Formulas

$SST = \sum [T_c^2/n_c] - (\sum X)^2/N$
$SSE = (\sum X^2) - \sum [T_c^2/n_c]$
$MSTR = SST/k-1$
$MSE = SSE/ N-k$
$F = MSTR /MSE$

En donde:

T_c : sumatoria total de cada tratamiento

n_c : número de repeticiones y/o observaciones

\bar{X} : valor promedio de las repeticiones

x : sumatoria promedios de las repeticiones

k : No. De tratamientos

N : No. Total de observaciones

$MSTR$: cuadrado medio de los tratamientos

MSE : cuadrado medio del error

F : estadístico prueba de hipótesis

8.3.1 Determinación de sólidos totales o extracto seco, método gravimetría

La cantidad de Sólidos Totales se determina tomando una cantidad de muestra, esta se evapora a una temperatura constante, hasta un peso constante. El peso después del secado representa el peso de los sólidos totales, el que es expresado en porcentaje.

Inicialmente se pesan las capsulas vacías (m1), seguido de la toma de muestra (m), 10 g para quesos y 10 g para leches y sueros, posteriormente se llevan las capsulas a presecado (se hace un calentamiento preliminar en baño de vapor), hasta obtener homogeneidad; se deseca durante 4 horas a 102 +/- 2°C hasta peso constante. Una vez transcurrido el tiempo se pesan las capsulas (m2).

Suero acido: La recolección de las muestras se hizo completamente al azar (simple). La información de los laboratorios estuvo enmarcada dentro de la distribución normal y con el nivel de confiabilidad del diseño experimental utilizado. De igual manera los análisis de composición estuvieron basados en los porcentajes de proteína, materia grasa, y minerales principalmente. Los datos experimentales se agruparon en tablas.

8.4 ESTANDARIZACIÓN DEL PRODUCTO.

En esta etapa se realizaron tres mezclas con diferentes porcentajes, basados en la variación de las diferentes concentraciones de lactosuero ácido y leche entera teniendo en cuenta las cantidades permitidas según el Codex Alimentarius. Para la estandarización del producto final y la toma de muestras se hizo tomando en como referencia la composición promedio del suero como se muestra en el siguiente cuadro basado en 1lt de muestra.

Tabla 15: Composición Promedio de Suero Acido

Solidos totales Lactosuero acido	Cantidad (%)
Materia grasa (MG)	0.9
Lactosa	4.6
Minerales	0.5
Proteína	0.8

Fuente: autores

Se tomó como base la composición del suero ácido y se realizaron 3 mezclas promedios tomando como referencia la materia grasa (MG) constituidas por leche entera y suero. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 16: Relación de la mezcla Lacto Suero-Leche Entera es 3-1.

	Tratamientos lacto suero %		
	T1	T2	T3
TOTAL	1,4	1,9	3,0
	1,6	2,1	3,1
	1,5	1,9	2,8
	1,5	2,0	3,0

Tabla 17: Pruebas de estandarización

Muestra	Mezcla (suero) %	Leche entera %
T1	1.5	20
T2	2.0	35
T3	3.0	50

Tabla 18: Variaciones promedio de la Materia Grasa

Semana	Análisis M.G T1	X ²	Análisis M.G T2	X ²	Análisis M.G T3	X ²	Total
1	1.4	1.96	1.8	3.24	2.9	8.41	
2	1.6	2.56	1.9	3.61	3.2	10.24	
3	1.5	2.25	2.2	4.84	2.9	8.41	
T _c	4.5	6.77	5.98	11.69	9	27.06	$\bar{X}=15,173333$
n _c	3		3		3		N = 9
x	1.5		2.0		3.0		2.16666



Fig. 19. Toma de muestras trampa de grasa

Tabla 19: Análisis De Varianza De Un Factor

ANOVA

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	4,5	1,5	0,01		
Columna 2	3	5,9	1,9666666	0,0433333		
Columna 3	3	9	3	0,03		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3,53555556	2	1,7677777	63,64	9,1234E-05	5,1432528
Dentro de los grupos	0,16666667	6	0,0277777			5
Total	3,70222222	8				

Se determinó el error estándar e intervalos de confianza para medias de cualquiera de tratamientos a partir del análisis de varianza,

$$s_{y_1} = \sqrt{\frac{SME}{n_c}}$$

Con un intervalo de confianza del 95%. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 20: Medias errores estándar e intervalos de confianza del 95% para ensayos de mezclas.

TRATAMIENTOS	MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS	ERROR ESTANDAR Sy_1
1	1,5	0,0960
2	2,0	0,0960
3	3,0	0,0960

Para la toma de muestra se hizo un seguimiento de 4 semanas ajustados a las condiciones iniciales de la empresa lácteos SABELSA; (durante 3 días por semana), lo que nos permitió hacer una observación objetiva del proceso de elaboración de los diferentes productos en la primera semana; a su vez tomar las muestras pertinentes de los residuos líquidos que se generaban al terminar el proceso de producción (aguas de desinfección de maquinarias, equipos e instrumentos y lactosuero), y que posteriormente eran vertidos a los diferentes desagües, antes y después de su paso por las trampas de grasas, con el fin de evaluar el DBO y DQO inicial que generaba la empresa. En la semana 2 se toman medidas correctivas para el derrame injustificado de agua y el control de las mismas; durante la semana 3 y 4 se cuantifica y se distribuye el lacto suero distribuido 80% para los proveedores de leche y el 20% adicional para la caracterización del producto, finalizando con las tomas de muestras de residuos líquidos antes y después del paso por las trampas de grasas: por lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 21: Varianza de la DBO Y DQO en el proceso

semana	analisis	agua residual antes del tto	s^2	S
1	DBO	6000	2560000	1600
2	DBO	2800	s^2	
semana	analisis	agua residual antes del tto		S
1	DQO	13000	15602500	3950
2	DQO	5100		

semana	analisis	agua residual antes del tto	s^2	S
1	DBO	5200	2924100	1710
2	DBO	1780		
SEMANA	analisis	agua residual antes del tto	s^2	S
1	DQO	9700	9922500	3150
2	DQO	3400		

