

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



DOCTORADO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES

TESIS

Evaluación del impacto ambiental del lactosuero generado en la línea de producción de quesos de la planta de lácteos Huacariz alternativas de mitigación Cajamarca – Perú - 2016

Para optar el Grado Académico de
DOCTOR EN CIENCIAS

Presentada por:
JORGE BERNARDO GAMARRA ORTIZ

Asesor:
Dr. CARLOS ROSALES LOREDO

CAJAMARCA, PERÚ

2018

COPYRIGHT © 2018 by
JORGE BERNARDO GAMARRA ORTIZ
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



DOCTORADO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES

TESIS APROBADA

Evaluación del impacto ambiental del lactosuero generado en la línea de producción de quesos de la planta de lácteos Huacariz alternativas de mitigación Cajamarca – Perú - 2016

Para optar el Grado Académico de
DOCTOR EN CIENCIAS

Presentada por:
JORGE BERNARDO GAMARRA ORTIZ

Comité Científico

Dr. Carlos Rosales Loredo
Asesor

Dr. Jorge Piedra Flores
Miembro de Comité Científico

Dr. José Coronado León
Miembro de Comité Científico

Dr. Severino Torrel Pajares
Miembro de Comité Científico

Cajamarca - Perú

2018



Universidad Nacional de Cajamarca

Escuela de Posgrado

CAJAMARCA - PERÚ

PROGRAMA DE DOCTORADO

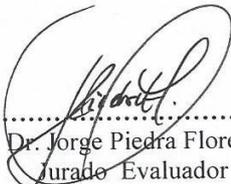
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DOCTORADO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES

Siendo las diez de la mañana del día viernes veinte de julio del año dos mil dieciocho, reunido en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el Dr. Severino Torrel Pajares, Dr. Jorge Piedra Flores, Dr. José Coronado León, como integrantes del jurado titular; y en calidad de Asesor, el Dr. Carlos Rosales Loredo. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado y el Reglamento del Programa de Doctorado de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la SUSTENTACIÓN de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL LACTOSUERO GENERADO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS DE LA PLANTA DE LÁCTEOS HUACARIZ ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN CAJAMARCA-PERÚ-2016;** presentada por el **M.Sc. JORGE BERNARDO GAMARRA ORTIZ** con la finalidad de optar el Grado Académico de **DOCTOR EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Mención **GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó *APROBAR* con la calificación de ... *EXCELENTE (14)* la mencionada Tesis; en tal virtud, el **M.Sc. JORGE BERNARDO GAMARRA ORTIZ** con la finalidad de optar el Grado Académico de **DOCTOR EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Mención **GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES**.

Siendo las *11.20 a.m.* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Jorge Piedra Flores
Jurado Evaluador


.....
Dr. José Coronado León
Jurado Evaluador


.....
Dr. Severino Torrel Pajares
Presidente -Jurado Evaluador

A:

La memoria de mis queridos y siempre recordados padres Gerardo y Juana por haber sido siempre en su vida, la luz y guías en el caminar de este mundo: mi gratitud eterna y que nuestro divino Dios les dé el descanso y paz de sus almas allá en la eternidad. A mis hermanos Vitalia, Fernando, Héctor, Alida y Félix, por su confianza y apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi existencia; los llevo en mi mente y mi corazón, razón para amarlos y quererlos todos los días de mi vida.

A:

Mi esposa Socorro, por su apoyo imperecedero y constante para así alcanzar el logro de mis metas; a mis hijos Karla, Jorge y Cecilia por toda esa manifestación de cariño y comprensión que me motivaron a continuar y concluir con este reto en mi vida, a Brunito con ese amor verdadero para él, por ser la proyección y continuación de la familia.

AGRADECIMIENTO

A Dios: Padre Celestial, fuente divina de sabiduría, luz de Esperanza que me llena de energía, para iluminar mi camino e irradia sus bendiciones para así alcanzar mis metas y objetivos.

Este trabajo, si bien ha requerido de esfuerzo, dedicación y perseverancia por parte del autor, no hubiese sido posible concluirlo sin la participación y cooperación desinteresada de muchas personas e instituciones, quienes han sido indudablemente un apoyo muy valioso para su finalización

Sin duda, los mayores agradecimientos serán siempre para mis queridos padres (Inmemoriam), mis hermanos, mi esposa y mis hijos. A todos ellos les expreso mi más profundo agradecimiento por haberme dado su apoyo y consejos, para así ver culminado este largo y tedioso proceso, superando así, muchas dificultades.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, por apoyarme con el financiamiento para realizar mis estudios Doctorales y a la Escuela de Post Grado de la misma Universidad, por abrirme sus puertas y permitir vivir una experiencia ,muy importante y de trascendencia en mi formación profesional y académica.

Mi agradecimiento muy especial al Dr. Carlos Rosales Loredo por aceptar ser mi asesor y así realizar este estudio bajo su dirección con mucha dedicación, sabiduría y paciencia; guiándome con sus conocimientos e ideas, lo cual han sido aportes muy importantes que han permitido culminar con éxito esta investigación.

Gracias a mis amigos muy en especial M.V. M.Sc. Rodolfo Orejuela Chirinos quién me apoyo incondicionalmente en la recopilación de información y a todas aquellas amistades que me apoyaron en el trabajo, a los cuales no necesito nombrar los llevo en lo más profundo de mi ser les estoy muy agradecido.

Un profundo agradecimiento a mis profesores de Post Grado por impartirme sus conocimientos y sabias enseñanzas, y a todos mis compañeros del Doctorado por compartir muchos momentos de estudio y camaradería, alegría y – obviamente – por los momentos inolvidables que hemos vivido.

Gracias al personal administrativo de la Escuela de Post Grado por brindarme todas sus facilidades logísticas para el logro de mis objetivos.

Gracias a los señores miembros del Comité Científico por su tiempo y paciencia.

Finalmente, gracias a todos por su invaluable apoyo, que los llevaré siempre presente en mi mente y en mi corazón toda la vida.

El Autor

Epígrafe

La contaminación nunca debería ser el precio de la prosperidad.

Al Gore.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
EPÍGRAFE	viii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
GLOSARIO O DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPITULO I.	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo General.....	4
1.2. Objetivos específicos	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Bases teóricas	6
2.1.1. Elaboración de queso	8
2.1.2. Problemática Ambiental Referencial	11
2.1.3. Producción Sustentable y Criterio de Sustentabilidad	12
2.1.4. Sistema de Gestión Ambiental y producción de lácteos.....	13
2.1.5. Norma ISO 14001: 2015 (Valdés et al. 2016).....	14
2.1.6. Gestión ambiental en quesos (Behr 2002)	16
2.1.7. Requerimientos legales y de otro tipo:.....	19
2.1.8. Objetivos y metas	21

2.1.9.	Programa (s) de gestión ambiental	21
2.1.10.	Ecoeficiencia en la industria	26
2.1.11.	Recursos naturales	28
2.1.12.	Contaminación.....	29
2.1.13.	Tecnologías ambientalmente sostenibles: producción más limpia y tecnologías limpias.....	30
2.1.14.	Producción más limpia.....	32
2.1.15.	Tecnologías limpias (Castillo 2000, CNPMLTA 2004, Márquez 2004)..	36
2.1.16.	Tecnologías más utilizadas.....	39
CAPITULO III.....		43
DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS		43
3.1.	Localización del estudio.....	43
3.2.	Unidad de análisis, población y muestra.....	43
3.2.1.	Unidad de análisis.....	43
3.2.2.	Población.....	43
3.2.3.	Muestra.....	43
3.3.	Diseño de contrastación de la hipótesis	44
3.3.1.	Tipo, nivel y descripción del diseño de contrastación.....	44
3.3.2.	Diseño de investigación	44
3.4.	Diseño metodológico	44
3.4.1.	Etapas desarrolladas.....	45
CAPITULO IV.		48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		48
4.1.	Interpretación de Datos	48

4.1.1. Aspectos ambientales.....	48
4.2. Diagnóstico Referencial	50
4.3. Fuentes de generación de contaminantes	51
4.4. Descripción de las operaciones del proceso productivo del queso en la Planta de Lácteos Huacariz y consideraciones medioambientales.....	51
4.4.1. Producción de queso	52
4.5. Descripción de los procesos productivos del queso en la Planta de Lácteos Huacariz.....	55
4.5.1. Leche destinada a la elaboración del queso	55
4.5.2. Leche preparada para la elaboración de queso	55
4.5.3. Tratamiento Térmico	56
4.5.4. Coagulación.....	57
4.5.5. Corte y Desuerado	59
4.5.6. Moldeo y prensado	60
4.5.7. Salado.....	60
4.5.8. Secado	61
4.6. Impactos ambientales actuales y potenciales encontrados empresa de productos lácteos Huacariz.....	62
4.6.1. Caracterización de efluentes líquidos	62
4.6.2. Consumo de agua.....	63
4.6.3. Consumo de energía.....	65
4.6.4. Aguas residuales	67
4.6.5. Clasificación de las aguas residuales en la empresa Lácteos Huacariz.-..	67
4.6.6. Nivel de vertido del lactosuero.....	69

4.6.7. Oportunidades identificadas para prevenir y reducir en origen la contaminación	70
4.6.8. Las oportunidades de prevención de la contaminación	70
4.6.9. Reciclaje. -.....	73
CAPITULO V.....	74
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS.....	84
APÉNDICE	95

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición del lactosuero dulce y ácido	7
Tabla 2. Impactos Ambientales en la Fabricación de Quesos	19
Tabla 3. Política Ambiental basada en el presente cuadro	22
Tabla 4. Descripción de procesos y alternativas tecnológicas para las operaciones contaminantes en la producción del queso	39
Tabla 5. Valoración de los aspectos medio ambientales del proceso de elaboración de queso producido en la Planta de Lácteos Huacariz.....	63
Tabla 6. Valoración cualitativa del consumo de agua en la elaboración del queso en la Planta de Lácteos Huacariz	64
Tabla 7. Usos más frecuentes de energía en la empresa láctea Huacariz	65
Tabla 8. Valoración cualitativa del consumo de energía en la industria láctea Huacariz	66

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Implicancias ambientales de la elaboración de quesos	10
Figura 2. Modelo de sistema de gestión ambiental.....	14
Figura 3. Aspectos medioambientales del proceso de elaboración de queso	26
Figura 4. Proceso de elaboración de queso (CAR/PL, 2002).....	54

GLOSARIO O DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Aspecto ambiental: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente

Bienes ambientales. Son los recursos tangibles utilizados por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo final y que se gastan y transforman en el proceso.

Desarrollo Sostenible. Desarrollo orientado a satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas

Función de un ecosistema: Conjunto de procesos en que intervienen los distintos componentes biológicos, químicos y físicos de un ecosistema, tales como ciclo de nutrientes, la productividad biológica o la recarga de acuíferos

Grados Brix: Los grados Brix son una unidad de cantidad (símbolo °Bx) y sirven para determinar el cociente total de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en un líquido.

Impactos ambientales: Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

Medio ambiente: Complejo de factores físicos – naturales, artificiales, sociales. Culturales, económicos y estéticos que afectan a los individuos y a las comunidades humanas y determinan su forma, carácter, relaciones y sobrevivencia.

Mitigación: Se entiende también por mitigación al conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas

P+L: Producción más limpia

Preservación: Mantenimiento de las condiciones originales de los recursos naturales y del ambiente en general, reduciendo al mínimo o eliminando la intervención humana.

Evaluación del impacto ambiental: Se llama Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo. Se prolonga en un proceso de participación pública y se concluye con la emisión de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental) por parte del Órgano Ambiental.

RESUMEN

En Cajamarca, la industria láctea es necesaria para impulsar la economía local, pero tiene implicancias relacionadas a impactos medioambientales lo que la obliga a revisar su compromiso medio ambiental según el proceso y el producto elaborado. En el caso de la elaboración del queso el principal contaminante es el lactosuero, que se genera en grandes cantidades y es un potencial contaminante dado que se vierte a los ríos y quebradas que atraviesan la ciudad, generando graves daños en el agua de estas fuentes. A través del presente estudio se evaluó los impactos ambientales de una de las mayores empresas lácteas cajamarquinas como es la Planta de Lácteos Huacariz, determinándose como importantes el consumo de agua y energía, así como grandes volúmenes de aguas residuales con una carga orgánica elevada, siendo el lactosuero el principal contaminante ambiental. Lo encontrado obedece al no uso de tecnologías apropiadas y por otra, la operación y manejo de cada instalación. De los resultados obtenidos a través del presente trabajo se propone las Oportunidades de Prevención de la Contaminación (OPC), como las tecnologías limpias aplicables, con el objetivo de contribuir a la reducción de los contaminantes generados en dicha Planta, sin que por ello se vea afectada la producción. Así mismo se resalta las tecnologías limpias con mejor oportunidad para la reutilización del suero como factor ambiental y económico importante, con el fin de que el lactosuero contenga una alta carga de materia orgánica potencialmente aprovechable en procesos económicamente rentables complementarios.

Palabras Clave: Evaluación del impacto ambiental, lactosuero, producción de quesos, alternativas de mitigación.

ABSTRACT

In Cajamarca, the dairy industry is necessary to boost the local economy, but it has implications related to environmental impacts, which forces it to review its environmental commitment according to the process and the product produced. In the case of making cheese, the main pollutant is whey, which is generated in large quantities and is a potential pollutant since it is poured into rivers and streams that run through the city, causing serious damage to the water from these sources. Through this study, the environmental impacts of one of the largest Cajamarca dairy companies, such as the Huacariz Dairy Plant, were evaluated, with water and energy consumption being significant, as well as large volumes of wastewater with a high organic load, being whey is the main environmental pollutant. What is found is due to the non-use of appropriate technologies and, on the other, the operation and management of each installation. From what is found through the present work is proposed Pollution Prevention Opportunities (OPC), as the applicable clean technologies, with the aim of contributing to the reduction of the pollutants generated in said Plant, without it being affected the production. Likewise, it highlights the clean technologies with better opportunity for the reuse of whey as an important environmental and economic factor, knowing that the whey contains a high load of organic material potentially profitable in economically profitable complementary processes.

Key Words: Environmental impact evaluation, Buttermilk, cheese production, mitigation alternatives.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A decir de muchos estudiosos del desarrollo y sus requerimientos de avance (Garzón & López 2008), se ha encontrado en la industrialización moderna una de las mejores posibilidades de impulso, lo que ha convertido a la actividad industrializadora en una necesidad y en un riesgo a la vez, es decir, nos enfrentamos a un arma de doble filo, ya que por un lado la industria moderna ha generado un desarrollo económico y social beneficioso en algunos aspectos, pero desafortunado y peligroso desde otros puntos de vista. El aumento de la contaminación ambiental, la extinción de algunas especies animales y vegetales, aunado a la reducción de los recursos naturales renovables y no renovables, son algunos ejemplos de los efectos perjudiciales causados en gran medida por las decisiones equivocadas de las personas que asumen los puestos gerenciales en las industrias y el comercio. En virtud de lo anterior, es necesario que las personas que se encuentran al frente de las empresas pertenecientes al aparato productivo de las diversas ciudades, diseñen en conjunto con las comunidades, políticas de producción limpia, con el fin de minimizar el impacto negativo de su actividad en sus respectivas áreas de influencia, y que además maximicen sus beneficios, traducidos no sólo en rendimientos económicos sino además en bienestar social. En este sentido, uno de los sectores importantes que genera considerable contaminación ambiental es el sector productivo lácteo, que durante la elaboración de sus productos origina residuos principalmente constituidos por diluciones de leche cruda, agua, grasa y otros componentes químicos no menos peligrosos. De acuerdo a lo anteriormente mencionado y como en la mayoría de las industrias procesadoras de alimentos, los problemas ambientales ocasionados por la industria del sector lácteo están relacionados con la generación de residuos líquidos y sólidos, siendo

poco significativos los impactos ambientales asociados con emisiones a la atmósfera (Ministerio de Economía. Chile, 2000). En este caso, los residuos líquidos generados por la industria de lácteos provienen, entre otras fuentes, del agua de lavado de equipos, utensilios e instalaciones, igualmente del suero residual de la fabricación de queso, así como de las soluciones ácidas y alcalinas y el agua utilizada en la limpieza de los vehículos de transporte, estanques y líneas de pasteurización. Estos residuos se caracterizan por contener una alta carga orgánica y de sólidos suspendidos, además de una carga media de aceites y grasas. De otra parte, la generación de desechos sólidos se da principalmente de los recortes de queso, además de otros residuos como madera, papeles, plásticos utilizados en envases de materias primas, insumos y productos terminados. Las emisiones a la atmósfera están concentradas básicamente por el vapor de las calderas utilizado en los procesos de procesamiento de la materia prima.

En este sentido y en un nivel más local, concretamente en la región Cajamarca, una de las actividades económicamente más significativas que tradicionalmente la han identificado es la producción de leche, siendo esta actividad una de las que la integran territorialmente desde el punto de vista económico y social. Otro factor de reconocimiento gira en torno a que es un centro importante de producción de derivados lácteos como el queso y otros derivados (yogurt, mantequilla, manjar blanco). Aun así, de acuerdo con Santa Cruz et al. (2006) la fabricación de los productos lácteos, sobre todo de los derivados, se encuentra, lamentablemente, a un nivel todavía artesanal, debido a factores endógenos (iniciativas locales) y exógenos (producto de la cooperación Suiza), evidenciándose en la actualidad un número importante de empresas pequeñas artesanales a lo largo de la región y un número limitado de empresas semi-industriales con un nivel de tecnificación poco relevante.

