

# Propuesta para la implementación de planta tratadora de residuos líquidos en una empresa de lácteos

Hernández Rivera, Javier

2016

---

<http://hdl.handle.net/20.500.11777/1488>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

# UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA PUEBLA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto  
Presidencial del 3 de abril de 1981



## **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PLANTA TRATADORA DE RESIDUOS LÍQUIDOS EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS.**

DIRECTOR DEL TRABAJO  
DR. REY DAVID SIGFRIDO NAVARRO MARTINO

ELABORACIÓN DE TESIS  
que para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE LA EMPRESA INDUSTRIAL

presenta  
JAVIER HERNÁNDEZ RIVERA

Puebla, Pue.

2016

# ÍNDICE

## ÍNDICE GENERAL

### Contenido

Glosario de términos.....	6
Introducción.....	9
Capítulo 1. Proyecto de tesis.....	10
1.1. Título del proyecto.....	10
1.2. Planteamiento del problema.....	10
1.3. Objetivo:.....	12
1.3.1. Objetivos específicos.....	12
1.4. Justificación.....	12
1.5. Alcance y limitaciones.....	13
1.5.1. Alcance:.....	13
1.5.2. Limitaciones:.....	13
Capítulo 2. Industria láctea y tratamiento de efluentes líquidos.....	15
2.1. Introducción.....	15
2.1. Industria láctea mundial.....	16
2.1.1. Perspectiva mundial de la leche.....	18
2.2. Industria láctea en México.....	21
2.2.1. Perspectiva industria láctea en México.....	22
2.2.2. Principales estados productores de leche en México.....	24
2.2.3. Producción de leche en el estado de Puebla y el municipio de Huejotzingo.....	25
2.3. Productividad industria láctea.....	25
2.4. Tendencias y retos industria láctea mexicana.....	27
2.4.1. Tendencias.....	27
2.4.2. Retos.....	27
2.5. Residuos industriales.....	28
2.5.1. Residuos líquidos.....	29
2.6. Características de los residuos líquidos de las industrias lácteas.....	30
2.6.1. Tipos de residuos líquidos de las industrias lácteas.....	30
2.7. Características de los efluentes líquidos residuales de las industrias queseras.embalse.....	31

2.7.1.	Efluentes derivados de la elaboración del queso.....	32
2.7.2.	Composición de los efluentes líquidos de la industria quesera .....	33
2.8.	Tecnologías de tratamiento de residuos líquidos lácteos. ....	36
2.9.	Tratamiento de los residuos líquidos de la industria en México. ....	38
2.11.1.	Contabilidad ambiental .....	51
2.11.2.	La eco-eficiencia en México. ....	53
2.12.	Tratamiento contable de las eco-eficiencias. ....	56
2.12.1.	Conceptos contables eco-eficientes.....	59
2.14.	Conclusiones:.....	65
CAPITULO 3. Empresa de lácteos Santa Ana. ....		69
3.1.	Introducción .....	69
3.2.	Empresa familiar Lácteos Santa Ana. ....	70
3.2.1.	Misión. ....	72
3.2.2.	Visión.....	73
3.2.3.	Objetivos: .....	73
3.2.4.	Valores. ....	73
3.3.	Proceso productivo empresa “Lácteos Santa Ana”.....	74
3.4.	Organigrama y funciones. ....	78
3.4.1.	Junta directiva. ....	78
3.4.2.	Gerente General. ....	79
3.4.3.	Gerente de Operaciones. ....	79
3.4.4.	Gerente Comercial. ....	80
3.5.	Situación actual. ....	80
3.6.	Diagnostico estratégico. ....	81
3.6.1.	Estrategia DOFA.....	82
CAPITULO 4. Propuesta.....		87
4.1.	Introducción .....	87
4.2.	Metodología.....	87
4.3.	Proyectos de eco-eficiencia aplicados a la empresa familiar “Lácteos Santa Ana”. 88	
4.4.	Catálogo Mexicano de Normas.....	88
4.4.1.	Normas oficiales Mexicanas del sector ambiental. ....	89
4.4.2.	Normas Mexicanas del Sector Ambiental.....	90