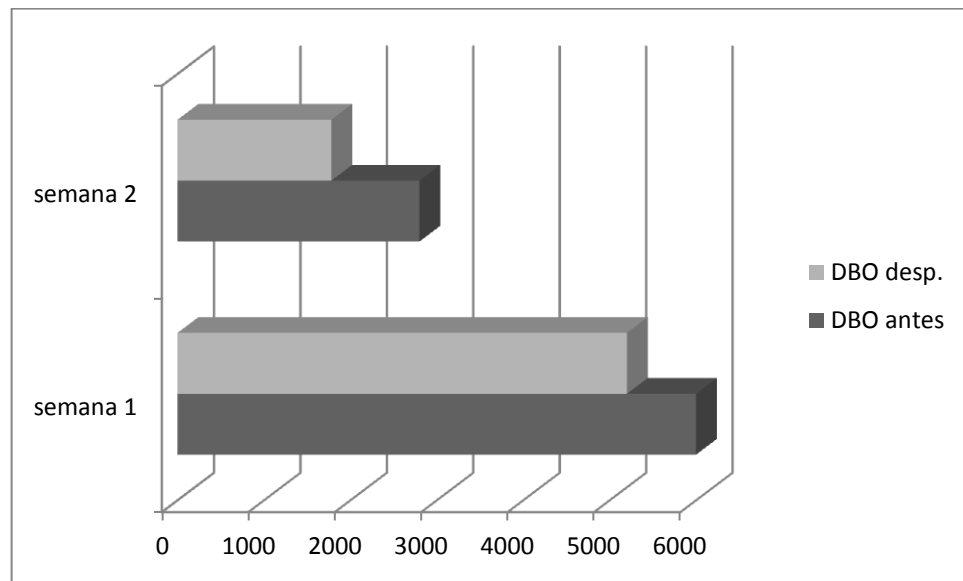


Fig. 20. DBO antes del sistema de tratamientos Vs después del sistema de tratamiento

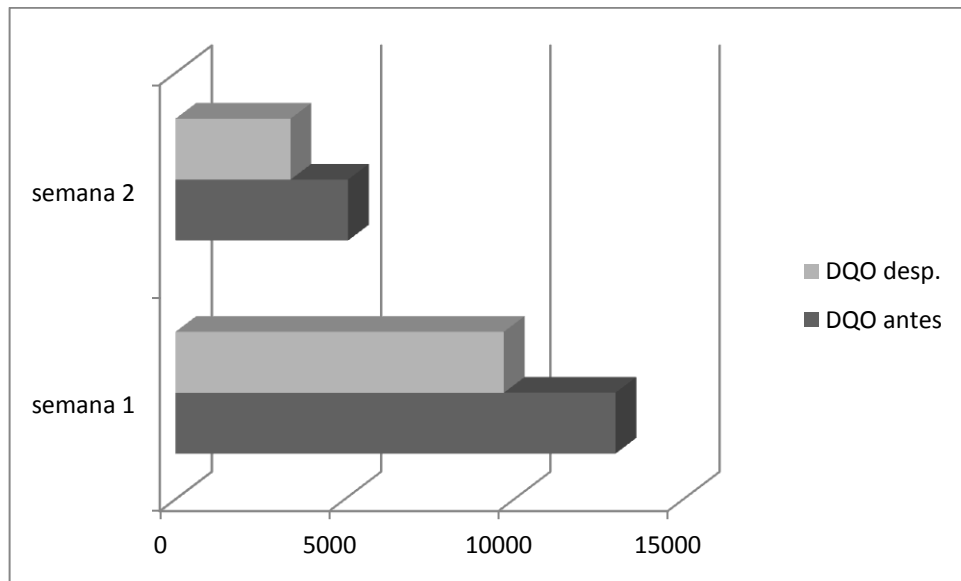


Fig. 21. DQO antes del sistema de tratamiento Vs después del sistema de tratamiento.

9. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

9.1 EVALUACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Basado en la observación directa e indirecta, las cuales resultaron herramienta básica para realizar el diagnostico que nos permitió determinar cuáles son los principales aspectos que han afectado el proceso de producción de la empresa en estudio y que repercuten en su rendimiento de producción e incrementan los aspectos ambientales; se pudo determinar que en la empresa Lácteos Sabelsa se encontraron los principales impactos ambientales:

- Alto consumo de recursos naturales representados en elevados consumos de agua, que no son controlados por no poseer medidores separados en cada área de proceso principalmente.
- Vertimientos. Representados en derrames de leche, cuyo porcentaje encontrado oscila entre 0.2% y 0.5% de la recepción lo que arroja una pérdida de leche entre 12.4 litros a 31 litro de leche por día.
- Vertimientos. Por suero acido, los cuales representan el 5 al 10% de la producción que se obtiene por día de dicha materia prima, aproximadamente 270-500litros/día, y que fueron tomados de referencia para la estandarización del producto como alternativa y/o estrategia de aprovechamiento; punto de aplicación básica de producción más limpia para la empresa en estudio.
- El eco balance refleja que solo el 11.4% se convierte en producto, el 68.3% es suero acido; el 3.7% es volumen no controlado y el 16.4% de suero, se evapora en el proceso de fundido e hilado. Las causas del volumen no controlado son el suero que se derrama al momento de su recolección y que

se va al sistema de alcantarillado sanitario y derrames de leche en el acopio, generados por rebose del tanque de balance en las tinas de proceso.

9.2 CARACTERIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DEL RESIDUO LÍQUIDO LACTOSUERO

9.2.1 Caracterización Fisicoquímica del residuo líquido lactosuero acido.

A través de las técnicas de análisis bromatológico se determinaron los parámetros del lactosuero acido, arrojando los siguientes resultados:

Tabla 22: Parámetros bromatológicos del lactosuero acido.

Muestra	%Lactosa	% Grasa	%agua de composición	% Proteína	Minerales%
Lactosuero acido	4.6	0.9	93.2	0.8	0.5

Fuente: autores

Al observar los resultados obtenidos en cuanto a la composición del lactosuero, nos arroja que los procesos, controles y estandarización que se realizaron para la obtención del producto base queso, están bien determinados y están de acorde a los componentes mínimos que debe tener el lactosuero en este tipo de proceso.

9.3 ELABORACION QUESO RICOTTA

Con base al producto realizado Queso ricotta la mezcla numero 3 nos brindó mejores resultados proporcionando mejor rendimiento (16%, y por su composición expresados en sólidos totales (Sólidos no grasos y grasos), la mezcla final del tratamiento 3 está constituida por un 3% de lactosuero ácido y enriquecida con el 50 % de leche entera, de acuerdo al total de la mezcla fue necesaria tomar otras

materias primas (leche descremada, crema de leche, cultivo láctico, sales estabilizantes citrato de sodio y cloruro de sodio) con el fin de aumentar el valor nutricional y las características finales del producto. Tal como se muestra en la tabla 24, análisis fisicoquímico del queso Ricotta.