De otro lado, como un aspecto contradictorio, a pesar que la industria láctea es necesaria para impulsar la economía, tiene implicancias relacionadas a impactos medioambientales, tal es así que coincidentemente con lo que sostiene González (2012), hoy en día la diversidad y naturaleza de procesos y productos en la industria láctea nos obliga a revisar su compromiso medio ambiental según el proceso y el producto elaborado. Así mismo González (2012), resalta que en la industria láctea uno de los principales procesos contaminantes son precisamente los de elaboración del queso, debido a la eliminación de cantidades considerables, potencialmente contaminantes, de lactosuero y otros compuestos químicos no menos importantes asociados a los procesos de higiene que implican uso de agua y sustancias químicas desinfectantes, lo que trae aparejado efluentes líquidos con carga contaminante muy significativa, constituyéndose así en uno de los principales impactos ambientales, siendo, en este sentido, que la mejora del ambiente atiende a una responsabilidad social, por lo que la actividad económica tendría la limitante del ecosistema, no pudiendo sobrepasarse los límites de contaminación recurriéndose a procesos sustentables en cuanto a uso de materiales y energía. Coincidentemente con Berh (2002), tanto a partir de la producción láctea como lo que hace a la fabricación de queso, puede planificarse una explotación racional de recursos y aplicarse procesos de tecnología limpia, como la instalación de plantas de tratamiento de efluentes, filtros para emisiones gaseosas, y uso de energías sustituyentes de la proveniente de combustibles fósiles, siendo el objetivo primordial la neutralización o disminución de los impactos ambientales asociados.

Con los considerandos anteriormente expuestos, a través del presente estudio se propuso aportar al conocimiento de la realidad problemática ambiental de la producción de queso en la ciudad de Cajamarca, concretamente centrado en la actividad productiva quesera de una de las Plantas procesadoras más representativas de la región como es la Planta de

Lácteos Huacariz y así mismo contribuir con propuestas de solución al posible impacto que estaría ocasionando a su entorno ambiental, lo que redundaría en el mejoramiento de sus procesos de elaboración, así como mayores ingresos económicos por el valor agregado del suero de la leche en la producción de otro tipo de productos lácteos o insumos, minimizando así las descargas del suero de leche a los ríos y al sistema de alcantarillado de la ciudad de Cajamarca.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto se formuló el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es el nivel de impacto ambiental del lactosuero generado de los procesos de elaboración de queso de la Planta de Lácteos Huacariz Cajamarca 2016, en el entorno ambiental de dicha Planta y qué alternativa de mitigación se propone?

Para lo cual se propuso la siguiente hipótesis:

El impacto ambiental del lactosuero, generado de los procesos de elaboración de queso de la Planta de Lácteos Huacariz. Cajamarca. 2016, sobre su entorno ambiental es considerable. Para mitigar tal impacto se propone el uso de tecnologías limpias de concentración y obtención de sub – productos, orientadas a minimizar al máximo el potencial contaminante del lactosuero.

Los objetivos propuestos fueron los siguientes:

1.1. Objetivo General

Determinar el nivel de impacto negativo del lactosuero generado en los procesos de elaboración del queso sobre el entorno ambiental de la Planta de Lácteos Huacariz Cajamarca Perú. 2016, así como proponer el uso de tecnologías limpias para mitigar el impacto.

1.2. Objetivos específicos

1. Identificar, mediante un estudio de impacto ambiental, los efectos negativos del lactosuero generado en los procesos de elaboración del queso sobre el entorno ambiental de la Planta de Lácteos Huacariz. Cajamarca. Perú. 2016.
2. Identificar y proponer las tecnologías limpias más adecuadas, como alternativas de solución, que permitan minimizar el impacto negativo del lactosuero sobre el entorno ambiental de la Planta de Lácteos Huacariz Cajamarca Perú 2016.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

El queso es un producto fundamental de la industria láctea, la cual utiliza un 25% del total de la producción mundial en su elaboración; en Venezuela se destina a la producción del mismo el 62,9 % de la producción nacional, el 28,9 % lo utiliza las grandes industrias, las pequeñas y medianas industrias también llamadas semi-industriales y artesanales procesan el 17 % cada una de ellas lo que indica que este producto y su proceso de elaboración es el más importante al momento de evaluar los aspectos medioambientales asociados, más aun cuando este aspecto acumulado en las pequeñas y medianas empresas es comparable o incluso superior al de las grandes empresas ya que las mismas no aplican criterios medioambientales en sus operaciones y además no suelen ser el foco de atención de la población y organismos rectores (Saizar, 2004). Sin ninguna duda, el principal subproducto de la industria láctea es el suero de quesería 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 butírica, sales minerales y una concentración bastante alta de vitaminas del complejo B; en cualquiera de los dos tipos, estimándose que por cada kilogramo de queso se producen 9 kg de lactosuero (Berruga, 1999; Muñi et al.; 2005).

En relación a lo anterior, hay que resaltar que la producción quesera es un sector de gran importancia en el sistema alimentario de la población. Según Cervantes et al. (2010), dicho sector es considerado estratégico por tres razones: primero, la leche y derivados son alimentos básicos que elevan la calidad de vida de la población que consume estos productos; segundo, por los efectos de dicho sistema en el ingreso y empleo sobre todo rural; y tercero, por su potencial para articular varios sectores productivos. Estos aspectos tienen alta relevancia para el impulso de la economía no solo regional sino de todo el país.

Tabla 1. Composición del lactosuero dulce y ácido

Componente	Lactosuero dulce g/L	Lactosuero ácido g/L
Sólidos totales	63,0 – 70,0	63,0 – 70,0
Lactosa	46,0 – 52,0	44,0 - 46,0
Proteína	6,0 - 10,0	6,0 - 8,0
Grasa	0,5 - 7,0	0,4 - 6,0
Calcio	0,4 - 0,6	1,2 - 1,6
Fosfatos	1,0 - 3,0	2,0 - 4,5
Lactatos	2,0	6,4
Cloruros	1,1	1,1
Ph	5,6 - 6,1	4,3 - 4,7

Fuente: Gonzáles (2012)

De otro lado, debe tomarse en cuenta que la aplicación de Buenas Prácticas de Fabricación en los productos lácteos así como en cualquier otro producto alimenticio, reduce significativamente el riesgo de originar infecciones e intoxicaciones alimentarias en la población consumidora y contribuye a formar una imagen de calidad, reduciendo las posibilidades de pérdidas de producto al mantener un control preciso y continuo sobre las edificaciones, equipos, personal, materias primas y procesos. (Ventura y Amador 2001).

2.1.1. Elaboración de queso

De acuerdo a lo enunciado por el Instituto Tecnológico Agroalimentario (2010), se entiende por queso "el producto fresco o maduro, sólido o semisólido, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche natural, de la desnatada total o parcialmente, de la nata, del suero de la mantequilla o de alguna mezcla de algunos o de todos estos productos por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, con o sin hidrólisis previa de lactosa".

Asimismo, también se entiende por queso "el conseguido mediante técnicas de elaboración que comprendan la coagulación de la leche y/o de materias obtenidas de la leche y que den un producto final que posea las mismas características del producto definido anteriormente y siempre que la relación entre la caseína y las proteínas séricas sea igual o superior a la de la leche". También se señala que es difícil clasificar los quesos de forma clara, ya que se pueden seguir varios criterios para su clasificación: según la leche con la que han sido elaborados, el método de coagulación empleado, el contenido graso del queso, etc. (Instituto Tecnológico Alimentario 2010).

La producción de quesos en las plantas procesadoras está sujeta, dependiendo del tipo de queso, a obtener a ciertas variaciones en el modo de procesamiento de la materia prima, la leche. Teniendo en cuenta los considerandos ambientales que hoy en día vienen requiriéndose, en general según Behr (2002), se sigue un esquema básico de la siguiente manera:

En principio la leche es adecuadamente seleccionada para asegurarse que no contiene antibióticos ni agentes peligrosos que pudieran afectar el proceso. La leche, es entonces calentada por un corto período de tiempo

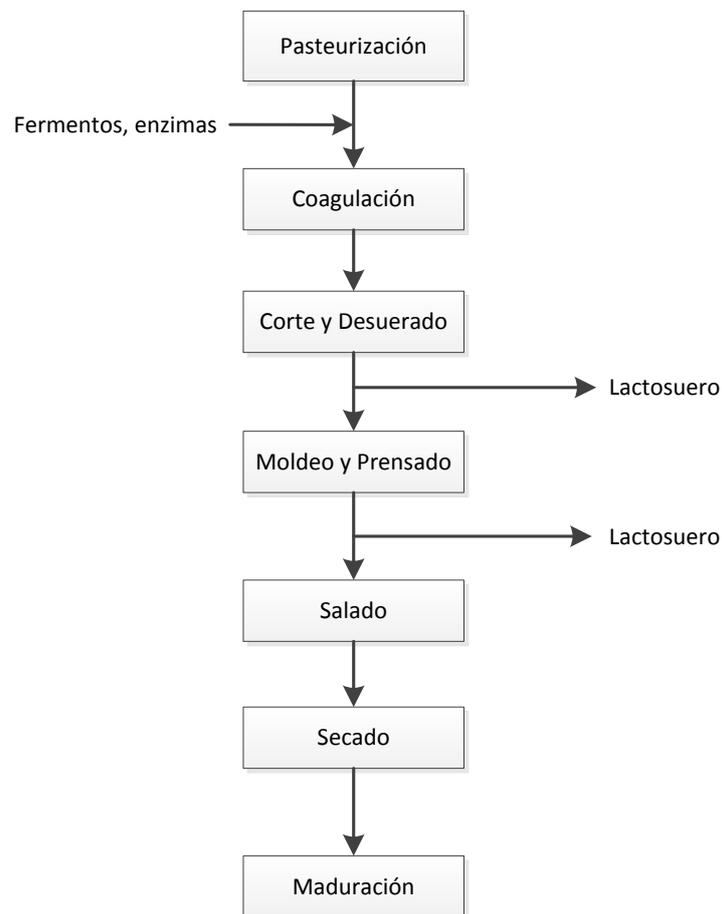
para destruir bacterias dañinas, mediante un proceso conocido como “pasteurización” (a una temperatura de 73°C). Luego se adicionan cultivos especiales a la leche tibia (las temperaturas son entre 27 - 40° C), que convierten una pequeña cantidad de lactosa en ácido láctico. Esto acidifica la leche rápidamente (y le confiere aromas y sabores característicos; preparándola para el próximo paso. A continuación, se adiciona el cuajo, principalmente quimosina y en corto tiempo se obtiene la cuajada. Esta es cortada en pequeños cubos y se calienta para comenzar el proceso de contracción el que junto con la persistente producción de ácido láctico de los primitivos cultivos, (el que junto con la agitación reduce los cubos al tamaño deseado, según el tipo de queso). En el momento preciso dichos granos se vuelcan en la pre-prensa se los prensa y el líquido remanente, compuesto por agua, lactosa y albúmina (el suero), es drenado fuera del establecimiento. Los granos de cuajada se presan para formar trozos mayores, los que son cortados y puestos en moldes, los que más tarde son prensados y subsecuentemente puestos en salmuera para dar sabor y preservar el queso; y finalmente llevados a la sala de maduración para su correcto estacionamiento). De manera complementaria, también se afirma que la elaboración de queso es una de las formas más antiguas de procesado de la leche, realizándose de forma tradicional en cada familia, pueblo o comarca (CAR/PL 2002).

El queso es un producto que se elabora con leche entera, nata, leche desnatada, mazada o con mezclas de estos productos. De forma general, el queso se produce por coagulación de las proteínas de la leche, a partir de fermentos lácteos y/o cuajo. Este proceso se puede favorecer añadiendo

enzimas, acidificando y/o calentando. A continuación se moldea, se sala, se prensa y en algunos tipos de queso se siembra con cultivos fúngicos o bacterianos. En algunos casos también se le añaden colorantes, especias u otros alimentos no lácteos. Se consume en fresco o con distintos grados de maduración (CAR/PL 2002).

2.1.1.1. Flujo base para la elaboración del queso

Si bien es cierto, en el mercado existe diversidad de tipos de quesos, debido a la variedad de sus procesos de elaboración (Villena 1995), a continuación se muestra un esquema general para dicha elaboración.



FUENTE (CAR/PL 2002)

Figura 1. Implicancias ambientales de la elaboración de quesos

2.1.2. Problemática Ambiental Referencial

Debido a la exigencia de planes sustentables, tanto por los organismos internacionales como por instituciones preocupadas por el devenir económico de nuestra sociedad, se plantea cuáles son los motivos del deterioro de las condiciones ecológicas (cambio climático, deforestación, contaminación) y el consiguiente peligro de las economías en vías de desarrollo y por qué no de las desarrolladas. Desde las formulaciones de los organismos reguladores, que insisten en la reducción de la contaminación de los recursos aires, suelo y agua, hasta los planteos de los Organismos de Normalización fijando procedimientos para el logro de un ambiente saludable y sustentable, mucho es lo hecho, pero insuficiente para el estado acelerado de degradación de los recursos del planeta. Nos hallamos en un universo que se degrada continuamente en base al paradigma del consumismo, lo que debería revertirse a través de un dispendio mínimo de las energías y materiales disponibles. Por tanto la productividad no debería medirse por la mayor cantidad de bienes económicos producida en un determinado período de tiempo, sino por la mayor cantidad producida con el menor gasto energético posible. Y del mismo modo, crear el orden, que deje menos desorden, manifestado en disipación de energía, contaminación y aumento de residuos. De otro lado, siendo la cadena agroalimentaria una actividad económica importante, el criterio ambiental nos conduce al tema de flujo de materia y energía. De otra parte, capital y consumo implican uso de materiales y energía, incluso la demanda de servicios necesita de una forma u otra de la entrada de materiales y energía, aunque sea sólo energía

mental, cuyo insumo en última instancia son los alimentos y la energía proveniente de su combustión en las células del organismo (Behr 2002).

2.1.3. Producción Sustentable y Criterio de Sustentabilidad

El área agrícola (tanto ganadera como de agricultura), se entiende como sustentabilidad, la actividad que permite un uso continuo de los recursos naturales, mediante prácticas conservacionistas. En lo que hace a la industrialización del producto (en este caso leche), la fabricación de queso conlleva una serie de procesos que en la medida que contemplen el cuidado del medio ambiente y uso de recursos renovables, harán del mismo una actividad ecoeficiente (Behr 2002):

- a) Producir alimentos en calidad y cantidad: la sociedad requiere que estos sean variados y de precios accesibles al consumidor.
- b) Cumplir con las demandas de la sociedad: los consumidores están discriminando crecientemente acerca de los alimentos que consumen y las condiciones bajo las cuales se producen. Su principal preocupación es la inocuidad, la protección del ambiente y las condiciones de conservación.
- c) Manejo de un negocio agropecuario viable: los productores deben permanecer en el negocio para producir alimentos y cuidar del entorno rural. Es condición ineludible balancear un sano negocio agropecuario y cumplimentar con los límites impuestos por prácticas social y ambientalmente responsables.
- d) Cuidado del medio ambiente: las prácticas agrícolas deben mejorar los aspectos positivos y minimizar los negativos, de tal forma de preservar la biodiversidad y el paisaje.

- e) Conservar los recursos naturales: es fundamental para las generaciones futuras asegurar la fertilidad del suelo, proteger los recursos hídricos y la calidad del aire, mediante prácticas que disminuyan los impactos ambientales negativos.

2.1.4. Sistema de Gestión Ambiental y producción de lácteos

La Declaración de Río del año 1992, en oportunidad de la primera Cumbre Mundial contempla que “El desafío que hemos de afrontar es el de conseguir un desarrollo equitativo para todos los seres humanos, incluidas las generaciones venideras y al mismo tiempo conservar la integridad del medio ambiente mundial”. Los productos del futuro consumirán menos recursos, tendrán menos efectos y riesgos para el ambiente y evitarán la generación de residuos, todo a partir de la etapa de diseño. A partir del año 1993, la Organización Internacional de Normalización (ISO), estableció el Comité Técnico 207 de Gestión Ambiental para elaborar normas internacionales para protección del ambiente, instituyendo la serie ISO 14000. El auge del tema tiene tal magnitud que, actualmente el TC 207 es el más numeroso de los comités de ISO, contando con 62 países miembros participantes, 16 países observadores y 43 organizaciones de enlace. También está fundamentado que el Sistema de Gestión Ambiental es un proceso continuo e interactivo. ¿Qué involucra?: estructura, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para implementar políticas, objetivos y metas ambientales, todo lo cual debe ser coordinado con otras áreas, como operaciones, finanzas, calidad, salud ocupacional, seguridad y administración (Behr 2002).

2.1.5. Norma ISO 14001: 2015

Esta norma especifica los requerimientos de un sistema de gestión ambiental, para permitir que cada organización formule su política y sus objetivos teniendo en cuenta los requisitos legales y la información respecto de los impactos ambientales significativos. (Valdés et al. 2016)

Por requerimientos se entiende los elementos del sistema pasibles de ser auditados objetivamente, constituyendo ejemplos de los mismos, “política ambiental”, “planificación”, “medidas correctivas”, etc.

Sin lugar a dudas impactos ambientales significativos, constituye el centro del sistema y su determinación un proceso de análisis de todas las variables incluidas en el procesos productivo. Ejemplos lo constituyen en la producción primaria la erosión de suelos y en la industrial el consumo de agua o el grado de contaminación de los efluentes industriales.



Figura 2. Modelo de sistema de gestión ambiental

El modelo anterior presenta en recuadros las etapas por las que atraviesa la organización para la instauración de su sistema de gestión ambiental. Lo que sí es común a todas las organizaciones es lo que el modelo denomina mejoramiento continuo y que constituye uno de los principales compromisos de la política ambiental suscripta por el más alto nivel de la gerencia.

2.1.5.1. Estructura de la norma

A continuación se presenta la enumeración de los puntos contemplados por la norma, lo que servirá de orientación para las consideraciones ambientales, tanto de la producción primaria cuyo destino final es la leche en el lugar de producción, así como en la industria productora de quesos.

- 1 Alcance
- 2 Normas para consulta
- 3 Definiciones
- 4 Requerimientos del sistema de gestión ambiental
 - 4.1 Requerimientos generales
 - 4.2 Política ambiental
 - 4.3 Planificación
 - 4.3.1 Aspectos ambientales
 - 4.3.2 Requerimientos legales y de otro tipo
 - 4.3.3 Objetivos y metas
 - 4.4 Programa (s) de gestión ambiental
 - 4.4.1 Implementación y operación
 - 4.4.2 Estructura y responsabilidad

- 4.4.3 Entrenamiento, conciencia y competencia
- 4.4.4 Comunicaciones
- 4.4.5 Documentación del sistema de gestión ambiental
- 4.4.6 Control de la documentación
- 4.4.7 Control operativo
- 4.4.8 Prevención y respuestas de emergencia
- 4.5 Control y acciones correctivas
 - 4.5.1 Monitoreo y mediciones
 - 4.5.2 No conformidad y acciones correctivas y preventivas
 - 4.5.3 Registros
 - 4.5.4 Auditorias del sistema de gestión ambiental
- 4.6 Revisión por gerencia

2.1.6. Gestión ambiental en quesos (Behr 2002)

Los procesos de higiene implican uso de agua y sustancias químicas desinfectantes lo que trae aparejado efluentes líquidos con carga contaminante, por lo que constituye uno de los principales impactos ambientales.

Previamente deben identificarse los aspectos ambientales significativos, que se clasifican en:

- a) Emisiones al aire
- b) Descargas de efluentes
- c) Gestión de los residuos
- d) Consumo de recursos naturales y energía

Como ya señalara al mencionar el punto 1 (Alcance) de la norma, ésta se aplica a los aspectos ambientales que se pueda controlar, siendo el objetivo primordial la neutralización o disminución de los impactos ambientales asociados.

A continuación se mencionan aspectos relevantes de interpretación de las normas ISO 14001:

El punto 3 de la norma da las definiciones, de las cuales es necesario rescatar las siguientes:

Impacto ambiental: cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de las actividades, productos o servicios de una organización

Mejoramiento continuo: proceso de mejoría del sistema de gestión ambiental para lograr progresos en el desempeño ambiental global de acuerdo con la política ambiental de la organización.

Parte interesada: individuo o grupo de individuos vinculados con el desempeño ambiental de la organización, o afectados por dicho desempeño ambiental.

Referente a “parte interesada”, la gestión ambiental, deberá atender prioritariamente los reclamos del vecindario y clientela en general, lo que se destaca en el punto 4.4.3

Comunicaciones, donde se establece que “la organización establecerá y mantendrá procedimientos para recibir, documentar y responder a las inquietudes pertinentes de las partes interesadas externas”

Continuando con el desarrollo de los puntos de la norma, se tiene el 4 Requerimientos del Sistema de Gestión Ambiental, similares a la norma de

Calidad ISO 9000 y conceptualmente basados en el enfoque PDCA (creado por el Estadístico Deming) cuyas siglas en inglés son: plan (planificar), do (implementar), chek (verificar), act (seguimiento).

Como primer requerimiento, tenemos 4.2 Política ambiental que incluye los compromisos de la alta gerencia de la organización para asegurar la marcha del sistema, correspondiendo señalar como concepto fundamental el de mejoramiento continuo y de prevención de la contaminación. Pero para esto, hace falta un alto grado de convencimiento, lo que se logra a través de una capacitación e información que forma parte del requerimiento del punto 4.4.2 “Entrenamiento, conciencia y competencia”, que si bien orientado a los miembros de la organización, involucra a los máximos responsables del proceso.

La mejora del ambiente atiende a una responsabilidad social, por lo que la actividad económica tendrá la limitante del ecosistema, no pudiendo sobrepasarse los límites de contaminación y recurriéndose a procesos sustentables en cuanto a uso de materiales y energía. Tanto a partir de la producción láctea como lo que hace a la fabricación de queso, puede de entrada planificarse una explotación racional de recursos y aplicarse procesos de tecnología limpia, como puede ser la instalación de plantas de tratamiento de efluentes, filtros para emisiones gaseosas, y uso de energías sustituyentes de la proveniente de combustibles fósiles.

Otro requerimiento de significación es el que continúa como punto 4.3 “Planificación”, que se desarrolla a partir de la determinación de los “Aspectos ambientales”.

En un cuadro se señalan los principales impactos detectados en la fabricación de quesos, dependiendo su cuantificación del tipo y magnitud de organización a considerar.

Impactos Ambientales en la Fabricación de Quesos

Tabla 2. Impactos Ambientales en la Fabricación de Quesos

Actividad	Aspecto	Impacto
Generación de vapor	Emisiones al aire	Contaminación
Lavados y desinfección	Descargas de efluentes	Contaminación aguas
Desperdicios de producción	Generación de residuos	Acumulación contaminantes (lactosuero)
Lavado y uso de energía	Consumo recursos y energía	Degradación recursos

Fuente: adaptado de Behr (2002)

La primera de las actividades está representada por la caldera, para provisión de vapor a los distintos procesos de calentamiento y que generalmente es alimentada por petróleo, lo cual genera un alto impacto ambiental, por lo que una mejora sería su sustitución por gas o algún otro recurso renovable. Otro aspecto es el de lavado e higiene de las operaciones que disminuye el impacto ambiental en los procesos, pero aumenta el relativo al manejo de efluentes. Lo mismo cabe decir de los residuos, comenzando por restos de envases y en especial, el material de laboratorio de alto poder contaminante, por lo que se impone una recolección diferenciada y una disposición o reciclaje, acorde con los adelantos tecnológicos actuales.

2.1.7. Requerimientos legales y de otro tipo:

La legislación nos aporta información sobre calidad de agua para procesos lo que hace a “buenas prácticas de manufactura” y al mismo tiempo fijando límites de contaminación de cursos de agua, nos guiará sobre la necesidad

de planta de tratamientos de efluentes o derivación a otro tipo de cuerpos receptores.

El otro tipo de norma legal a considerar es el de habilitación ambiental del organismo provincial de la jurisdicción donde se halle la industria quesera. Dichas normas legales establecen una categorización de empresas industriales de acuerdo al grado de peligrosidad ambiental, que va desde la de menor incidencia como es el caso de elaboración de productos de panadería con grado 1, hasta las de mayor incidencia como los frigoríficos, con grado 3. La industria quesera es de grado 2, medianamente contaminante.

Para establecimientos como el de producción de quesos, las normas generales contemplan requisitos de habilitación mediante la presentación de un estudio de caracterización del ambiente físico, descripción del proyecto con consideraciones sobre líneas de producción, almacenamiento, sistemas de tratamiento de emisiones gaseosas, residuos y líquidos y finalmente la evaluación de impactos ambientales positivos y negativos con soluciones para mitigar los mismos. Hay que comprometerse a monitorear las operaciones y exponer un plan de emergencias para accidentes.

Las industrias deberán contar con un Plan de Auditoría ambiental para constatar la marcha de los procesos y con un Manual de Gestión Ambiental, los que constituyen elementos básicos de revisión permanente.

Como se verá en el desarrollo de la norma los elementos legales son los mismos considerados en el sistema voluntario, por lo que su cumplimiento garantiza la conformidad con las prescripciones legales.

2.1.8. Objetivos y metas

En este aspecto las pautas serán concretas, por ejemplo reducir residuos y pérdidas de recurso, como en el caso de utilización de agua, minimizando su derroche. Los progresos hacia un objetivo propuesto, pueden medirse generalmente a través de indicadores de desempeño ambiental como:

- Cantidad de materias primas o energía usadas
- N° de accidentes ambientales
- Residuos liberados por cantidad de producto terminado
- Volumen de efluentes por cantidad de producto
- Cantidad de emisiones, por ejemplo: dióxido de carbono

Las metas ambientales pueden luego ser establecidas para alcanzar los objetivos propuestos dentro de un período específico. Por ejemplo un objetivo de reducción de uso de recursos, puede tener una meta de reducción de 5 % anual, que en el caso de residuos sólidos implica menor reciclaje o disposición final.

2.1.9. Programa (s) de gestión ambiental

Al establecerlos, de conformidad con los objetivos y metas predeterminados, se determinarán responsabilidades con nombre y apellido, medios económicos, técnicas disponibles y plazos de ejecución.

Tabla 3. Política Ambiental basada en el presente cuadro

Compromiso y política	Planificación	Ejemplo
Política Ambiental	Compromiso 1	Conservar los recursos naturales
	Objetivo 1	Minimizar las descargas de efluentes producto de la elaboración del queso.
	Meta 1	Reducir las descargas de efluentes en un 80% respecto de los niveles actuales en el plazo de 1 año.
	Programa Ambiental 1	Reutilización del suero de leche
	Acción 1	Reutilización del suero de leche para la elaboración de otros derivados lácteos.

Fuente: adaptado de Behr (2002)

En la fabricación de quesos el volumen de efluentes provenientes de procesos de lavado y producción es de consideración, por lo que toda reducción redundará en menor contaminación y ahorro de recursos económicos, como asimismo, menor consumo de energía necesaria para el bombeo de líquidos.

2.1.9.1. Considerandos complementarios de la gestión ambiental en quesos

Los efluentes que más contaminación provocan en las queserías si no tienen un aprovechamiento posterior son los sueros, que contienen gran cantidad de lactosa y proteínas del suero lácteo. Es aconsejable que estos sueros no sean vertidos de forma directa al cauce o a la planta depuradora de residuos líquidos, pues provocarían un enorme incremento de la DBO. Por ello, suele aprovecharse este suero para alimentación del ganado. En las plantas más modernas se obtiene a partir del lactosuero, proteínas del suero lácteo y lactosa en polvo, productos con un alto valor añadido y de fácil venta posterior. El proceso de salado también provoca la emisión de

efluentes líquidos si bien es cierto con escasa materia orgánica, pero si con gran cantidad de sales. De otro lado, existen normas establecidas, en leyes generales, a las que deben sujetarse las acciones de control y tratamiento de efluentes derivados de la fabricación de quesos, incluso para aquellos efluentes que son vertidos directamente al alcantarillado sin tratamiento previo hay normatividad municipal local que debe aplicarse (Villena 1995). En este sentido, en la realidad de la producción quesera cajamarquina los efluentes son vertidos al alcantarillado de la ciudad o directamente evacuados al cauce de los ríos, constituyendo esta situación un serio impacto y alta carga contaminante para el ambiente fluvial local.

De otro lado, la elaboración de queso demanda la utilización de un considerable porcentaje de la producción láctea nacional (en algunos países alrededor del 63%), (González, 2012), esto implica su potencial efecto contaminante, sobre todo si de impacto de la presencia de lactosuero en fuentes acuíferas naturales se refiere, aspecto que debe tomarse en cuenta al momento de evaluar los aspectos medio ambientales asociados por su contenido en lactosa, grasa, proteínas, minerales, vitaminas responsables de los elevados valores de DBO5 y DQO presentes en el mismo. En este sentido el aprovechamiento del lactosuero reviste vital importancia para el mejoramiento del bienestar sobre todo animal y como materia prima en procesos de elevada selectividad que eliminen agua, recuperen lactosa, proteínas, sales minerales, generando valor agregado y así evitar desecharlo como efluente por su elevado costo económico y ambiental. En torno a esta problemática, las empresas

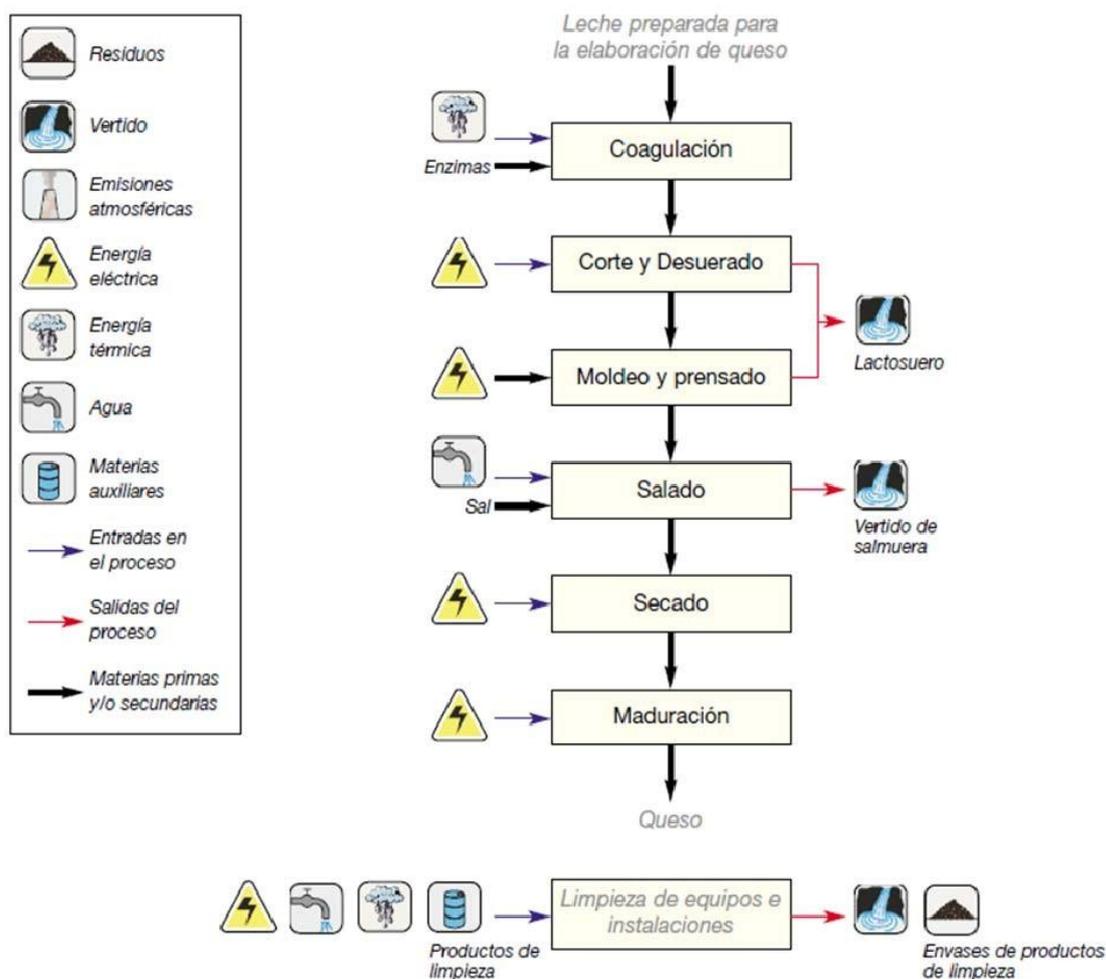
lácteas deben comprometerse a implementar políticas gerenciales para el control de la contaminación basadas en la prevención, eliminando el riesgo de contaminación en su punto de origen al aplicar en forma continua estrategias integradas a procesos, productos y servicios utilizando las mejores técnicas disponibles, principios de la producción más limpia. Aplicando los principios de precaución, prevención e integración para reducir la generación de residuos, los generados deben someterse a tratamiento para ser dispuestos apropiadamente con el mínimo de impacto ambiental. Los tratamientos están orientados a la remoción de los niveles contaminantes de DBO5, DQO, aceites, grasas, sólidos suspendidos, corrección de pH a valores permitidos en la legislación, los mismos contemplan pre-tratamiento y tratamiento biológico usando lodos activados por aireación extendida, carga media o por torres de contacto lo que permite la biodegradación de la materia orgánica. (Gonzales 2012). En este mismo sentido, en sendos estudios (Berruga 1999; Muñi et al. 2005), se hace referencia a que el principal subproducto de la industria láctea es el suero de quesería, 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 el Cuadro 1, son la lactosa, proteínas solubles, grasa butírica, sales 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 lactosuero.

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; 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.

De manera complementaria y de acuerdo a lo sostenido en algunos estudios que han evaluado los aspectos de impactos ambientales de la industria láctea (Berruga, 1999; Pankakoski, 2003; Gil et al., 2004), tal actividad ha sufrido grandes cambios en los últimos años con la finalidad de incrementar su productividad, calidad y sanidad de sus productos, generando como consecuencia una mayor cantidad de descargas líquidas, sólidas y gaseosas. Paralelamente, ante una percepción más clara y entendida de la necesidad de un entorno ambiental seguro, sostenible y agradable las restricciones ambientales se tornan cada vez más exigentes lo que ha obligado a la industria a ejecutar acciones para dar cumplimiento a las normativas legales existentes que por su rigurosidad

obligan a desarrollar políticas económicas y cualquier otra medida que fomente la protección del medio ambiente, mostrando así su creciente preocupación en materia medio ambiental y desarrollo sustentable incorporando la administración del medio ambiente a un sistema formal de administración integral.