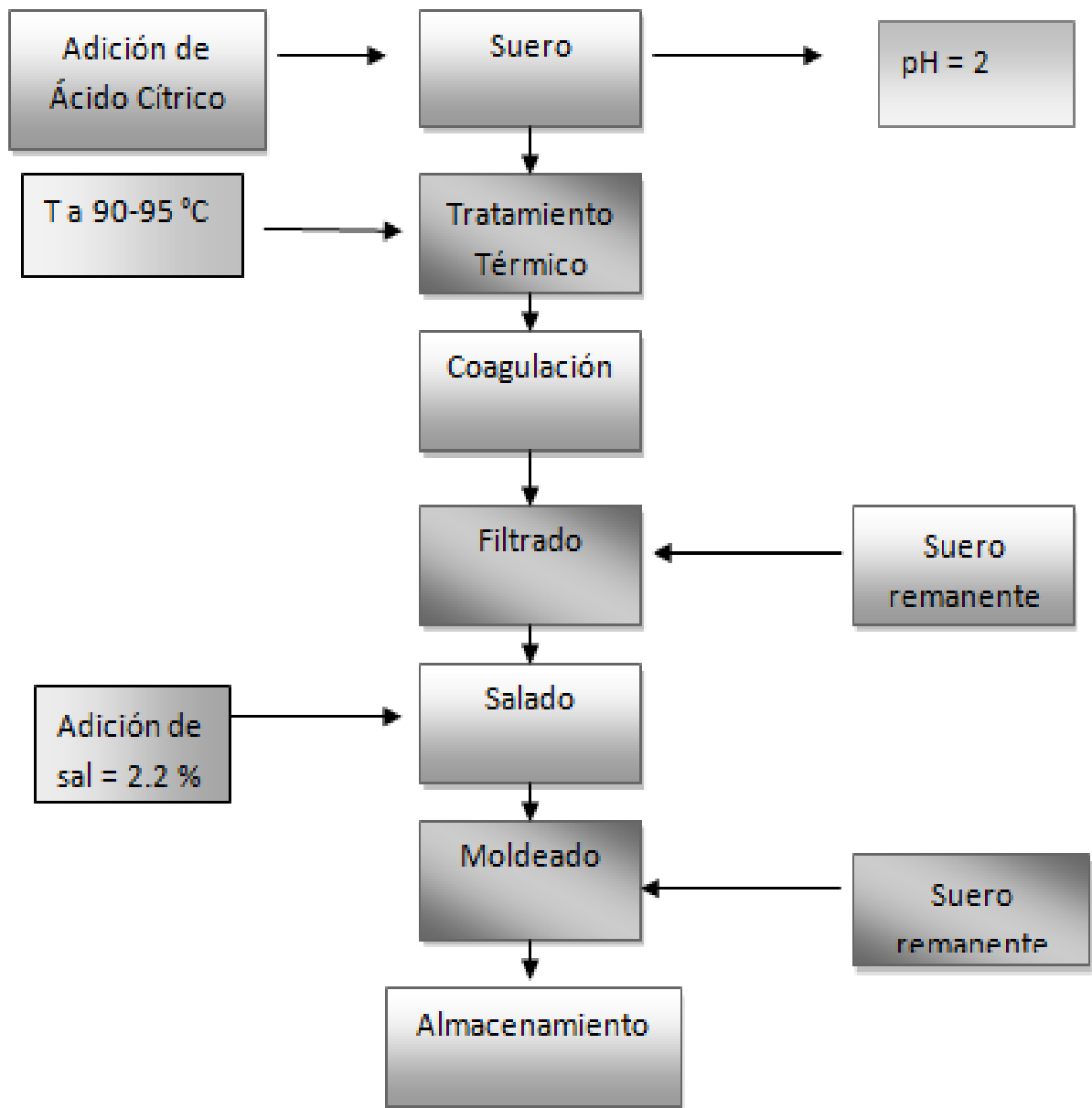


Fig. 22. Diagrama de flujo Queso Ricotta

Fuente: Alvarado y Ortega 1998

9.3.1 Proceso de elaboración Queso Ricotta



Suero acido

Mezcla (suero+ L.E)

Fig. 23. Etapa 1: Materias primas



Fig. 24. Etapa 2: Estandarización



Fig. 25. Etapa 3: Concentracion



Fig. 26. Etapa 4: Formacion de la cuajada





Fig. 27. Etapa 5: Recojida de la cuajada



Fig. 28. Etapa 6: Análisis fisicoquímicos del producto

Tabla 23: Análisis fisicoquímicos realizados al queso tipo Ricotta

ANALISIS	RESULTADO
Humedad (%)	74.60
Acidez Titulable (%)	0.65
Proteínas (%)	10.20
Grasa (%)	11.45
Cenizas (%)	1.4
Sólidos Totales (%)	25.4

De acuerdo a los resultados de los análisis fisicoquímicos (tabla 24), y comparándolos con la NTC 750 del 2009, el queso obtenido en los diferentes ensayos se clasifica como: Queso Fresco, Blando, Semidescremado: debido a la cantidad de humedad y el porcentaje de grasa del producto (ver anexos 2).

Tabla 24: Análisis microbiológicos realizados al queso tipo Ricotta

ANALISIS	RESULTADO	LIMITES DE ACEPTACION
Mesófilos aerobios	2.3x10 ³ UFC/g	10 UFC
Coliformes totales y fecales	0 UFC/ g	0 UFC

9.2.2 Análisis Fisicoquímico (informe aguas residuales).

- ✓ DBO y DQO: La presencia de concentraciones altas de DBO y DQO en los cuerpos de agua genera desoxigenación del mismo, que es la causa de malos olores y de muerte de la fauna acuática.

- ✓ pH: Generalmente los efluentes de las curtiembres presentan variaciones entre 2,5 y 12,0. Las variaciones de pH afectan considerablemente la vida acuática de las corrientes receptoras, y limita su utilización para los diferentes usos potenciales del recurso.
- ✓ Sulfuro: Presenta riesgo de formación de gas sulfhídrico, el que en baja concentración genera olor desagradable y en alta concentración puede ser muy tóxico.
- ✓ Amonio: Es tóxico para los peces. Es un nutriente que puede causar proliferación de plantas acuáticas.
- ✓ Nitrógeno-Kjeldahl: Su presencia en altas concentraciones puede provocar el crecimiento acelerado de plantas acuáticas.
- ✓ Nitratos: Su presencia en altas concentraciones en agua potable es un riesgo para la salud.
- ✓ Cromo: Metal pesado persistente que puede causar problemas a la salud humana
- ✓ Sólidos sedimentables: Ocasionalmente ocasionan la formación de bancos de lodos que producen olores desagradables.

Los resultados obtenidos durante el seguimiento (2 semanas), con el fin de obtener datos representativos que permitieran observar el verdadero impacto generado por el vertimiento del lactosuero ácido al alcantarillado de las instalaciones de la empresa Lácteos Sabelsa. Se muestran a continuación

Tabla 25: Semana 1: Análisis Agua residual (suero acido) a la entrada de la

PARAMETROS	RESULTADOS DE LA MUESTRA 121204	METODO ANALITICO
Caudal (L/seg)	0,400	Gravimétrico
pH	6,7	4500-H+B Standard Methods
Temperatura °C	27,0	Electrometrico
DBO5 (mg/L)	6000	5210 B Standard Methods
DQO (mg/L)	13000	14541 Spectroquant Merck
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	2200	2540 D Standard Methods
Grasas y Aceites (mg/L)	320	5520 D Standard Methods

trampa grasa

Fuente: autores

Tabla 26: Semana 1, Agua residual (suero acido) a la salida de trampa de grasa

PARAMETROS	RESULTADOS DE LA MUESTRA 121205	METODO ANALITICO
Caudal (L/seg)	0,400	Gravimétrico
pH	6,6	4500-H+B Standard Methods
Temperatura °C	27,5	Electrometrico
DBO5 (mg/L)	5200	5210 B Standard Methods
DQO (mg/L)	9700	14541 Spectroquant Merck
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	1670	2540 D Standard Methods
Grasas y Aceites (mg/L)	167	5520 D Standard Methods

Fuente: autores

Tabla 27: Semana 2, Agua residual (suero acido) a la entrada de la trampa de grasa