Fuente: CAR/PL (2002)

Figura 3. Aspectos medioambientales del proceso de elaboración de queso

2.1.10. Ecoeficiencia en la industria

Según lo afirmado por la Fundación Foro Ambiental (2014), el concepto de ecoeficiencia nace de la concepción global de los impactos ambientales de las diferentes fases del ciclo de vida de un producto, y de la voluntad de

reducir los diferentes efectos ambientales negativos. Una definición de ecoeficiencia es la siguiente: "Proporcionar bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfaga las necesidades humanas y la calidad de vida, al tiempo que reduzca progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga estimada del planeta". World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). También se puede entender la ecoeficiencia como la relación entre el valor del producto o servicio producido por una empresa y la suma de los impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida:

$$\text{Ecoeficiencia} = \frac{\text{valor del producto o servicio}}{\text{impacto ambiental}}$$

Para la empresa, la ecoeficiencia es "producir más con menos". Una gestión ecoeficiente de los procesos de producción o de los servicios de una empresa aumenta la competitividad de esta empresa ya que: - Reduce el despilfarro de los recursos mediante la mejora continua. - Reduce el volumen y toxicidad de los residuos generados. - Reduce el consumo de energía y las emisiones contaminantes. - Se reducen los riesgos de incumplimiento de las leyes y se favorecen las relaciones con la administración competente. La ecoeficiencia se halla estrechamente ligada al desarrollo sostenible ya que equivale a optimizar tres objetivos: crecimiento económico, equidad social y valor ecológico. Es el principal medio a través del cual las empresas contribuyen al desarrollo sostenible y al mismo tiempo consiguen incrementar su competitividad. Este concepto significa añadir cada vez más valor a los productos y servicios, consumiendo menos materias primas,

generando cada vez menos contaminación a través de procedimientos ecológica y económicamente eficientes y previniendo los riesgos.

De otra parte, Leal (2005), señala que la ecoeficiencia se mueve en un campo más amplio que la protección del medio ambiente o el control de la contaminación, las formas tradicionales de tratar los problemas de la responsabilidad de los sectores productivos en su contribución a la calidad de vida de la población. Tal enfoque se asocia normalmente a regulaciones y controles, cuando no a costos adicionales para la empresa, que no siempre puede asumir ni tampoco traspasar a los precios de sus productos, sobre todo en mercados altamente competitivos. La ecoeficiencia apunta claramente no sólo en esa dirección sino también en el tratamiento de los recursos naturales, tanto materias primas como insumos energéticos. Es un enfoque que se interna en la operación las empresas mismas y no se queda en las externalidades (emisiones, efluentes, residuos), forma tradicional de tratar el tema. De allí que el concepto tenga las dos caras que se señalan a continuación:

2.1.11. Recursos naturales

Uno de los aspectos que diferencia claramente a la ecoeficiencia de otros enfoques de sostenibilidad como la producción limpia, es la importancia que asigna al tema específico del uso de los recursos naturales como elemento del desarrollo económico. En este plano caben tres dimensiones principales:

- a. El uso de los recursos naturales, sea agua, materias primas, y energía;
- b. La provisión de servicios ecológicos, en particular para contribuir a la vida del ecosistema y absorber los desechos de la actividad económica;

y

c. La protección de la diversidad biológica.

Los indicadores de ecoeficiencia de recursos naturales buscan así medir el uso absoluto de estos recursos, y los aumentos o disminuciones de productividad asociados, como un elemento para definir políticas de sostenibilidad. Estos indicadores no son diferentes de aquellos utilizados en la mayoría de las propuestas de indicadores de sostenibilidad desarrollados por organismos internacionales o países, como es el caso de las propuestas de la OECD, por ejemplo. Sin embargo, su alcance es limitado a las necesidades de la empresa o la dimensión territorial de sus aplicaciones. No tienen esa pretensión de universalidad de los indicadores de sostenibilidad, entendidos como instrumentos de información para la política pública de paso, es importante tener en cuenta que los indicadores de sostenibilidad parecen haber conocido una fortuna más bien efímera, ya que no han tenido la aceptabilidad necesaria como para transformarse en la base para la toma de decisiones en materia de medio ambiente global. Algunos se han utilizado en reemplazo de los indicadores ambientales, pero la complejidad para aunar los factores ambientales, económicos y sociales más allá de ejercicios globales, ha hecho que se vuelva a los indicadores ambientales tradicionales, más prácticos al momento de hacer el seguimiento de las políticas ambientales.

2.1.12. Contaminación

La ecoeficiencia es un concepto que nace en la Eco 92, en Río de Janeiro, como una propuesta fundamentalmente empresarial. Es una expresión acuñada por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible

(CEMDS), como una manera de embarcar de manera más proactiva a los sectores privados en una senda de sostenibilidad. Se le considera por eso, al inicio, como equivalente a la producción limpia, que sin embargo se asocia más a políticas públicas y a temas de contaminación, como se señaló antes. Es por ello que este concepto estuvo desde su origen más ligado a los temas del alivio o recuperación del deterioro ambiental. En este marco, los indicadores de ecoeficiencia no son tampoco demasiado diferentes de cualesquiera indicadores que buscan reducir la contaminación, entendida como la superación de los estándares establecidos para lidiar con determinadas emisiones que afectan al medio ambiente. En todo caso, no pretenden ser representativos de la totalidad de los efectos contaminantes, como sería el caso de los indicadores de desarrollo sostenible o de sostenibilidad, de limitado uso práctico muchas veces y a menudo cuestionados políticamente. Los indicadores de ecoeficiencia son en este sentido más limitados a problemas a resolver, poseen un fuerte carácter técnico y permiten una relativamente sencilla o directa comparabilidad.

2.1.13. Tecnologías ambientalmente sostenibles: producción más limpia y tecnologías limpias

Arroyave & Garcés (2006), asumen que las reflexiones actuales en torno a la problemática ambiental, en busca de la disminución de impactos negativos sobre el medio ambiente, han generado la aparición de iniciativas nacionales e internacionales. En ellas se enmarca el principio general de la Producción Más Limpia (P+L), la cual es una estrategia de gestión empresarial preventiva aplicada a productos, procesos y organización del trabajo, cuyo objetivo es minimizar emisiones y/o descargas en la fuente,

reduciendo riesgos para la salud humana y ambiental y elevando simultáneamente la competitividad. De esta forma surgen las tecnologías limpias para viabilizar y desarrollar la filosofía de la P+L.

El objetivo esencial de una industria es transformar la materia prima en un producto, bien o servicio comerciable. La generación de residuos y emisiones durante el proceso productivo puede ser considerada como una pérdida del proceso y un mal aprovechamiento de la materia prima empleada, por lo tanto representa un costo adicional del proceso productivo. A su vez, la generación de residuos origina impactos económicos importantes asociados a los costos de tratamiento y disposición final de éstos, además de los impactos sociales y ambientales asociados al deterioro de la calidad de vida de las comunidades. El enfoque tradicional con que se ha abordado el control de la contaminación considera como primera opción reducir los contaminantes después de que se hayan generado por los procesos productivos o industriales, exigiendo la aplicación de tecnologías de etapa final o “fin de tubo” (end of pipe), que muchas veces alcanzan costos elevados obstaculizando la competitividad de las empresas, especialmente en el caso de las PyMES (PNUMA 1999, Márquez 2004, Tamayo 2007).

Actualmente existen dos vías conceptuales como alternativas para disminuir la contaminación, tanto industrial como doméstica: la primera, como concepto tradicional, se basa en el uso de tecnologías “end of Pipe”, como se expresó anteriormente, que corresponde al manejo de los residuos domésticos e industriales al final del proceso productivo, en los que los residuos sólidos son llevados a vertederos, las emisiones gaseosas son

lavadas o filtradas y las emisiones líquidas son sometidas a diversos tratamientos (Arroyave & Garcés 2006).

El segundo concepto se basa en un enfoque integral preventivo, que pone énfasis en una mayor eficiencia de utilización de los recursos materiales o materias primas y los recursos energéticos, de modo que se incrementen simultáneamente la productividad y la competitividad. Este último concepto, también llamado “Producción Más Limpia”, internaliza la variable ambiental como parte de una estrategia de gestión empresarial preventiva aplicada a productos, procesos y organizaciones del trabajo. El concepto de P+L, que fue introducido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en el año 1989, fue definido como “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada y aplicada a procesos, productos, y servicios para mejorar la ecoeficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente” (PNUMA 1999).

2.1.14. Producción más limpia

La P+L es una estrategia de gestión empresarial preventiva aplicada a productos, procesos y organización del trabajo, cuyo objetivo es minimizar emisiones y/o descargas en la fuente, reduciendo riesgos para la salud humana y ambiental y elevando simultáneamente la competitividad (PNUMA 1999 & Tamayo 2007).

Ello resulta de cinco acciones, las cuales a su vez pueden tener una participación individual o colectiva:

1. La minimización y el consumo eficiente de insumos, agua y energía
2. La minimización del uso de insumos tóxicos.

3. La minimización del volumen y toxicidad de todas las emisiones que genere el proceso productivo.
4. El reciclaje de la máxima proporción de residuos en la planta o proceso productivo y, si no, fuera de ella o él.
5. La reducción del impacto ambiental de los productos en su ciclo de vida, desde la planta hasta su disposición final.

El desarrollo histórico de las iniciativas participativas en todos los niveles sobre los temas ambientales ha dado instrumentos y directrices para la gestación de la producción más limpia, la cual es el resultado de un proceso evolutivo de conceptualización realizado por diversos organismos internacionales que lleva casi 20 años. Es un concepto amplio que engloba términos tales como ecoeficiencia, minimización de residuos o prevención de la contaminación, poniendo énfasis en cómo los bienes y servicios son producidos con el menor impacto ambiental teniendo en cuenta limitantes económicas y tecnológicas (Castillo 2000).

El Objetivo de la P+L es minimizar emisiones y/o descargas hacia el medio ambiente, reduciendo riesgos para la salud humana y ambiental, elevando simultáneamente la competitividad de las empresas. En los procesos de producción busca conservar las materias primas y la energía, eliminando las materias primas tóxicas y reduciendo la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y desechos. Desde el punto de vista del producto terminado desea reducir los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final, mediante un diseño adecuado de los productos; y desde el desarrollo y prestación de servicios, la incorporación de las preocupaciones ambientales

en el diseño y suministro de los mismos. La P+L requiere modificar actitudes, desarrollar una gestión ambiental responsable, crear las políticas nacionales convenientes y evaluar las opciones tecnológicas (Castillo 2000, Tamayo 2007). Para el cumplimiento de lo anterior la P+L invierte o reorienta la jerarquía de gestión de los contaminantes, considerando las oportunidades de prevención de la contaminación: reducción de los residuos en el origen, reutilización y reciclado, tratamiento o control de la contaminación y disposición final (Arroyane & Garcés 2006).

En principio, la P+L podría entenderse como aquella que no genera residuos ni emisiones. En la realidad esto no es así. Primero, porque en el estadio actual de desarrollo son escasas las tecnologías económicamente viables que logren cero emisión; segundo, porque si bien toda emisión puede generar una externalidad negativa - o pérdida de bienestar social sin compensación-, el nivel óptimo de contaminación no es igual a cero, sino aquel en que los beneficios sociales marginales de minimizar residuos sean equivalentes a los costos sociales marginales de lograr tales reducciones (Fijal 2007, Tamayo 2007).

La implementación de medidas de producción más limpia al interior de una empresa, cualquiera sea su tamaño, significa básicamente establecer prácticas preventivas tendientes a reducir la generación de residuos y emisiones, utilizar en mejor forma los recursos disponibles y mejorar la calidad de la producción (Castillo 2000). En este sentido la dimensión ambiental no tiene que ser asumida sólo como un costo para las empresas. De hecho, a mayor cantidad de emisiones y descargas, es posible constatar una mayor ineficiencia en los procesos productivos que, al ser corregida,

puede generar beneficios económicos para la empresa más allá de lo que implica cumplir con las normativas (Arroyane & Garcés 2006).

Entre los beneficios económicos asociados a los programas y proyectos de P+L se encuentran los siguientes (Castillo 2000, Márquez 2004):

- Ahorro de materias primas.
- Ahorro de energía (electricidad, combustible, etc.).
- Ahorro en el consumo de agua.
- Reducción de pérdidas de materiales.
- Reducción de fallas en equipos.
- Reducción de accidentes.
- Operación estable.
- Mejor gestión de procesos.
- Retorno adicional, debido a la recuperación y venta de subproductos.
- Disminución del costo de tratamiento y/o disposición final de los residuos.
- Disminución de los costos de operación de la planta de tratamiento.
- Disminución en costos legales asociados a problemas ambientales y de seguridad (multas, indemnizaciones).
- Disminución de costos por seguros y de contribuciones a los Mutuales de Seguridad.
- Mejor imagen ambiental.
- Mayor accesibilidad a los mercados con sensibilidad ambiental (o menor probabilidad de perder un mercado por problemas ambientales).
- Reducción de riesgos.

- Minimización de la tasa de falla y rechazo de los productos.

2.1.15. Tecnologías limpias (Castillo 2000, CNPMLTA 2004, Márquez 2004)

Las tecnologías limpias (TL), están orientadas tanto a reducir como a evitarla contaminación, modificando el proceso y/o el producto. La incorporación de cambios en los procesos productivos puede generar una serie de beneficios económicos a las empresas tales como la utilización más eficiente de los recursos, reducción de los costos de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos. Una TL puede ser identificada de varias maneras: o permite la reducción de emisiones y/o descargas de un contaminante, o la reducción del consumo de energía eléctrica y/o agua, sin provocar incremento de otros contaminantes; o logra un balance medioambiental más limpio, aun cuando la contaminación cambia de un elemento a otro. Esto último supone evaluar la nueva tecnología sobre la base de las normas y estándares de calidad ambiental establecidos por la legislación.

Las TL o Tecnologías Ambientalmente Sanas (TAS), son un concepto relativo en el cual el término “Ambientalmente Sanas” no puede atribuirse a ninguna tecnología específica o a un grupo específico de tecnologías, debido a que esto implica que lo que puede percibirse como ambientalmente sano hoy puede necesariamente no ser sano mañana y que cualquier tecnología debe inspeccionarse en relación con las condiciones económicas, culturales y ambientales, creando una interacción cuyo resultado necesita ser constantemente evaluado. Las tecnologías limpias son en general consideradas como ambientalmente sanas, una vez contribuyan de la mejor manera, bajo las circunstancias determinadas, a lograr o a restaurar el

balance entre el desarrollo social, el crecimiento económico y el uso sustentable de los recursos naturales (incluyendo la protección del ambiente), (Castillo 2000, CNPMLTA 2004, Fijal 2007).

La implementación y adopción de las Tecnologías Limpias son consecuencia y se ajusta a la estructura de las descripciones dadas en la Agenda 21 (United Nations 1992).

El concepto de tecnologías limpias está descrito en la Agenda 21 definiéndolas como “procesos y productos que protegen el ambiente, son menos contaminantes, usan todos los recursos de forma más sustentable, reciclan más de sus residuos y productos y manejan los desechos residuales de una manera más aceptable”.

Las tecnologías de producción limpias (procesos), en el sector industrial reducen los contaminantes, la cantidad de energía y de recursos naturales necesarios para producir, comercializar y usar sus excedentes a través de la introducción de cambios a la tecnología del núcleo de producción. Además, las tecnologías limpias contribuyen a optimizar el uso de recursos. Así, los beneficios ambientales pueden ser alcanzados en conjunto con los beneficios financieros y económicos y con los mejoramientos tecnológicos (Arroyave & Garcés 2006).

Las tecnologías de producción limpia incluyen bienes y servicios, equipo, “Know How” técnico y habilidades y procedimientos organizacionales y gerenciales (Fijal 2007).

En relación al manejo de residuos existen tres grandes alternativas de tecnologías limpias para la industria en general, habiéndose demostrado en la práctica que hay una clara jerarquización respecto del orden en que éstas

deben aplicarse, de acuerdo a sus ventajas y desventajas. En orden de conveniencia es posible distinguir las siguientes alternativas (Arroyane & Garcés 2006):

- Reducción de Residuos en el Origen, que involucra cambios en los productos y cambios en los procesos productivos (sustitución de materias primas e insumos, cambios tecnológicos y la aplicación de buenas prácticas en la gestión de operaciones).
- Reciclaje (re-uso de materiales o residuos).
- Tecnología de Control, que se aplica al final del proceso y que comprende el tratamiento de los residuos y su disposición final.

La solución de los problemas ambientales debe ser buscada a través de la aplicación secuencial de las alternativas señaladas, en el mismo orden descrito. Las dos primeras alternativas pueden generar importantes beneficios para la industria, que se traducen en una mayor productividad y competitividad. En cambio, el tratamiento y disposición final de los residuos sólo involucra costos. Mediante la primera alternativa, generalmente la más simple de aplicar, es posible mejorar algunos sistemas y procedimientos que permiten reducir los volúmenes de desechos en la industria, con lo cual se disminuye en forma ostensible la necesidad de reutilizar o reciclar, y se reduce o elimina la necesidad de un sistema de tratamiento y disposición final. Adicionalmente a las ventajas directas o indirectas en términos ambientales de la reducción de residuos en el origen, éstas normalmente redundan en una reducción de costos de producción a través de un mejor manejo de materiales y una mayor eficiencia del proceso. La aplicación de la segunda alternativa, el reciclaje o reutilización, todavía puede generar

beneficios tangibles para la empresa, aunque en menor grado que aplicando la reducción en el origen. Finalmente, el tratamiento y disposición final sólo está asociado a costos, en términos de inversión y de operación. La implementación de iniciativas en la aplicación de las tecnologías limpias en el marco del desarrollo sostenible y la disminución de los impactos negativos al ambiente, han generado cambios en la concepción, el desarrollo del pensamiento, el devenir y la planeación de los nuevos procesos productivos en la generación de bienes y servicios a nivel global. Dichas tecnologías buscan alcanzar el mejoramiento ambiental basado en principios básicos de la administración de los recursos económicos y productivos, con miras al incremento de la productividad y la competitividad en las diferentes áreas (Arroyane & Garcés 2006).