PARAMETROS	RESULTADOS DE LA MUESTRA 130121	METODO ANALITICO
Caudal (L/seg)	0,300	Gravimétrico
pH	6,6	4500-H+B Standard Methods
Temperatura °C	27,2	Electrometrico
DBO5 (mg/L)	2800	5210 B Standard Methods
DQO (mg/L)	5100	14541 Spectroquant Merck
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	1200	2540 D Standard Methods
Grasas y Aceites (mg/L)	128	5520 D Standard Methods

Fuente: autores

Tabla 28: Semana 2, Agua residual (sin adición de suero acido) a la salida de trampa de grasa

PARAMETROS	RESULTADOS DE LA MUESTRA 130122	METODO ANALITICO
Caudal (L/seg)	0,300	Gravimétrico
pH	6,55	4500-H+B Standard Methods
Temperatura °C	27,5	Electrometrico
DBO5 (mg/L)	1780	5210 B Standard Methods
DQO (mg/L)	3400	14541 Spectroquant Merck
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	670	2540 D Standard Methods
Grasas y Aceites (mg/L)	56	5520 D Standard Methods

Fuente: autores

De acuerdo a los datos que arrojan los resultados la demanda biológica de oxígeno (DBO),y demanda química de oxígeno (DQO) una vez aplicadas las estrategias planteadas de aprovechamiento de suero ácido con la elaboración de queso ricota para la reducción del vertimiento; se observa que disminuye en un 53%, (1700 mg/L), y un 66% (3420) respectivamente tomando como referencia desde la primera semana de seguimiento que se realizó para lo cual se tomaron muestras a la salida del ducto de la trampa de grasa en la cual se involucraba el vertimiento directo del suero ácido que no se utilizaba (que posteriormente llegaba a los diferentes depósitos de agua cercanos como acequias, ríos, lagunas, entre otros, afectando directamente la vida acuática, lo que repercute en la disminución de oxígeno en el medio generando cantidades excesivas de algas, muerte de peces, malos olores y sabores desagradables).

En cuanto a la demanda Química de Oxígeno (DQO), se observa una reducción del 25% (3300), en la entrada, antes del sistema de tratamiento desde la semana 1 hasta la aplicación de las soluciones previamente planteadas de la semana 2; en la salida, después del sistema de tratamiento en las trampas de grasas se observa

una reducción del 33% (1700). Antes de la aplicación y/o aprovechamiento la empresa tenía un DQO alto (13000 mg/L), que al pasar a las trampas de grasas aún se reflejaba alto (9700 mg/L); en la semana 2 se logró reducir a una cantidad aceptable (5100 mg/L), que al pasar por las trampas de grasas disminuyó significativamente (3400 mg/L).

La digestión anaerobia es un proceso de transformación y no de destrucción de la materia orgánica, como no hay presencia de un oxidante en el proceso, la capacidad de transferencia de electrones de la materia orgánica permanece intacta en el metano producido. En vista de que no hay oxidación, se tiene que la DQO teórica del metano equivale a la mayor parte de la DQO de la materia orgánica digerida (90 a 97%), una mínima parte de la DQO es convertida en lodo (3 a 10%). En las reacciones bioquímicas que ocurren en la digestión anaerobia, solo una pequeña parte de la energía libre es liberada, mientras que la mayor parte de esa energía permanece como energía química en el metano producido.

En el tratamiento Aerobio se llevan a cabo procesos catabólicos oxidativos. Como el catabolismo oxidativo requiere la presencia de un oxidante de la materia orgánica y normalmente este no está presente en las aguas residuales, él requiere ser introducido artificialmente. La forma más conveniente de introducir un oxidante es por la disolución del oxígeno de la atmósfera, utilizando la aireación mecánica, lo que implica altos costos operacionales del sistema de tratamiento, adicionalmente la mayor parte de la DQO de la materia orgánica es convertida en lodo, que cuenta con un alto contenido de material vivo que debe ser estabilizado.

A nivel industrial, La sulfato reducción es el proceso durante el cual el sulfato se reduce a sulfuro de hidrógeno, mediante la participación de las bacterias sulfato reductoras (BSR) Durante la degradación anaerobia de la materia orgánica, puede ocurrir que las BSR utilicen el sulfato como aceptor de electrones, aunque pueden utilizar también compuestos como el tiosulfato, el tetrionato y el azufre

elemental, los donadores más utilizados por las BSR son H₂, lactato, piruvato entre otros. Las BSR son anaerobios estrictos, ampliamente distribuidas en ambientes acuáticos y terrestres, cumplen un importante papel en las etapas finales de la degradación de la materia orgánica, especialmente en la remoción de los sulfatos presentes en el afluente. Pueden crecer en presencia o ausencia de sulfatos, utilizando vías metabólicas diferentes; una fermentativa y la otra oxidativa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es claro que la industria alimentaria genera una gran cantidad de residuos que van a parar a la atmósfera, a las fuentes de agua o a los sitios para disposición final de residuos. Tales residuos comprometen gravemente los ecosistemas por su alta concentración de materia orgánica; por tanto es clara la necesidad de implementar planes adecuados de producción más limpia, antes que costosas inversiones en tratamiento de residuos. En el presente proyecto destacamos las siguientes tópicos.

a) El lacto suero es el líquido que se obtiene como resultado después de la coagulación de la leche en la elaboración de queso, una vez que se separan la cuajada del queso (caseína) y la grasa. En LÁCTEO SABLESA se calcula que el 75 % de la leche procesada se convierte en suero; un 30% del volumen del suero es comercializado para la ceba de porcinos, vacas entre otros animales y el otro 30% va a parar a la planta de tratamiento de aguas residuales.