2.1.16. Tecnologías más utilizadas.

En la siguiente tabla se resumen las operaciones con efectos medioambientales significativos en las que se han analizado las alternativas tecnológicas existentes (Instituto Tecnológico Agroalimentario -AINIA 2010).

Tabla 4. Descripción de procesos y alternativas tecnológicas para las operaciones contaminantes en la producción del queso

Operación básica	Efecto	Orden
Pasteurización	Consumo de energía térmica	1°
Coagulación	Vertido de lactosuero Residuos orgánicos	1° 1°
Concentración del lactosuero*	Consumo de energía	1°

(*) No es una operación del proceso de elaboración del queso, sino que interviene en la buena gestión del volumen de lactosuero generado

Fuente Elaboración propia

2.1.16.1.Pasteurización

Se emplean intercambiadores de calor indirectos, que pueden ser de placas o tubulares.

Como paso previo a la pasterización se puede realizar la bacto-fugación. Este procedimiento permite eliminar un alto porcentaje de bacterias y esporas. Las bacto-fugadoras funcionan con el mismo mecanismo que las separadoras clarificadoras, separando bacterias y esporas por diferencia de densidades. Una vez realizada la bacto-fugación, se obtiene una fase pesada o bacto-fugado que debe añadirse a la leche para no disminuir el contenido proteico. Supone un 2-3% del total de la leche, y debe esterilizarse antes de añadirse a la leche bacto-fugada. El uso de la bacto-fugación no está muy extendido en nuestro país.

2.1.16.2.Coagulación

En España, el único método utilizado para la coagulación es el de coagulación por lotes, en la cual la leche a coagular es introducida en la cuba quesera, donde se añade el cuajo y/o las bacterias lácticas. Las cubas están provistas de una camisa por la que circula agua o vapor para optimizar la temperatura de proceso. Una vez obtenida la cuajada, ésta se corta mediante cuchillas en sentido vertical, horizontal y transversal, para favorecer el desuerado. El desuerado se realiza por filtración, quedando los granos de cuajada en la cuba. Las cubas pueden ser horizontales o verticales, pudiendo adaptarse sistemas de limpieza CIP.

2.1.16.3. Concentración del lactosuero

Esta operación sólo se realiza en la instalación cuando se desea reducir el volumen del lactosuero generado con vista a reducir los gastos de transporte de éste hasta las instalaciones de aprovechamiento.

Esta operación se puede realizar mediante dos grupos de técnicas:

- Evaporación a vacío
- Técnicas de membrana

Los efectos medioambientales más importantes derivados de la operación de concentración son el consumo energético para la concentración y posterior refrigeración a baja temperatura, y el consumo de agua para el enfriado del condensado cuando se concentra por evaporación. Los condensados generados de la evaporación del agua del lactosuero (concentración por evaporación) o el permeado (concentración por ósmosis inversa) pueden ser almacenados y utilizados para otras operaciones como la limpieza de superficies.

Actualmente, las tecnologías de membrana están limitadas a unos grados de concentración relativamente bajos (generalmente hasta 18° Brix).

2.1.16.4. Evaporación

La concentración por evaporación es el sistema más utilizado en la industria y consiste en la eliminación del agua del lactosuero por evaporación mediante calentamiento del producto. Dado que esta evaporación se realiza a vacío las temperaturas a alcanzar pueden ser relativamente bajas. Los efectos medioambientales más importantes producidos en estos sistemas son el elevado consumo de energía y el

consumo de agua de refrigeración. En los sistemas de concentración por evaporación, las mejores tecnologías desde el punto de vista medioambiental se centran en la optimización del rendimiento energético de la operación, la recirculación de las aguas de refrigeración y el aprovechamiento de los condensados de lactosuero para otras operaciones.

2.1.16.5. Técnicas de membrana (ósmosis inversa)

Las técnicas de membrana permiten la concentración a temperatura ambiente. Consiste en la separación de los componentes de una disolución mediante el paso de algunas sustancias a través de una membrana selectiva por medio de la aplicación de un gradiente de presión al fluido. La interposición de una membrana semipermeable a un fluido a presión permite separar el flujo en dos corrientes: la denominada permeado, constituida por las sustancias que pueden atravesar la membrana, y el concentrado, que no pudo atravesarlo. En todos los casos, el lactosuero se hace fluir a elevada velocidad y tangencialmente a la superficie de la membrana.

El agua eliminada del lactosuero (permeado) posee unas características analíticas aceptables para su almacenamiento y posterior reutilización en otras operaciones

La evaporación requiere unos consumos energéticos de operación y unos volúmenes de agua de enfriado muy elevados frente a la ósmosis inversa, sin embargo las técnicas de membrana tienen la limitación de la concentración máxima a alcanzar, hasta 18° Brix.

CAPITULO III.

DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

3.1. Localización del estudio

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Planta de Lácteos Huacariz para la fase de campo, La fase de gabinete se realizó en el ambiente del Centro de Investigación y Control de Enfermedades Transmisibles (CICET-UNC), Laboratorio de Control de Alimentos.

3.2. Unidad de análisis, población y muestra

3.2.1. Unidad de análisis

Lactosuero generado en la Planta de Lácteos Huacariz, así como sus procesos generadores.

3.2.2. Población

Estuvo constituida por todos los lactosueros generados en las Plantas procesadoras de lácteos del distrito de Cajamarca, así como los procesos productivos generadores de lactosuero.

3.2.3. Muestra

Fue constituido como muestra el lactosuero generado en la Planta de Lácteos Huacariz, así mismo formaron parte de la muestra los procesos productivos generadores de lactosuero.

3.3. Diseño de contrastación de la hipótesis

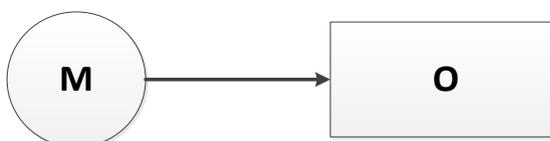
3.3.1. Tipo, nivel y descripción del diseño de contrastación

La presente investigación se constituyó en un estudio de tipo aplicado, de corte transversal, nivel descriptivo - prospectivo y su diseño de investigación fue descriptivo.

Su nivel descriptivo - prospectivo permitió, de un lado, conocer el nivel de impacto que el lactosuero generado en el proceso de elaboración de queso ha producido en el entorno ambiental de la Planta y de otro lado, el nivel prospectivo ha permitido identificar las estrategias de tecnologías limpias a proponer para mitigar tal impacto.

3.3.2. Diseño de investigación

Se aplicó el diseño descriptivo simple (Sánchez & Reyes, 2009):



Dónde:

M= Muestra (lactosuero, sus procesos generadores y los impactos ambientales que produce.

O= Observaciones. Momento de toma de información (determinación del impacto ambiental)

3.4. Diseño metodológico

Se trabajó teniendo en cuenta lo establecido en la Norma ISO 14001 en relación a la determinación de impacto ambiental de la industria láctea en general, fundamentado por Berh (2006), Schmidt (2010) y Valdés et al. (2016), estableciéndose como meta identificar las tecnologías limpias más adecuadas a ser sugeridas para minimizar los impactos ambientales después de determinar el nivel de tales impactos.

3.4.1. Etapas desarrolladas

3.4.1.1. Evaluación de la generación de residuos y aspectos ambientales en la elaboración del queso

Se llevaron a cabo las siguientes evaluaciones:

1. Determinación del nivel productivo de la elaboración de queso de la Planta de Lácteos Huacariz. Se llevó a cabo con datos obtenidos de la parte logística de la empresa, conociéndose la cantidad de leche procesada en la obtención de número de quesos frescos producidos.
2. Fuentes de generación de contaminantes derivados del proceso de elaboración de queso.

Usando la tecnología de la observación en los procesos de elaboración del queso, se identificó los aspectos ambientales de dicho proceso.

3. Caracterización de efluentes.

Se realizó mediante pruebas analíticas físico, químico y biológico del efluente principal (lactosuero) encontrados en el proceso.

4. Impactos ambientales actuales y potenciales.

Se procedió a evaluar el impacto ambiental del lactosuero, tomando como base los resultados analíticos del efluente principal (lactosuero). Se consideró la disposición final de este efluente por parte de la empresa.

3.4.1.2. Análisis y propuestas de tecnologías para el control de la contaminación por lactosuero.

Se tuvo en cuenta el empleo de tecnologías de tratamiento de efluentes, existiendo:

1. Tratamientos físicos
2. Tratamientos químicos
3. Tratamientos biológicos

En base a estos tratamientos se propuso la implementación de sistemas de control y eficiencia de reducción de los contaminantes

3.4.1.3. Prevención de la contaminación y optimización de procesos para reducir los impactos ambientales del lactosuero.

Con estas propuestas se determinó la optimización de los procesos en función a las características propias del flujo productivo del queso generador de residuos que impactan el ambiente interno en la empresa, así como, el ambiente externo de la misma, en la disposición final del efluente.

Se consideró evaluar las siguientes estrategias preventivas:

1. Se determinaron estrategias y jerarquías de prevención de la contaminación.
2. Se propuso la realización del control de procesos, eficiencia y prevención de la contaminación.
3. Se propuso las posibilidades de implementar el uso de tecnologías limpias para la minimización, reúso, recirculación, recuperación y reciclaje.

3.4.1.4. Sistemas de reutilización del lactosuero para minimizar su descarga al ambiente

Se consideró proponer la adopción de las siguientes tecnologías de maximización del uso de la materia prima láctea y de sus residuos relacionados con la elaboración de queso:

1. Tecnologías de concentración del lactosuero (Ejm. ósmosis inversa)
2. Tecnología del tratamiento preventivo y reúso de lactosuero (Ejm. Elaboración de otros tipos de queso, envolturas naturales, abonos y otros)

CAPITULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos fueron obtenidos a través de los instrumentos de recolección que se muestran en el Anexo1:

4.1. Interpretación de Datos

4.1.1. Aspectos ambientales

4.1.1.1. Importancia del sector lácteo en relación a los aspectos ambientales

La industria láctea en Cajamarca viene experimentando cambios significativos en los últimos años dada la necesidad de incrementar su productividad y sobre todo en la calidad y sanidad de sus productos, generando como consecuencia en sus procesos de transformación una mayor cantidad de descargas al ambiente, especialmente líquidas y sólidas, así como, en los aspectos operacionales un incremento en la demanda del recurso agua y energía y otros relacionados.

De otra parte, si visualizamos brevemente el panorama del impacto ambiental de la industria láctea cajamarquina puede evidenciarse que en la ciudad de Cajamarca, el sector lácteo está compuesto por dos plantas acopiadoras de leche (NESTLE S. A. y GLORIA S. A.), además de 8 empresas medianas y alrededor de 17 pequeñas empresas en camino a su formalización, normalmente asociadas a predios agrícolas que elaboran a pequeña escala queso, yogurt y mantequilla, principalmente. En este sentido, la elaboración de estos productos genera cantidades significativas de residuos líquidos, los que son su principal fuente de

contaminación. Entre las industrias del sector se observa una enorme diferencia en la adopción de tecnologías tanto en la mitigación y prevención de impactos como de producción. Las empresas grandes como Nestlé y Gloria cuentan con tecnologías avanzadas, en la minimización de sus impactos ambientales especialmente en sus efluentes (suero de leche) sin embargo, las pequeñas y medianas están limitadas por razones de desconocimiento y económicas, apenas han iniciado el mejoramiento de sus procesos como consecuencia de las exigencias del mercado y por las exigencias formales de los municipios, aspecto importante que concuerda con lo reportado por Santa Cruz et al., 2006.

De otra parte, el queso es un producto fundamental obtenido en la industrialización de la leche, que para su elaboración se estima que el 23 % de la producción nacional de leche se destina en la elaboración del queso, de ello se resalta que a partir del proceso de elaboración de queso se obtiene como residuo o subproducto lacto el suero en volúmenes significativamente altos, convirtiendo el proceso de elaboración de queso como el más importante a considerar y evaluar sus aspectos medio ambientales que genera, especialmente en la generación de suero de leche el cual debido a su considerable contenido sobre todo en residuos orgánicos como lactosa, grasa, proteínas, minerales y vitaminas, todo ello responsable de los elevados valores de DBO5 y DQO en las aguas de los ríos. Es necesario señalar que el lactosuero viene siendo evacuado, sin tratamiento alguno, a los ríos de Cajamarca y al alcantarillado de la ciudad de Cajamarca, lo que dada la ausencia de sistemas de eliminación

o tratamientos inadecuados de residuos líquidos que actualmente tenemos en la ciudad, los residuos lácteos terminan impactando, finalmente, los ríos del valle cajamarquino, aspecto ambiental encontrado y concuerda con lo manifestado por Santa Cruz et al., 2006. Ante esta realidad evidente de la generación de contaminantes a partir de la industria láctea cajamarquina, existe la necesidad de minimizar estos contaminantes a fin de que impacten lo menos posible al ambiente.

Se conoce de las restricciones ambientales de la industria láctea en Cajamarca que se tornan cada vez más exigentes. En el caso de la Planta de Lácteos Huacariz se ha asumido el compromiso de ejecutar acciones para minimizar sus contaminantes, con el uso de tecnologías limpias y la aplicación de normativas dentro del aspecto formal – legal, que por su rigurosidad obliga a desarrollar políticas de responsabilidad social, ambiental y económicas que promueva la protección del medio ambiente, mostrando así su compromiso en materia medio ambiental y desarrollo sustentable, incorporando en su administración el área formal de medio ambiente como un sistema de administración integral, (http://losandes.org.pe/nuevaweb/wp-content/uploads/2004/07/experiencia_huacariz.pdf)

4.2. Diagnóstico Referencial

Diariamente en la fábrica de productos lácteos Huacariz se procesan 5000 kilos de leche bovina fresca en la elaboración de derivados lácteos, utilizándose para la producción de quesos 1100 litros de leche fresca bovina, obteniéndose un aproximado de 110 kilos de queso fresco, lo que genera 990 litros de suero de leche.

4.3. Fuentes de generación de contaminantes

Como ya es mencionado, el sector lácteo involucra todas las empresas dedicadas a la producción de leche, donde la mayoría de ellas están destinadas a la elaboración de derivados lácteos, siendo el queso el principal producto elaborado. A través del presente trabajo de investigación realizado en la Planta de Lácteos Huacariz sobre el impacto en el ambiente del proceso de tratamiento y transformación de la leche, en la producción de una gran diversidad de quesos producidos, obliga revisar su compromiso medio ambiental, siguiendo el proceso industrial en la elaboración del tipo de queso elaborado; en la que se ha identificado sus flujos productivos, se ha realizado su monitoreo identificando sus principales contaminantes de naturaleza, gaseosa, líquida y sólida, observándose que de entre todos los potenciales contaminantes detectados, el efluente líquido el lactosuero es el mayor efluente residual generado, por lo que, fundamentalmente, se constituye en el problema ambiental más importante de la industria láctea Huacariz, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada a su composición química, fundamentalmente de carácter orgánico. De los 1100 litros de leche fresca bovina procesada en la elaboración del queso, se ha calculado que genera un aproximado de 990 litros de lactosuero como residuo por cada día.

4.4. Descripción de las operaciones del proceso productivo del queso en la Planta de Lácteos Huacariz y consideraciones medioambientales

De la información tomada in situ de los flujos productivos destinados a la elaboración de quesos, se ha determinado cómo se generan estos efluentes residuales, teniendo en cuenta los momentos en la generación de los efluentes durante los procesos de elaboración del queso, así como, si existen o no mecanismos de disposición de los residuos. Estas etapas se detallan a continuación:

4.4.1. Producción de queso

La elaboración de queso es una de las formas más antiguas de procesado de la leche, realizándose de formas tradicionales en cada familia, pueblo o comunidad. El queso es un producto que se elabora con leche entera, nata, leche desnatada, mazada o con mezclas de estos productos. De forma general, el queso se produce por coagulación de las proteínas de la leche, a partir de fermentos lácteos y/o cuajo. Este proceso se puede favorecer añadiendo enzimas, acidificando y/o calentando la leche. El siguiente proceso consiste en el moldeado de la cuajada, a continuación se sala, luego se prensa y en algunos tipos de queso se siembra con cultivos fúngicos o bacterianos para favorecer la maduración adecuada. En algunos casos también se le añaden colorantes, especias u otros alimentos no lácteos. Se consume en fresco o con distintos grados de maduración, este aspecto productivo coincide con lo establecido por González (2012) y Queserías Prado (2013).