El aprovechamiento de suero ácido y un plan de manejo de residuos durante el proceso productivo beneficia a la empresa al generar nuevos recursos desde la estrategia de reutilización en el sitio y disminución de consumo excesivo de recursos naturales (representados en agua), y vertimientos (originados por derrames de leche y suero lácteo). Además la estrategia de aprovechamiento permitió una reducción significativa de contaminación representados por la demanda biológica de oxígeno (DBO: 66%) y demanda química de oxígeno (DQO: 25%), lo que repercute directamente en la sostenibilidad de los procesos de la empresa y a su vez en un mejor equilibrio ambiental.

Ante esta situación se recomienda y concluye que:

- Utilizando el sistema de la trampa grasa, se obtiene un excelente resultado, en la reducción de grasa y aceite producido durante la producción de la empresa lácteo SABELSA cumpliendo así con el decreto 3075 de 1997, art. 9. Vertimiento.
- Se debe implementar un adecuado manejo de la eliminación de los residuos líquidos y el agua utilizada en la empresa LACTEO SABELSA.
- Se debe realizar monitoreo periódico a los manipuladores, en el adecuado manejo y remoción de la trampa grasa.
- Actualizar cada vez que se considere necesario el manual de las trampa grasa que es suministrada a la empresa LÁCTEOS SABELSA para tener un mejor manejo de los residuos líquidos.
- Realizar un registro diario de remoción y limpieza de la trampa grasa.
- Socializar el manual a los operarios de la empresa LÁCTEOS SABELSA, para que conozcan los procedimientos, manejos y tratamientos de la trampa grasa.
- Mejorar el manejo de los residuos líquidos generados por la empresa y colaborar con el medio ambiente

b) En el proceso del queso tipo Ricotta al utilizar mezcla de lactosuero y leche fluida, se obtienen mejores rendimientos, mayor cantidad de sólidos totales y mayor cantidad de proteínas. El diseño experimental establecido nos permitió definir la mezcla final del producto tomando como base el tratamiento 3, teniendo en cuenta el mayor aporte de Sólidos Totales (Sólidos no grasos y grasos), así como mejorar la calidad nutricional del producto.

Por otra parte se sugiere hacer una evaluación y seguimiento de las herramientas aplicadas así como a las soluciones planteadas, con el fin de obtener resultados más objetivos a largo plazo. Es necesario realizar un plan de negocio que nos permita evaluar la factibilidad y rentabilidad del producto (queso Ricotta), con una proyección de tiempo definido.

c) A nivel de operación y mantenimiento, las trampas de grasa deben operarse y limpiarse regularmente para prevenir el escape de cantidades apreciables de grasa y la generación de malos olores. La frecuencia de limpieza debe determinarse con base en la observación. Generalmente, la limpieza debe hacerse cada vez que se alcance el 75% de la capacidad de retención de grasa como mínimo. Estas unidades deben ser dotadas de las siguientes características:

- Capacidad suficiente de acumulación de grasa entre cada operación de limpieza.
- Condiciones de turbulencia mínima suficiente para permitir la flotación del material.
- Dispositivos de entrada y salida convenientemente proyectados para permitir una circulación normal del afluente y el efluente.
- Distancia entre los dispositivos de entrada y salida, suficiente para retener la grasa y evitar que este material sea arrastrado con el efluente.
- Debe evitarse el contacto con insectos, roedores, etc.

d) Como etapas para el manejo de residuos líquidos generados en la empresa LÁCTEOS SABELSA, se recomienda implementar cuatro fases, las cuales se mencionan y describen a continuación.

1. Fase de capacitación del personal manipulador de LÁCTEOS SABELSA:
Se debe realizar una inducción al personal que labora en la empresa de cómo debe hacerse la limpieza a las trampa grasa.
2. Fase de almacenamiento primario: Una vez removidos el material graso de la trampa de grasa este debe depositarse en una bolsa negra y ser sellada.
3. Fase de almacenamiento temporal de residuos sólidos: Las bolsas de basura que contiene los residuos sólidos deben ser transportadas al depósito de almacenamiento de basura secundario de la empresa.
4. Fase de entrega al servicio de transporte público de los residuos sólidos: Los residuos sólidos generados por la empresa deben ser entregados a la empresa INTERASEO S.A que son los encargados de recolectar y luego son depositados al basurero municipal.