Antes de comenzar con las operaciones de fabricación de queso, la leche debe ser tratada y preparada para acondicionar sus características físicas, químicas y biológicas (mediante procesos de filtración, clarificación, normalización), al producto final que se quiere obtener. Una vez lista la leche, para iniciar la etapa de coagulación se lleva a la temperatura adecuada y se añaden los fermentos y/o enzimas encargados de la formación del gel o coágulo. Terminada la coagulación, se corta la cuajada en pequeños cubos para favorecer el desuerado. Después de separar el suero, se introduce la cuajada en los moldes con y en algunos casos se prensa. Una vez estabilizada la forma del queso, se sala y finalmente se procede a la

maduración. En algunos quesos el proceso termina con el desuerado y envasado sin que tenga lugar la etapa de maduración, para la elaboración de quesos frescos, proceso encontrado en la industria láctea Huacariz, similar al que describe González (2012).

En la Planta de Lácteos Huacariz el proceso mencionado se lleva a cabo tomando como referencia el siguiente flujo de proceso encontrado y coincide con lo descrito por CAR/PL, 2002.



Figura 4. Proceso de elaboración de queso (CAR/PL, 2002)

4.5. Descripción de los procesos productivos del queso en la Planta de Lácteos Huacariz

4.5.1. Leche destinada a la elaboración del queso

4.5.1.1. Recepción de la leche

Normalmente la leche llega hasta la planta contenida en porongos de leche de capacidad de 30 litros. Estos porongos son de aluminio y son transportados en un camión acondicionado para tales efectos. Se reciben 5000 Lt. de leche fresca bovina.

4.5.1.2. Aspecto ambiental

Durante la recepción de la leche se observó derrames de leche cruda sobre el suelo, antes de pasar al proceso de pasteurización. Esto obliga a la utilización de agua potable y luego desinfectante para la limpieza del piso. El aporte de estas sustancias de desecho incrementa el nivel de contaminación del agua que va al sistema de desagüe de la red de alcantarillado público.

4.5.2. Acondicionamiento de la leche preparada para la elaboración de queso

Antes de comenzar con las operaciones de fabricación de queso, la leche es preparada para acondicionar sus características físicas, químicas y biológicas mediante filtración, clarificación y normalización.

4.5.2.1. Aspecto ambiental

Este paso implica la necesidad de utilizar energía eléctrica, así como el uso de detergentes y desinfectantes para la desinfección de los equipos para la filtración de la leche.

4.5.3. Tratamiento Térmico

El propósito del tratamiento térmico es la minimización de la presencia de los microorganismos contenidos en la leche, sobre todo los patógenos potenciales. Un efecto adicional es la inactivación en mayor o menor grado de las enzimas lácteas.

En función de las características del binomio temperatura-tiempo utilizado en el tratamiento térmico de la leche en la Planta de Lácteos Huacariz se puede evidenciar la ejecución de:

4.5.3.1. Pasteurización

Que es un tratamiento térmico que debe destruir incluso al agente de la tuberculosis, con unos valores de tiempo y temperatura que oscilan entre 15-30 segundos a 67-72 °C.

En este sentido debe resaltarse que la pasteurización no garantiza la destrucción de todos los gérmenes de la leche por lo que en la planta Huacariz se encontró que después de este proceso la leche es enfriada para su conservación, acción que coincide con lo recomendado por (González, 2012).

Si atendemos al sistema o forma en el que se realiza el tratamiento térmico en la Planta de Lácteos Huacariz, se puede constatar que se lleva a cabo un sistema de calentamiento indirecto de pasteurización, en donde la leche se calienta al entrar en contacto con las paredes de la marmita las cuales tienen un espacio por donde circula agua caliente a temperatura elevada, luego la leche se pone en contacto con las paredes de la marmita que se encuentra a temperaturas de 70-80 °C, la leche en contacto con el calor es controlada hasta que llegue a una temperatura de 67 °C a 72 °C

y se mantiene en estas condiciones por un tiempo de 30 minutos. Posteriormente la leche se enfría a hasta llegar a una temperatura de 32°C \pm 2 °C, en estas condiciones está lista para su coagulación.

4.5.3.2. Aspecto ambiental

En este paso se hace uso de energía eléctrica y uso de gas licuado, para el calentamiento del agua contenida en las paredes de la marmita, la cual es destinada al proceso de pasteurización.

4.5.4. Coagulación

La operación de coagulación se basa en provocar la alteración de la caseína y su por lo tanto su precipitación, dando lugar a una masa gelatinosa que engloba todos los componentes de la leche. La naturaleza del gel que se forma al coagular la caseína influye poderosamente sobre los posteriores procesos de fabricación del queso (desuerado, desarrollo de la maduración, formación de “ojos”)

En la Planta de Lácteos Huacariz, la coagulación es realizada en la misma marmita donde la leche se encuentra pasteurizada en dicha marmita se obtiene la cuajada.

La coagulación puede realizarse de tres maneras (colocar referencia):

- Coagulación ácida.
- Coagulación enzimática.
- Coagulación mixta.

En la Planta de Lácteos Huacariz se realiza la coagulación enzimática, adicionándose enzimas tipo proteasas, comercializadas para la producción de queso. El cuajo obtenido de los estómagos secos de terneros en lactación

contiene estos enzimas por lo que se ha empleado tradicionalmente en la producción de queso y en la actualidad se viene utilizando en la elaboración artesanal del queso, sobre todo en zonas rurales.

La acción enzimática transforma el complejo caseína-calcio que se encontraba en disolución coloidal en una red de paracaseinato cálcico, formando el gel o coágulo, que engloba el resto de componentes del queso. La carga mineral de las micelas del coágulo así formado le confieren rigidez y compacidad. De esta forma una parte importante de la fase líquida (lactosuero), queda retenida en esta estructura.

Normalmente se trabaja con temperaturas entre 28° C y 34° C, excepto en el caso de los quesos que no se someten a maduración donde se trabaja a temperaturas más bajas. En la planta Huacariz se trabaja con una temperatura alrededor de 24° C. Este proceso de coagulación es similar a lo referido por el Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia, (CAR/PL), <http://www.cema-sa.org>, 2002.

4.5.4.1. Aspecto ambiental

En el proceso de pasteurización en la planta Huacariz se utiliza una temperatura de 67° C; por 30 minutos, con posterior enfriamiento de la leche por un tiempo de 3 a 4 horas, reemplazando el agua caliente contenido en las paredes de la marmita por agua fría de la red pública, para bajar la temperatura de la leche de 67 ° C a 33° C ± 1° C. Una vez realizado este proceso se adicionan cultivos especiales a la leche tibia, manteniéndose la leche entre 27° C- 34° C, que convierte una pequeña cantidad de lactosa en ácido láctico, esto acidifica la leche rápidamente y le confiere aromas y sabores característicos. Después de este proceso

se realiza el cuajado de la leche, mediante la adición de quimosina, obteniéndose en corto tiempo la cuajada deseada. Debe indicarse también que a fin de obtener una cuajada más consistente, se agrega 200 litros de agua caliente a temperatura de 56° C, a la leche en proceso de coagulación, lo que coincide con lo manifestado en CAR/PL -2002.

4.5.5. Corte y Desuerado

Una vez obtenido un coágulo por vía enzimática, este no desuera al dejarlo en reposo, sino que para la salida del lactosuero se realizan acciones mecánicas. Para favorecer el desuerado, se corta la cuajada y de esta forma se consigue multiplicar la superficie de exudación. En la Planta de Lácteos Huacariz se aplica un tratamiento mecánico a la cuajada mediante el cortado con liras diseñadas para tal efecto, luego se procede a efectuar una agitación no muy fuerte, después de lo cual mediante coladores de plástico se va colocando los granos de cuajada en moldes de tamaño adecuado, para su posterior prensado y salado, procesos coincidentes por lo descrito en CAR/PL -2002.

4.5.5.1. Aspecto ambiental

Como resultado de este proceso de coagulación de 1100 litros de leche fresca bovina se obtiene 990 litros de lactosuero que equivale a un 90% del total de leche fresca utilizada en la elaboración del queso. El lactosuero producido es depositado en una marmita, quedando luego expuesta directamente al medio ambiente, sin ser protegido ni mantenido en una cámara refrigerante, más aun, no es reutilizada en otros procesos

productivos. Lo encontrado en este aspecto ambiental coincide con lo manifestado por Carrillo J.L. 2006 y Valencia J. 2008a.

4.5.6. Moldeo y prensado

El moldeo consiste en verter los granos de coágulo desuerados en los moldes preparados para este fin. Los moldes usados son de plástico (PVC) y están diseñados de tal manera que le confieren al queso el acabado, las medidas y el peso requeridos.

El prensado se aplica para favorecer la expulsión del suero intergranular de la cuajada para dar al queso su forma definitiva, proporcionándole una mayor consistencia. La intensidad de la presión ejercida variará en función del tipo de queso. En la Planta Huacariz, el prensado se lleva a cabo en una máquina prensadora de quesos.

4.5.6.1. Aspecto ambiental

En este proceso de prensado se obtuvo entre 20% a 25% litros de lactosuero liberado de la cuajada, el cual fue recogido en recipientes especiales, para un posterior almacenamiento en la marmita destinado para ese fin. Lo encontrada en la Industria Láctea Huacariz coincide con lo estipulado por CAR/PL, 2002, y Berhr G, 2002.

4.5.7. Salado

Esta operación en la Industria se realiza sobre la leche coagulada (en la cuba de salado), empleando 16-22% de sal seca. El tiempo y la cantidad o concentración de sal dependen del tipo de queso y del método de salado. Cada variedad de queso tiene asignado un determinado contenido de sal

común. Como norma general, el contenido de sal disminuye a medida que disminuye la proporción de extracto seco.

El salado influye en darle al queso el sabor deseado, interviene en la regulación del contenido de suero y de la acidez, además hace que se esponje la pasta del queso, asegura su conservación (junto con el valor de pH), inhibe el desarrollo de los microorganismos causantes del hinchamiento y estimula el desarrollo de la flora de maduración del queso. El contenido en sal también influye en la consistencia del queso: cuanto mayor es el contenido de sal, mayor es la consistencia del queso. Esto coincide con lo descrito en CAR/PL, 2002

4.5.7.1. Aspecto ambiental

En la Industria Láctea Huacariz se observó que durante el salado se genera lactosuero y residuos de sal, los cuales son retirados con el agua de limpieza, con destino a la red de alcantarillado de la red pública. Esta acción coincide con lo explicado por CAR/PL, 2002, y Berhr G, 2002.

4.5.8. Secado

Esta operación se realizó en salas o cámaras de secado acondicionadas para este fin. En ellas se hace circular una corriente de aire con unas condiciones de temperatura y humedad controladas para provocar el secado superficial del queso.

4.5.8.1. Aspecto ambiental

Se realiza en cámaras de maduración adecuados, lo que implica el uso de energía eléctrica para mantener una temperatura cercana a los 10°C.

4.6. Impactos ambientales actuales y potenciales encontrados empresa de productos lácteos Huacariz

4.6.1. Caracterización de efluentes líquidos

El efluente de mayor importancia ambiental encontrado en la producción del queso fresco Cajamarquino, en la Planta de Lácteos Huacariz, es el lactosuero.

Es conocido que el gran contenido de nutrientes del lactosuero (González, 2012), requiere 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 lactosuero producido, valores de 5,0 Kg de DBO5 y 10 Kg de DQO se obtienen al tener aumento en las pérdidas de componentes finos por defectos de coagulación siendo la lactosa la responsable de un 70 a 80 % de los valores obtenidos.

La transformación de 1100 litros de leche por día en la elaboración del queso fresco en la empresa Lácteos Huacariz, genera una contaminación equivalente a una población de 600 habitantes/día, sin considerar a las otras industrias Lácteas en Cajamarca. Este aspecto ambiental es reforzado por lo expuesto por Berruga (1999) y Riquelme (2010), encontrando ellos que 100,000 litros de lactosuero contaminan aproximadamente a 60,000 habitantes, por lo tanto ellos recomendaron que 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 lactosuero va a depender del componente del mismo que se quiera aprovechar para evitar tener que desecharlo como

efluente con el alto costo que esto representa, esto también es validado por Valencia (2008 a); Valencia & Ramírez (2009) y González (2011).

Tabla 5. Valoración de los aspectos medio ambientales del proceso de elaboración de queso producido en la Planta de Lácteos Huacariz

Operación básica del flujo del queso	Efecto	Orden
Coagulación	Consumo de energía térmica	2°
	Vertido de lactosuero	1°
Corte y desuerado	Consumo de energía eléctrica	2°
	Vertido de lactosuero	1°
Moldeo y prensado	Consumo de energía eléctrica	2°
	Consumo de agua	1°
Salado	Vertidos de salmuera	1°
	Consumo de energía eléctrica	2°
Secado	Consumo de energía eléctrica	2°
Maduración	Consumo de energía eléctrica	2°
	Consumo de energía térmica	1°
	Consumo de agua	1°
	Vertido de aguas residuales (volumen de vertido y carga contaminante)	1°
	Consumo de productos químicos	1°
	Generación de residuos (envases de productos de limpieza)	2°
Limpieza	Consumo de energía eléctrica	2°

Fuente Empresa Lácteos Huacariz - Cajamarca

4.6.2. Consumo de agua

Se ha detectado que el consumo de agua en esta empresa es en grandes cantidades, direccionada a sus procesos productivos del queso y especialmente, para mantener las condiciones higiénicas y sanitarias requeridas.

Tabla 6. Valoración cualitativa del consumo de agua en la elaboración del queso en la Planta de Lácteos Huacariz

Proceso productivo	Nivel de consumo	Operaciones con mayor consumo de agua	Observaciones	m ³
Leche	Bajo	Tratamiento térmico		1-29
Queso	Medio	Salado	Salado mediante salmueras	1-10 11 - 29
Operaciones auxiliares	Alto	Limpieza y desinfección Generación de vapor Refrigeración	Estas operaciones auxiliares suponen el mayor consumo de agua	12-13-14 15-16-17 18-19-21

Fuente: Empresa Lácteos Huacariz - Cajamarca

Este requerimiento de agua se puede multiplicar por 11 veces, cuando la planta de transformación no está diseñada adecuadamente y no cuenta con equipos productivos y de distribución hídrica idóneos para minimizar el uso de este recurso

Según lo que se manifiesta por la UNEP, 2000, que 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 L de agua/kg de leche recibida, pudiéndose alcanzar valores tan elevados como 10 L de agua/kg de leche recibida. Sin embargo, es posible optimizar este consumo hasta valores de 0,8-1,0 L de agua/kg de leche recibida utilizando equipamientos .avanzados y un manejo adecuado. Lo encontrado en la Industria L. Huacariz es un uso de agua excesiva debido a que dicha planta no está diseñada con los estándares requeridos para una planta transformadora de la leche, como también no cuenta con equipos

productivos y de distribución de agua adecuados, hallándose un consumo aproximado de 900 litros de uso de agua día en la elaboración solo del queso.

Como se indica en la tabla 5, el mayor consumo de agua se produce en las operaciones auxiliares, particularmente en la limpieza y desinfección, donde se consume entre el 25-40% del total. Este aspecto concuerda con lo indicado por la UNEP, 2000.

4.6.3. Consumo de energía

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 7. Usos más frecuentes de energía en la empresa láctea Huacariz

Energía	Usos más frecuentes	Equipos
Térmica (80%) (uso de gas licuado).	Generación de vapor de agua y agua caliente, limpiezas	Esterilizadores sistemas de limpieza propios
Eléctrica (20%)	Refrigeración, iluminación, ventilación, funcionamiento de equipos	Equipos de funcionamiento eléctrico, (bombas, agitadores, etc.), luces

Fuente Empresa Lácteos Huacariz - Cajamarca

El uso y el consumo de energía total de esta empresa láctea se reparte aproximadamente entre un 80% de energía térmica obtenida de la combustión de gas licuado, y un 20% de energía eléctrica (Figura 3).

Tabla 8. Valoración cualitativa del consumo de energía en la industria láctea Huacariz

Proceso productivo	Nivel de consumo	Operaciones con mayor consumo de energía	Observaciones	Balón Gas Licuado Energ- Elec
Queso	Alto	Coagulación Corte - Desuerado Queso Moldeo - prensado Secado Maduración		1-4-5-30-60 Lbs de gas/día
Operaciones auxiliares	Alto	Limpieza y desinfección Refrigeración	En las operaciones de limpieza se consume principalmente energía térmica (gas licuado) mientras que en la refrigeración el consumo de energía eléctrica es mayor	18-22 libras de gas. 80 KWh/día

Fuente: **Empresa Lácteos Huacariz - Cajamarca**

Las operaciones con un mayor consumo de energía térmica detectada en la empresa de Lácteos Huacariz son la pasteurización/esterilización de la leche y las operaciones de limpieza, que pueden llegar a consumir el 80% del total de energía térmica de la instalación.

La utilización de sistemas con menor consumo de energía y la adopción de medidas de ahorro energético puede contribuir a reducir de forma importante los consumos totales.

En cuanto al consumo de energía eléctrica, la refrigeración puede llegar aproximadamente 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. El uso de energía encontrado en la Empresa Huacariz coincide con lo indicado por López y Hernández, 1995.

4.6.4. Aguas residuales

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). En cuanto al volumen de aguas residuales generado por una empresa láctea se pueden encontrar valores que oscilan entre 2 y 6 L/L leche procesada.

En el proceso de la fabricación de queso la cantidad de aguas residuales que se genera en la Industria láctea Huacariz es de 2 – 4 litros de aguas residuales por litro de leche usado en la elaboración del queso, coincidente con lo encontrado por Villena, 1995, Berruga, 1999; Muñi, et. Al. 2005 y Gonzáles 2012.

4.6.5. Clasificación de las aguas residuales en la empresa Lácteos Huacariz.-

Limpieza y proceso.- Aguas usadas en la limpieza de tuberías, marmitas, tanques, equipos, pérdidas de producto, lactosuero, salmuera y fermentos.

Calentamiento.- reutilización de aguas de las marmitas, vapores de aguas.

Características.- pH extremos, alto contenido orgánico DBO y DQO, aceites y grasas, fermentos, etc. sólidos en suspensión, con variaciones de temperatura y conductividad.

Se ha estimado que el 90% de la DQO de las aguas residuales de la industria láctea Huacariz es atribuible a componentes de la leche y sólo el 10% a suciedad ajena a la misma.

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, etc., Todos estos componentes aparecen en las aguas residuales en mayor, bien por disolución o por arrastre de los mismos con las aguas de limpieza en esta empresa.

En general, los efluentes líquidos de la presente industria láctea presentan las siguientes características:

- 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, como en las aguas de lavado de la mazada.
- Niveles elevados de nitrógeno y fósforo, principalmente debidos a los productos de limpieza y desinfección.
- Variaciones importantes del pH, vertidos de soluciones ácidas y básicas. Principalmente procedentes de las operaciones de limpieza, pudiendo variar 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). Datos encontrados y coincidentes con lo mostrado por Villena, 1995; Berruga, 1999; UNEP, 2000, Muñi, et. Al. 2005 y Gonzáles 2012.

Con respecto a las pérdidas de leche. 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. según lo reportado por Villena, 1995, Berruga, 1999; Muñi, et. Al. 2005 y Gonzáles 2012.

En la empresa Lácteos Huacariz ha sido verificados fugas y derrames de leche en un aproximado del 3% proveniente de:

- Manipulación del porongo en la unidad móvil.
- El vaciado de los porongos con leche a las marmitas
- La distribución en los tanques de almacenamiento.
- Pérdidas en la cuba de cuajado.
- Producción de queso - Rebose de los moldes.
- Separación incorrecta del lactosuero del queso.
- Operaciones de limpieza.

4.6.6. Nivel de vertido del lactosuero

El nivel de vertido de lactosuero en la elaboración del queso es alto en la empresa Lácteos Huacariz, dicho vertido se da en los procesos de corte, desuerado, moldeado, prensado, salado.

El volumen de lactosuero generado en la elaboración del queso es aproximadamente nueve veces la cantidad de leche tratada, valor ya expuesto en líneas arriba, con una carga orgánica muy elevada (DQO aproximadamente de 60.000 mg/l). Por ello, su vertido junto con las aguas residuales en la presente empresa en estudio aumentó considerablemente la carga contaminante del vertido final. Valor que coinciden con lo encontrado por Villena, 1995, Berruga, 1999; Muñi, et. Al. 2005 y Gonzáles 2012.

4.6.7. Oportunidades identificadas para prevenir y reducir en origen la contaminación

En general, los procesos llevados a cabo por la industria láctea Huacariz conllevan a importantes consumos de agua y energía, así como grandes volúmenes de aguas residuales con una carga orgánica elevada.

Estas características dependen, por una parte, de la tecnología utilizada y por otra, de la operación y manejo de cada instalación. Por esta razón, se describen a continuación distintas Oportunidades de Prevención de la Contaminación (OPC) con el objetivo de reducir los consumos y el vertido final sin que por ello se vea afectada la producción.

4.6.8. Las oportunidades de prevención de la contaminación

En la empresa de lácteos Huacariz han sido clasificadas en función de los siguientes puntos:

1. **Reducción en origen.** Se considerará cualquier modificación de proceso, instalaciones, procedimientos, composición del producto o sustitución de materias primas que comporte la disminución de la generación de corrientes residuales (en cantidad y/o peligrosidad potencial), tanto en el proceso productivo como en las etapas posteriores a su producción.
2. **Reciclaje.** Se considerará aquella opción de valorización que implica volver a utilizar una corriente residual bien en el mismo proceso o en otro. Si se realiza en el mismo centro productivo donde se ha generado se considera como reciclaje en origen.

3. **Valorización.** Se consideran aquellos procedimientos que permitan el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, dándoles un valor agregado.

Se encontró en el presente trabajo de investigaciones las oportunidades de prevención de la contaminación, que se ha recogido en una ficha donde se indican los puntos que aparecen a continuación:

Listado de Oportunidades de Prevención de la Contaminación (OPC)

Reducción en origen:

OPC-1 Control en la recepción de la materia prima

OPC-2 Reducir las pérdidas de leche

OPC-3 Segregación de los lodos de clarificación

OPC-4 Utilización de sistemas continuos para la pasteurización de la leche

OPC-5 Recuperación energética en el tratamiento térmico de la leche

OPC-6 Evitar el vertido de lactosuero

OPC-7 Valorización del lactosuero

OPC-8 Eliminación en seco de la sal de los quesos tras el salado

OPC-9 Control fisicoquímico y microbiológico de las salmueras de salado de queso

OPC-10 Recuperación de salmueras

OPC-11 Control del consumo de agua

OPC-12 Limpieza en seco de superficies

OPC-13 Instalación de sistemas de cierre instantáneo en las mangueras de agua

OPC-14 Utilización de agua a presión para la limpieza de superficies

OPC-15 Utilización de sistemas de limpieza con espuma para la limpieza de superficies

OPC-16 Utilización de sistemas de limpieza CIP

OPC-17 Utilización de detergentes de un solo pase

OPC-18 Recuperación de las soluciones de limpieza

OPC-19 Control periódico de las emisiones de las calderas

OPC-20 Recuperación del agua de condensación

OPC-21 Evitar las fugas de los fluidos frigoríficos (conservadoras)

OPC-22 Almacenar los productos peligrosos en condiciones adecuadas

OPC-23 Minimización de los residuos de envases

OPC-24 Segregar adecuadamente los residuos sólidos

OPC-25 Neutralización de las corrientes ácidas y básicas antes del vertido

OPC-26 Optimización del rendimiento energético mediante cogeneración

OPC-27 Buenas Prácticas para la reducción del consumo de agua

OPC-28 Buenas Prácticas para la reducción del consumo de energía

OPC-29 Buenas Prácticas para reducir las emisiones de gases

OPC-30 Buenas Prácticas para facilitar la gestión de los residuos

4.6.9. Reciclaje

- Reutilización del agua
- Aprovechamiento del lactosuero

En este sentido la diversidad de procesos y productos en la industria láctea nos obliga a revisar su compromiso medio ambiental según el proceso y el producto elaborado. En la industria láctea Huacariz los principales procesos contaminantes son los de elaboración del queso por la obtención del lactosuero, crema y mantequilla, por la mazada o mezcla de agua y suero producto del lavado de la misma, el proceso de lavado de las marmitas y suelos y soluciones de limpieza empleadas. Anualmente en Cajamarca se produce 26,6 millones de litros de leche al mes, de los cuales 10,6 millones (40%) son utilizados para la preparación de quesos, generando 9.5 millones de litros de lactosueros al mes (Cámara de Comercio de Cajamarca, Este lactosuero producido a nivel regional debido a la elaboración de quesos, de este valor 55% se desechan en ríos, alcantarillados y otros centros de recolección de aguas residuales, valores que coinciden con lo encontrado en otros países por Carrillo, 2006; Valencia & Ramírez (2009); SUBAME (2009).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. Efluente de mayor importancia ambiental encontrado en la producción de queso en la Planta de Lácteos Huacariz es el lactosuero.
2. El lactosuero es vertido directamente, sin previo tratamiento, en el sistema de alcantarillado público de la zona urbana donde está ubicada la Planta de Lácteos Huacariz, incrementando la carga de contaminantes del agua residual que discurre por dicho sistema y que posteriormente se descarga en los ríos circundantes al valle de Cajamarca. Así mismo, se encontró que este efluente es comercializado en pequeña escala (un aproximado del 1 a 2% del total) a criadores de porcinos, mas no se encontró el uso del lactosuero en la transformación en otros productos de mayor rentabilidad y demanda.
3. El lactosuero contiene una alta carga de materia orgánica potencialmente aprovechable en procesos económicamente rentables complementarios.
4. El índice de impacto del lactosuero aún es del orden alto a medio, lo que implica la urgencia de establecer mecanismos correctores de dicho impacto con intervenciones preventivas para aprovechar su potencial rentabilidad económica.
5. Para minimizar el consumo de energía eléctrica, que influye en el costo de elaboración del queso, se debe considerar otras fuentes energéticas alternas.
6. Un tercer nivel de impacto fue identificado en el excesivo consumo de agua utilizada en los procesos de producción de queso como en las actividades de limpieza de la Planta.
7. Las tecnologías limpias identificadas para el tratamiento ambiental y mejor aprovechamiento del lactosuero propuestas son:

- a. Calentamiento y precipitación en medio ácido con la obtención de una proteína con importantes valores nutricionales y terapéuticos en relación al potencial de los aminoácidos contenidos.
- b. Técnicas de procesos de membrana donde la fuerza motriz es la presión, como la micro filtración, ultrafiltración, nano filtración u ósmosis inversa, posterior deshidratación en sistema spray en el caso de implementación de una nueva Planta.
- c. Diafiltración o la Cromatografía de intercambio iónico
- d. Fermentación y destilación del lactosuero (lactosa) en la producción de etanol, ácido láctico, ácido propiónico, ácido acético.
- e. Uso del lactosuero como biomasa rica en proteína de levadura, como nutriente en la crianza de algas de interés económico, elaboración de bebidas fermentadas y como abono orgánico en actividades agrícolas.

RECOMENDACIONES

1. Lo que se debe hacer para no generar residuos en la industria de la leche, es sobre la base de la prevención, es decir, anticipar y prevenir los impactos que las actividades industriales lácteas que producen al medio ambiente en su conjunto (atmósfera, agua y suelo), aplicando las mejores técnicas limpias disponibles y reducir la contaminación en el propio proceso productivo en lugar de reaccionar y tratar los residuos al final del mismo.
2. La industrialización del lactosuero.
3. El mayor porcentaje de carga contaminante en el efluente lactosuero es debido a las pérdidas de producto, lo cual presenta un alto atractivo para la aplicación de tecnologías limpias y planes de prevención de la contaminación, y a la industrialización del efluente.
4. De no asumirse un buen manejo de la planta asociado a tecnologías limpias en el aprovechamiento del lactosuero, minimizando su impacto al ambiente, puede llevar a pérdidas económicas mayores al 50 %.
5. Los programas de prevención de la contaminación en la industria láctea pueden permitir la reducción drástica de los volúmenes de agua evacuados y las cargas orgánicas durante las fases de la elaboración del queso.
6. Finalmente, se recomienda la construcción gradual de una planta de tratamiento de los efluentes provenientes en la elaboración del queso, se debe hacer en función del plan de prevención de la contaminación propuesto en el presente trabajo y del impacto que los efluentes lácteos ejercen sobre el cuerpo hídrico receptor.
7. Este aspecto investigado contribuye significativamente al sistema de Gestión Ambiental a implementar en la Planta de Lácteos Huacariz, contribuyendo a una mayor rentabilidad económica y compromiso socio ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyave, J. & Garcés, L. 2006. Tecnologías ambientalmente sostenibles. Artículo de revisión. P+L. Julio-Diciembre. Vol. 1. Nro. 2.
- Behr, G. 2002. Gestión ambiental en la industria quesera. Área de Investigaciones. Dirección de Promoción de la Calidad Alimentaria. Dirección Nacional de Alimentación. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. 2002. Buenos aires. Argentina. Consultado el 26 de marzo de 2016. http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/archivos/alimentacion/Gestion%20Ambiental/Gestion%20Ambiental%20Industria%20Quesera.pdf
- Berruga, M. 1999. Desarrollo de procedimientos para el tratamiento de efluentes de quesería. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. 337 pp. Madrid. España.
- Boucher, F. & Guégan, M. 2004. Queserías rurales. Documento Técnico. Lima. Perú.
- Calpa, J. & López, D. 2008. Formulación del Plan de Manejo Ambiental para la Planta de Acopio Alimentos del Valle “Alival S.A.” Pasto – Nariño. Colombia.
- CARE-Perú. 2005. Informe del Foro: Competitividad del Sector Lácteos de Cajamarca en el marco de la apertura comercial. Cajamarca. Perú.
- CARE-Perú. 2006. Mejoramiento de la producción de leche y queso en Melgar. Programa Redes Sostenibles para la Seguridad Alimentaria – REDESA, de CARE Perú. Lima. Perú.
- Carrillo J. L. 2006. Tratamiento y Reutilización Del Suero de Leche. Rev Mundo Lácteo y Cárnico (6): 28-30

- Castillo, J. et al. 2000. Uso de Tecnologías Limpias: Experiencias Prácticas en Chile [online]. Chile: Ministerio de Economía. Proyecto Producción Limpia SEPL-GTZ. Consultado el 10 de febrero de 2016. <http://www.pl.cl/patio/documentos/docus/u41/experiencias.pdf>
- Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL). 2002. Prevención de la contaminación en la industria láctea. Barcelona. España. <http://www.cemas.org>.
- Cervantes, F., Gómez, A. & Altamirano, J. 2010. Impacto económico y ambiental de la quesería en el valle de Tulancingo, Hidalgo. México.
- CIMAS. Innovación y Medio Ambiente. 2010. Guía de Buenas Prácticas Medioambientales en el Sector Agroalimentario de Cantabria Versión 2. European Regional Environmental Services Platform. España.
- CNPMLTA: CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. 2004. Ahorro y uso eficiente del agua [online]. Medellín. Consultado el 6 de febrero de 2016. <http://www.cnpml.org/html/archivos/GuiasDocumentos/GuiasDocumentos-ID1.pdf>
- CPM: Equipo Técnico del Centro de Producción más Limpia de Nicaragua. 1994. Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción más Limpia para la Industria Láctea. Nicaragua. Editorial PROARCA /SIGMA. Nicaragua.
- Cruz, V., Gallego, E. & Gonzáles L. 2008. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Curso de la Universidad Complutense de Madrid. España.
- Fijal, T. 2007. An environmental assessment method for cleaner production technologies. In: Journal of Clear Production. Vol. 15, No. 10.

- Fundaciò Forum ambiental. 2014. Guía para la ecoeficiencia. Barcelona. España.
Consultado el 16 de febrero de 2016.
<http://www.forumambiental.org/pdf/guiacast.pdf>
- Garzón, J. & López, 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 Lácteos Puracé de San Juan de Pasto. Tesis de Titulación para optar el Título de Especialista en Gestión Ambiental Local. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales. Especialización en Gestión Ambiental Local. Pereira. Colombia.
- Gil, K., Najul, M., Pacheco, C. 2004. Manejo de Desperdicios en Industrias de Derivados Lácteos con Criterios Competitivos. Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- González M. 2011. Aplicaciones de la tecnología de ultrafiltración en la elaboración industrial del queso. En, Innovación y Tecnología en la Ganadería Doble Propósito. 2011. C González-Stagnaro, N Madrid Bury, E Soto Belloso (eds). Fundación Girarz. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. (XCIII): 933-944.
- González, M. 2012. Aspectos medio ambientales asociados a la industria láctea. Mundo Pecuario: Mundo Pecuario VIII, N° 1. 16-32. Trujillo. Venezuela.
- Instituto Tecnológico Agroalimentario (AINIA). 2010. Mejores técnicas disponibles en la industria láctea. Madrid: Registro estatal de emisiones y fuentes contaminantes. Consultado el 30 de enero de 2016. <http://www.prtr-es.es/data/images/La%20industria%20l%C3%A1ctea-3686E1A542DD936F.pdf>
- Leal, J. 2005. Ecoeficiencia: Marco de análisis, indicadores y experiencias. Programa para las Naciones Unidas. CEPAL. Santiago. Chile.

- LÓPEZ A. y HERNÁNDEZ A., 1995. Eficiencia energética de las industrias catalanas de procesado de leche líquida. Alimentación. Equipos y Tecnología. Julio/agosto: pág. 35-42.
- Márquez, R. 2004. Eficiencia térmica y energética [online]. s.l. : Centro Nacional de Producción Más Limpia. Consultado el 12 de diciembre de 2015. <http://www.tecnologiaslimpias.org/html/archivos/catalogo/Catalogo%20ID33.pdf>
- Ministerio de Economía. Chile. 2000. Uso de Tecnologías Limpias: Experiencias Prácticas en Chile. Ministerio de Economía. Proyecto Producción Limpia SEPL-GTZ. Santiago. Chile.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2010. Ecoeficiencia empresarial. Casos de éxito y desafíos a futuro. Documento Técnico. Lima. Perú.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006. Convenio de concertación y coordinación de acciones encaminadas a apoyar el control de la contaminación, la adopción de métodos de producción más limpia y a mejorar la gestión pública, entre la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. Bogotá. Colombia.
- Muñi, A., Paez, G., Faria, J., Ferrer, J. & Ramones, E. 2005. Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración del lactosuero. Rev Científica FCV-LUZ XV.
- UNITED NATIONS. 1992. Agenda 21: Earth Summit -The United Nations Programme of Action from Rio. New York: United Nations.