BIBLIOGRAFÍA

- Apram Technical. (Julio de 2013). *http://www.apram.es/*. Obtenido de http://www.apram.es/files/ConsejeroMedioambienteFiles/Revision_Inicial_Ambiental_Ficha.pdf
- Artavia Porras, W. (1999). *Elaboración de queso ricotta a partir de suero lácteo*. Guasimo, Costa Rica: Tesis de grado - Escuela de agricultura de la región tropical húmeda.
- Banco de la República. (2013). *La industria de lácteos en Valledupar: primera en la región Caribe*. Cartagena: Centro de Estudios Económicos Regionales.
- Centro Nacional De Producción Más Limpia Y Tecnologías Ambientales. *Casos de aplicación de producción más limpia en Colombia*. Medellín: Clave, Diciembre 2002. p.20-22.
- Cinturia Torres, A. (2003). *Diagnóstico de alternativas de producción más limpia en una microempresa de producción de derivados lácteos*. Bogotá D.C: Universidad de la Sabana.
- Dirección de Promoción de la Calidad Alimentaria – SAGPyA. (s.f.). *Buenas Prácticas de Manufactura - Boletín de Difusión*. Buenos Aires - Argentina: Programa Calidad de los Alimentos Argentinos.
- Ferrer Márquez , A., & Muñoa Blas, Á. (2010). *Sistemas de gestión ambiental - Guía para la intervención de los trabajadores*. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS).
- Fuquene, C. (2005). *Producción Limpia Contaminación Y Gestión Ambiental*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana
- González Cáceres, M. (2012). Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea. *Mundo Pecuario, VIII, Nº 1*, 16 - 32.
- Granero Castaño, J. (2007). *Como Implementar Un Sistema De Gestión Ambiental según la norma ISO 14001:2004*. Editor continental
- Guía de producción más limpia para la producción avícola (2009). Centro nacional de producción más limpia en Honduras. Editorial ABAC & Asociado.

- Judkins, H., & Keener, H. (1984). *La leche, su producción y procesos industriales*. México D.F.: Editorial Continental. CECSA. 11va. Edición.
- Leal, J. (2006). *Medio Ambiente Y Desarrollo*. Editorial CEPAL
- Leira Jiménez, P., Malmierca Martín, A., & Ugidos Semán, S. (2012). *Licencia Ambiental QUESOS ANTONIO*, S.A. Comunidad Autónoma de Castilla y León: QUESOS ANTONIO S.A.
- López Morán, J., & Garzón Benavides, J. (2008). *Análisis de una alternativa de producción más limpia que permita aprovechar los residuos grasos que generan los procesos de pasteurización y enfriamiento de la leche en la empresa Friesland Lacteos Purace de San Juan de Pasto*. Pereira: eds. Tesis Especialización en Gestión Ambiental Local. Universidad tecnológica de Pereira.
- Master Profesional en Ingeniería y Gestión Medio Ambiental. Contaminación de las aguas. (2008). *Los vertidos del sector lácteo*. Sevilla - España: Escuela Organización Industria.
- Ministerio del Medio Ambiente. (1997). *Política Nacional de Producción más limpia*. Bogotá - D.C: República de Colombia.
- Monsalve J, González D. (2005). *Elaboración de un queso tipo ricota a partir de suero lácteo y leche fluida*. Revista Científica. Diciembre. Vol. 15. Maracaibo – Venezuela. Páginas 543 -550
- Norma Técnica Colombiana 750. (2009). *Productos Lácteos. Quesos*.
- PNUD - Argentina. (s.f.). *Programa Protección Ambiental del Río de La Plata y su Frente Marítimo, FREPLATA II - Programa de Producción Más Limpia*. Buenos Aires.
- Restrepo, M. (2006). *Producción más limpia en las industrias alimentarias*. Sector Lácteo de Colombia Proexport. 2011
- Universidad Icesi. (Julio de 2013). www.icesi.edu.co. Obtenido de <http://www.icesi.edu.co/blogs/produccionmaslimpia201001/files/2010/05/ECOBALANCES.pdf>

Van Hoof, B., Monroy, N (2008). *Producción más limpia: Paradigmas de gestión ambiental*. Ediciones unidas Alfaomega Colombiana S.A, Universidad De Los Andes.

www.segarra2020.cat/documents/industria/mas_limpia


www.eprints.ucm.es/9445/1/Memoria

<http://www.cnpml.org/html/archivos/FactSheets/FactSheets-ID21.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1:

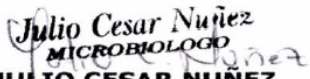
ANEXO 3: ANALISIS DBO Y DQO


	FORMATO ANALISIS FISICO - QUIMICO	VIGENCIA	
		28-09-12	
		VERSION: 1	PAG:1

Reporte de ensayos

EMPRESA	LACTEOS SABELSA	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	Standard Methods 1060 A
SOLICITANTE	PEDRO LONDONO	FECHA DE MUESTREO	2012 - 12 - 14
NIT/CC		RECEPCION DE LA MUESTRA	2012 - 12 - 14
DIRECCION	CRA 44 N° 27 - 35	FECHA DE ANALISIS	2012 - 12 - 14
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	VALLEDUPAR	FECHA DE INFORME	2012 - 12 - 29
TELEFONO	3004521586	LOTE	NO APLICA
TIPO DE MUESTRA	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	FECHA DE FABRICACION	NO APLICA
CARACTERISTICAS	AGUA TURBIA LECHOSA	REFERENCIA O IDENTIFICACION	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL ANTES DEL SISTEMA DE TTO
NUMERO DE MUESTRAS	1	EMISION INFORME	GLORIA SANTANDER

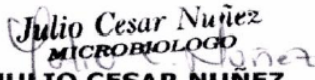
PARAMETROS	RESULTADOS DE LA MUESTRA 121204	METODO ANALITICO
Caudal (L/seg)	0,400	Gravimétrico
pH	6,7	4500-H+B Standard Methods
Temperatura °C	27,0	Electrometrico
DBO5 (mg/L)	6000	5210 B Standard Methods
DQO (mg/L)	13000	14541 Spectroquant Merck
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	2200	2540 D Standard Methods
Grasas y Aceites (mg/L)	320	5520 D Standard Methods