- Ortiz, D. 2012. Estudio de factibilidad para la instalación de una Planta Industrial de Lactosuero subproducto de las queserías en Cajamarca. Tesis para optar el grado de Bachiller. Universidad Privada del Norte. Cajamarca. Perú.
- Pankakoski, M. 2003. Environmental Management Systems. IDF bulletin 382: 5-6
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Industria y Medio ambiente. Producción más Limpia: Un paquete de recursos de capacitación [online]. México: PNUMA, 1999. Consultado 23 de enero de 2016. <http://www.pnuma.org/industria/documentos/pmlcp01e.pdf>
- Sánchez, H. & Reyes, M. 2009. Metodología y Diseños en la Investigación Científica. 2da reimpresión de la 4ta Edición. Editorial Visión Universitaria. Lima Perú.
- Santa Cruz, V., Sánchez, M. & Pezo, S. 2006. Análisis de la Cadena Productiva de Lácteos Cajamarca. Informe Final. Coordinadora interinstitucional del sector de derivados lácteos de Cajamarca. Perú.
- Saizar C. 2004. Producción más Limpia para la Mejora de la Gestión Ambiental de las PyMES. Rev Industria Lechera. LXXXV (736):26-33.
- SEMA-EMS. Secretariado de Manejo del Medio Ambiente para América Latina y el Caribe. 1998. Estudio de Impacto Ambiental de las Industrias y Agroindustrias en la región del Rosario. Intendencia municipal de Colonia. Uruguay.
- Schmidt, E. 2010. Aspectos ambientales vinculados con la industria láctea. Jornada "El Industrial - INTI-Lácteos. Buenos Aires. Argentina. Consultado el 22 de noviembre de 2015. <https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/aspectos.pdf>

Subsecretaría de Agroindustrias y Mercados (**SUBAME**). 2009. Valorización: De residuo Contaminante a Producto de Alto Valor Agregado.

http://www.alimentosargentinos.gov.ar/03/revistar/r_44/cadenas/lácteos_sueros_lechería.html.

Tamayo, C. 2007. Evaluación de las necesidades, capacidades y perspectivas de producción más limpia en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente [online].

Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, s. f.
http://unfccc.int/files/documentation/workshops_documentation/application/pdf/colomcp.pdf

Tin, F. & Mawson, J. 1993. Ethanol production from whey in a membrane recycle bioreactor. *Process Biochem.* Vol. 28 (217-221). Consultado el 16 de octubre de 2015. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/003295929380037H>

UNEP, 2000. Cleaner production assessment in dairy processing. United Nations Publications. 95 pp.

Valdes, J., Alonso, M., Morales N. & Soto M. 2016. Guía para la aplicación de UNE-EN ISO 14001-2015. Edición Única. AENOR Ediciones (Asociación Española de Normalización y Certificación). Madrid. España.

Valencia J. 2008a. El Suero de Quesería y sus Posibles Aplicaciones parte 1. *Rev Mundo Lácteo y Cárnico*, (2):4-6

Valencia & Ramírez M. 2009. La Industria de la Leche y la Contaminación del Agua. *Rev Elementos* (73):27-31

Ventura, O., & Amador, R. 2001. Manual de Buenas Prácticas de Fabricación aplicado a la Industria Láctea. Consultado el 12 de diciembre de 2015. <http://infoagro.net/shared/docs/a5/gca10.pdf>

Villena, L. 1995. Contaminación por industrias lácteas. Anales de la Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental. España. Consultado el 23 de enero de 2016. www.insacan.org/racvao/anales/1995/articulos/08-1995-02.pdf

http://www.innovartic.cl/tecnologias_limpias.html

http://www.losandes.org.pe/downloads/jornadas/2004/experiencia_huacariz.pdf

<http://queseriasprado.com/empresa/Prado/2013/>.

ANEXOS

ANEXO 1

FORMATO

PARA:

(DIAGNOSTICO, BPM, POLÍTICA AMBIENTAL)

1. Lista de chequeo: DIAGNOSTICO

LISTA DE CHEQUEO					
		FECHA	9-10-2016		
	Responsable	Magaly Quiroz – Jefe de Planta			
	Empresa	Lácteos Huacariz			
	Persona que realiza el diagnostico	Jorge B. Gamarra Ortíz Carlos Rosales Loredo Rodolfo Orejuela Chirinos			
N°	ITEM	EN PROCESO	CUMPLE		OBSERVACIONES
			SI	NO	
1	¿La organización tiene el procedimiento para el control de documentos y registros?		√		
2	¿La organización controla los documentos internos y externos?		√		
3	¿La organización tiene política y objetivos?		√		
4	¿La organización tiene una política para calidad, medio ambiente y seguridad y so o una política integrada?		√		
5	¿La política esta divulgada en toda la organización?		√		
6	¿La organización tiene manual de calidad?		√		

N°	ITEM	EN PROCESO	CUMPLE		OBSERVACIONES
			SI	NO	
7	¿La organización tiene mapa de posesos?		√		
8	¿Se ha definido un responsable por cada proceso?		√		
9	¿La organización realiza seguimiento y medición de los procesos?		√		
10	¿La organización tiene la documentación de los procesos ya establecidos?		√		
11	¿La organización cuenta con un organigrama?		√		
12	¿La organización cuenta con algún sistema de gestión?		√		
13	¿La alta dirección está comprometida con los sistemas de gestión?		√		
14	¿Está definido el alcance del sistema de gestión?		√		
15	¿Si el sistema de gestión genera un cambio, este es documentado?		√		
16	¿La organización cuenta con los recursos esenciales para la implementación del sistema de gestión?		√		
17	¿La organización realiza los análisis de datos apropiados para demostrar la eficacia del sistema de gestión?		√		
18	¿La organización tiene identificados y documentados los aspectos ambientales?		√		
19	¿Los aspectos ambientales están relacionados con los requisitos legales y otros aplicables a la organización?		√		
20	¿La organización tiene identificados los riesgos existentes?		√		
21	¿Tienen diseñado el copazo?		√		
22	¿La organización realiza capacitaciones para sus empleados?		√		
23	¿La organización cuenta con el procedimiento de contratación y selección del personal?		√		

N°	ITEM	EN PROCESO	CUMPLE		OBSERVACIONES
			SI	NO	
24	¿La organización establece e implementa los procesos de comunicación?		✓		
25	¿La organización realiza el procedimiento PARÍS?		✓		
26	¿La organización tiene documentado cómo se maneja la comunicación?		✓		
27	¿Se ha definido el procedimiento para el mantenimiento de la infraestructura de la organización?		✓		
28	¿La organización tiene documentado el procedimiento de quejas y reclamos?		✓		
29	¿La organización implementa los controles relacionados con mercancías y equipos comprados?		✓		
30	¿La organización tiene documentado el proceso de compras?		✓		
31	¿Se mantiene documentados, calibrados y registrados los equipos existentes en la organización?		✓		
32	¿La organización realiza seguimiento y revisión del producto?		✓		
33	¿La organización lleva controles de las no conformidades y procedimientos de ellas?		✓		
34	¿La organización presenta acciones preventivas y correctivas de las no conformidades y procedimientos?		✓		
35	¿La organización realiza auditorías internas y externas a intervalos planificados?		✓		
36	¿La organización documenta el procedimiento de revisión por la alta dirección?		✓		
37	¿La alta dirección conserva los registros de las evidencias de los elementos de entrada y de salida?		✓		
38	¿La organización tiene control de la producción y de la prestación de servicios?		✓		
39	¿La organización documenta la trazabilidad de los productos?		✓		
40	¿La organización preserva los bienes que son propiedad del cliente y como son controlados?		✓		

N°	ITEM	EN PROCESO	CUMPLE		OBSERVACIONES
			SI	NO	
41	¿La organización realiza preservación del producto y es documentado?		✓		
42	¿La organización cuenta un plan de emergencia?		✓		
43	¿En la organización se determinan los requisitos establecidos por el cliente y los del producto?		✓		
44	¿Están definidos los perfiles de cargos en la organización?		✓		
45	¿La organización reconoce los aspectos ambientales significativos negativos?		✓		
46	¿La organización tiene definido el marco legal ambiental que le compete?		✓		
47	¿La organización tiene estructurado un programa de manejo ambiental?				En proceso
48	¿La organización tiene define en el organigrama la unidad de gestión ambiental o responsables de la gestión ambiental?		✓		
					Firma:

ANEXO 2

2. Lista de chequeo: BPM(Buenas Prácticas Manufactureras)

LISTA DE CHEQUEO					
		FECHA	9-10-2016		
	RESPONSABLE	Magaly Quiroz – Jefe de Planta			
	EMPRESA	Lácteos Huacariz			
	PERSONA QUE REALIZA EL DIAGNOSTICO	Jorge B. Gamarra Ortíz Carlos Rosales Loredo Rodolfo Orejuela Chirinos			
			CUMPLE		
Nº	ITEM	EN PROCESO	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿Para vigilancia y control del perfil epidemiológico cuentan con un listado de los alimentos de mayor riesgo en salud pública?		√		
2	¿La autoridad sanitaria competente sabe de la existencia y funcionamiento del establecimiento?		√		
3	¿Para la fabricación, procesamiento, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos se fundamentan en los principios de las buenas prácticas de manufactura del decreto 3075 de 1997?		√		
4	¿La ubicación del establecimiento se encuentra aislada de cualquier foco de insalubridad que presente riesgos potenciales en la contaminación de alimentos?		√		
5	¿El establecimiento cuenta con superficies pavimentadas o recubiertas con materiales que faciliten el mantenimiento sanitario e impidan la generación de polvo, el estancamiento de aguas o la presencia de otras fuentes de contaminación para el alimento?		√		
6	¿La edificación está diseñada y construida de manera que proteja los ambientes de producción, e impida la entrada de polvo, lluvia, suciedades u otros contaminantes, así como del ingreso y refugio de plagas y animales domésticos?		√		
7	¿La edificación posee una adecuada separación física y / o funcional de aquellas áreas donde se realizan operaciones de producción susceptibles de ser contaminadas por otras operaciones o medios de contaminación presentes en las áreas adyacentes?		√		

Nº	ITEM	EN PROCESO	CUMPLE		OBSERVACIONES
			SI	NO	
8	¿La edificación tiene el tamaño adecuado para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos, así como para la circulación del personal y el traslado de materiales o productos?		√		
9	¿El agua que se utiliza es de calidad potable y cumple con las normas vigentes establecidas por la reglamentación correspondiente del Ministerio de Salud?		√		
10	¿Disponen de agua potable a la temperatura y presión requeridas en el correspondiente proceso, para efectuar una limpieza y desinfección efectiva?		√		
11	¿Disponen de un tanque de agua con capacidad suficiente, para atender como mínimo las necesidades correspondientes a un día de producción?		√		
12	¿Los residuos sólidos son removidos y almacenados en recipientes frecuentemente de las áreas de producción y situados de manera que se elimine la generación de malos olores, el refugio y alimento de animales y plagas y que no contribuya de otra forma al deterioro ambiental?		√		
13	¿Disponen de instalaciones sanitarias limpias, en cantidad suficiente tales como servicios sanitarios y vestideros, independientes para hombres y mujeres, separados de las áreas de elaboración y suficientemente dotados para facilitar la higiene del personal?		√		
14	¿Disponen de avisos o advertencias al personal sobre la necesidad de lavarse las manos antes de iniciar cualquier labor de producción?		√		
15	¿Disponen de áreas de elaboración e instalaciones adecuadas para la limpieza y desinfección de los equipos y utensilios de trabajo?		√		
16	¿Los pisos están contruidos con materiales que no generen sustancias o contaminantes tóxicos, resistentes, no porosos, impermeables, no absorbentes, no deslizantes y con acabados libres de grietas o defectos que dificulten la limpieza, desinfección y mantenimiento sanitario?		√		
17	¿El sistema de tuberías y drenajes para la conducción y recolección de las aguas residuales, tiene la capacidad y la pendiente requeridas para permitir una salida rápida y efectiva de los volúmenes máximos generados por la industria y sus drenajes de piso tienen rejillas?		√		
18	¿Las ventanas y otras aberturas en las paredes están contruidas para, evitar la acumulación de polvo, suciedades y facilitar la limpieza?		√		

Nº	ITEM	EN PROCESO	CUMPLE		OBSERVACIONES
			SI	NO	
19	¿Las estructuras elevadas y los accesorios están aislados en donde es requerido, diseñada y con un acabado para prevenir la acumulación de suciedad, minimizar la condensación, el desarrollo de mohos y el descamado superficial?		✓		
20	¿Las instalaciones eléctricas, mecánicas y de prevención de incendios están diseñadas y con un acabado de manera que impidan la acumulación de suciedades y el albergue de plagas?		✓		
21	¿La iluminación es de la calidad e intensidad requeridas para la ejecución higiénica y efectiva de todas las actividades?		✓		
22	¿Las lámparas y accesorios ubicados por encima de las líneas de elaboración y envasado de los alimentos expuestos al ambiente, son del tipo de seguridad y están protegidas para evitar la contaminación en caso de ruptura y cuentan con una iluminación uniforme que no altere los colores naturales?		✓		
23	¿Cuentan con ventilación adecuada previniendo la condensación del vapor, polvo, facilitando la remoción del calor y Las aberturas para circulación del aire estarán protegidas con mallas de material no corrosivo que son fácilmente removibles para su limpieza y reparación?		✓		
24	¿Los equipos y utensilios están diseñados, construidos, instalados y mantenidos de manera que se evite la contaminación del alimento, facilitando la limpieza y desinfección de sus superficies y permitiendo desempeñar adecuadamente el uso previsto?		✓		
25	¿Los equipos y utensilios empleados en el manejo de alimentos están fabricados con materiales resistentes al uso y a la corrosión, a la utilización frecuente de los agentes de limpieza y desinfección?		✓		
26	¿El personal manipulador de alimentos tiene reconocimiento médico y se efectúa cada vez que es necesario?		✓		
27	¿El personal manipulador de alimentos tiene formación y capacitación en materia de educación sanitaria?		✓		
28	¿La organización cuenta con un plan de capacitaciones para el personal manipulador?		✓		
29	¿El personal manipulador y toda aquella persona con acceso al establecimiento adoptan las prácticas higiénicas y medidas de protección?		✓		
30	¿La organización tiene control de las materias primas e insumos?		✓		
31	¿Los requisitos de operaciones de fabricación de alimentos son implementados?		✓		
32	¿Manipulan de manera adecuada los alimentos para evitar la contaminación cruzada?		✓		
33	¿Aplican el control de la calidad en la manipulación de alimentos?		✓		

		CUMPLE			
Nº	ITEM	EN PROCESO	SI	NO	OBSERVACIONES
34	¿Cuentan con un sistema de control para el aseguramiento de la calidad?		✓		
35	¿El establecimiento cuenta con un plan de saneamiento y lo tienen por escrito?		✓		
36	¿Llevan un control de primeras entradas y primeras salidas de alimentos para garantizar la rotación de los productos?		✓		
37	¿Al expender los alimentos se tienen en cuenta la preservación y protección de estos?		✓		
38	¿Tienen control del personal no autorizado y animales domésticos en el área de preparación de alimentos?		✓		
39	¿Tienen control de las sustancias peligrosas en el área de preparación de alimentos?		✓		
40	¿Controlan adecuadamente la preparación de alimentos en el establecimiento?		✓		
41	¿El propietario, la administración y el personal manipulador cumplen con las prácticas higiénicas y medidas de protección del establecimiento?		✓		
42	¿La organización cuenta con el registro sanitario?		✓		
43	¿Hace cuánto tiempo tuvieron la última visita de inspección y tiene el acta que lo soporta?		✓		1/8/2017 SGS- Lima
44	¿Cuál es la periodicidad de las visitas de inspección?		✓		1 vez al año
45	¿El personal manipulador de alimentos cuenta con las vacunas necesarias?		✓		

ANEXO 3

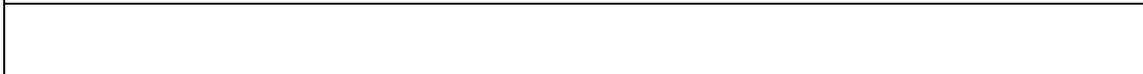
3. Lista de chequeo: POLÍTICA AMBIENTAL(SGA-ISO 14001)

LISTA DE CHEQUEO "POLÍTICA AMBIENTAL"					
		FECHA:	9-10-2016		
	RESPONSABLE:	Magaly Quiroz – Jefe de Planta			
	EMPRESA:	Lácteos Huacariz			
	PERSONA QUE REALIZA EL DIAGNOSTICO:	Jorge B. Gamarra Ortiz Carlos Rosales Loredó Rodolfo Orejuela Chirinos			
Nº	ITEM	EN PROCESO	CUMPLE		OBSERVACIONES.
			SI	NO	
1	La alta gerencia tiene definida la política ambiental?		√		
2	La política ambiental es apropiada para la naturaleza de la empresa?		√		
3	La política ambiental, tiene incluida la mejora continua?		√		
4	La política ambiental, cumple con la legislación y regulaciones ambientales pertinentes?		√		
5	La política ambiental, provee el marco, para establecer y revisar objetivos y metas ambientales?		√		
6	La política ambiental, es implementada?		√		
7	Se tiene asignado a alguien para supervisar la implementación?		√		
8	La política ambiental, es documentada?		√		

9	La política ambiental es mantenida?		√		
10	La política ambiental es comunicada a todo el personal de la empresa?		√		
11	La política ambiental está disponible para el público?		√		
12	La política ambiental cumple con otros requisitos a los cuales la organización se someta?		√		
			FIRMA:		

APENDICE

RECOLECCIÓN DE LACTOSUERO BALDES PLÁSTICOS PARA LA
ALIMENTACIÓN PECUARIA



ELABORACIÓN DE QUESO RICOTTA



ELABORACION DE BEBIDAS LACTEAS



RECOLECCION Y CONSERVACION DE LACTOSUERO



**CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE PLANTA EN EL TEMA
“TECNOLOGÍAS LIMPIAS”**