JULIO CESAR NUÑEZ
ADMINISTRADOR LABORATORIOS
BIOINDAL

	FORMATO ANALISIS FISICO - QUIMICO	VIGENCIA	
		28-09-12	
		VERSION: 1	PAG:2

EMPRESA	LACTEOS SABELSA	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	Standard Methods 1060 A
SOLICITANTE	PEDRO LONDONO	FECHA DE MUESTREO	2012 - 12 - 14
NIT/CC		RECEPCION DE LA MUESTRA	2012 - 12 - 14
DIRECCION	CRA 44 N° 27 - 35	FECHA DE ANALISIS	2012 - 12 - 14
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	VALLEDUPAR	FECHA DE INFORME	2012 - 12 - 29
TELEFONO	3004521586	LOTE	NO APLICA
TIPO DE MUESTRA	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	FECHA DE FABRICACION	NO APLICA
CARACTERISTICAS	AGUA TURBIA LECHOSA	REFERENCIA O IDENTIFICACION	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL ANTES DEL SISTEMA DE TTO
NUMERO DE MUESTRAS	1	EMISION INFORME	GLORIA SANTANDER

PARAMETROS	RESULTADOS DE LA MUESTRA 121205	METODO ANALITICO
Caudal (L/seg)	0,400	Gravimétrico
pH	6,6	4500-H+B Standard Methods
Temperatura °C	27,5	Electrometrico
DBO5 (mg/L)	5200	5210 B Standard Methods
DQO (mg/L)	9700	14541 Spectroquant Merck
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	1670	2540 D Standard Methods
Grasas y Aceites (mg/L)	167	5520 D Standard Methods



MICROBIOLOGO
JULIO CESAR NUÑEZ
ADMINISTRADOR LABORATORIOS
BIOINDAL

**FORMATO ANALISIS FISICO - QUIMICO****VIGENCIA****28-09-12****VERSION: 1****PAG:3**

EMPRESA	LACTEOS SABELSA	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	Standard Methods 1060 A
SOLICITANTE	PEDRO LONDONO	FECHA DE MUESTREO	2013 - 01 - 15
NIT/CC		RECEPCION DE LA MUESTRA	2013 - 01 - 15
DIRECCION	CRA 44 N° 27 - 35	FECHA DE ANALISIS	2013 - 01 - 15
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	VALLEDUPAR	FECHA DE INFORME	2013 - 02 - 02
TELEFONO	3004521586	LOTE	NO APLICA
TIPO DE MUESTRA	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	FECHA DE FABRICACION	NO APLICA
CARACTERISTICAS	AGUA TURBIA LECHOSA	REFERENCIA O IDENTIFICACION	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL ANTES DEL SISTEMA DE TTO
NUMERO DE MUESTRAS	1	EMISION INFORME	GLORIA SANTANDER

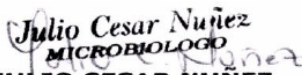
PARAMETROS	RESULTADOS DE LA MUESTRA 130121	METODO ANALITICO
Caudal (L/seg)	0,300	Gravimétrico
pH	6,6	4500-H+B Standard Methods
Temperatura °C	27,2	Electrometrico
DBO5 (mg/L)	2800	5210 B Standard Methods
DQO (mg/L)	5100	14541 Spectroquant Merck
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	1200	2540 D Standard Methods
Grasas y Aceites (mg/L)	128	5520 D Standard Methods

Julio Cesar Nuñez
MICROBIOLOGO
Julio Cesar Nuñez
JULIO CESAR NUÑEZ
ADMINISTRADOR LABORATORIOS
BIOINDAL

	FORMATO ANALISIS FISICO - QUIMICO	VIGENCIA	
		28-09-12	
		VERSION: 1	PAG:4

EMPRESA	LACTEOS SABELSA	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	Standard Methods 1060 A
SOLICITANTE	PEDRO LONDONO	FECHA DE MUESTREO	2013 - 01 - 15
NIT/CC		RECEPCION DE LA MUESTRA	2013 - 01 - 15
DIRECCION	CRA 44 N° 27 - 35	FECHA DE ANALISIS	2013 - 01 - 15
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	VALLEDUPAR	FECHA DE INFORME	2013 - 02 - 02
TELEFONO	3004521586	LOTE	NO APLICA
TIPO DE MUESTRA	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	FECHA DE FABRICACION	NO APLICA
CARACTERISTICAS	AGUA TURBIA LECHOSA	REFERENCIA O IDENTIFICACION	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL ANTES DEL SISTEMA DE TTO
NUMERO DE MUESTRAS	1	EMISION INFORME	GLORIA SANTANDER

PARAMETROS	RESULTADOS DE LA MUESTRA 130122	METODO ANALITICO
Caudal (L/seg)	0,300	Gravimétrico
pH	6,55	4500-H+B Standard Methods
Temperatura °C	27,5	Electrometrico
DBO5 (mg/L)	1780	5210 B Standard Methods
DQO (mg/L)	3400	14541 Spectroquant Merck
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	670	2540 D Standard Methods
Grasas y Aceites (mg/L)	56	5520 D Standard Methods


JULIO CESAR NUÑEZ
 ADMINISTRADOR LABORATORIOS
 BIOINDAL

Anexo 2 Etiquetas del Producto