4.4.3.	Normatividad vigente en México sobre descarga de residuos líquidos.....	91
4.4.4.	Cuantificación residuos líquidos.....	92
4.5.	Propuesta de planta de tratamiento sistema híbrido. ....	95
4.5.1.	Parámetros de operación.....	95
4.5.2.	Reporte de resultados afluente, efluente y lodos generados. ....	96
4.5.3.	Análisis de resultados.....	100
4.5.4.	Evaluación de la producción de biogás. ....	100
4.6.	Planes de acción y programas.....	101
4.7.	Conclusiones.....	104
	Conclusiones generales.....	106
	Bibliografía.....	111

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mayor consumo de productos pecuarios y de pescado. Cambio porcentual en relación a 2010-2012. ....	17
Figura 2.	Crecimiento anual promedio en producción neta agrícola y pesquera. ....	18
Figura 3.	Perspectiva para la producción de leche en miles de toneladas. ....	19
Figura 4.	Principales exportadores de productos lácteos. ....	20
Figura 5.	Crecimiento en la producción por región y producto lácteo hasta 2022, comparado con el periodo de referencia 2010-2012. ....	21
Figura 6.	Producción nacional de leche (millones de litros).....	22
Figura 7.	Principales estados productores de leche de bovino 2009-2014.....	24
Figura 8.	Producción de leche en el estado de Puebla y en el municipio de Huejotzingo. ....	25
Figura 9.	Productividad de leche en el mundo (toneladas/cabeza). ....	26
Figura 10.	Sistema de tratamiento de residuos líquidos.....	36
Figura 11.	Principales procesos de tratamiento de aguas residuales municipales 2012. ....	42
Figura 12.	Producción de biogás.....	45
Figura 13.	Desarrollo sostenible.....	47
Figura 14.	Sistema económico abierto.....	47
Figura 15.	Ubicación de la empresa.....	72
Figura 16.	Proceso productivo. ....	75
Figura 17.	Organigrama de la empresa.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Principales productores de leche de bovinos en América Latina (millones de litros).....	22
Tabla 2.	Tamaño de la industria de la leche en México.....	23

Tabla 3. Producción de leche en el estado de Puebla.....	25
Tabla 4. Composición aproximada del lactosuero.....	32
Tabla 5. Clasificación de sólidos totales.....	34
Tabla 6. Resumen del inventario nacional de plantas municipales de tratamiento de aguas residuales en operación.....	38
Tabla 7. Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación.....	40
Tabla 8. Resumen características técnicas.....	43
Tabla 9. Acciones ambientales de la empresa.....	50
Tabla 10. Ficha técnica de la empresa alpura que implemento proyectos de eco-innovación desarrollados en 2010 bajo el marco del programa lac.....	54
Tabla 11. Ficha técnica de la empresa pasteurizadora de los productos de leche s.a de c.v., que implemento proyectos de eco-innovación desarrollados en 2010 bajo el marco del programa lac.....	55
Tabla 12. Normas oficiales nom´s en materia de aguas residuales.....	91
Tabla 13. Parámetros de diseño.....	92
Tabla 14. Consumo de planta de tratamiento de 5 l/s.....	93
Tabla 15. Consumos de energía, planta de tratamiento de 15 l/s.....	94
Tabla 16. Consumos de energía, planta de tratamiento de 100 l/s.....	94
Tabla 17. Parámetros planta de tratamiento propuesta.....	96
Tabla 18. Límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales.....	96
Tabla 19. Reporte de resultados afluente de la empresa "lácteos santa ana".....	97
Tabla 20. Reporte de resultados efluente de la empresa "lácteos santa ana".....	97
Tabla 21. Límites máximos permisibles de contaminantes de lodos generados.....	98
Tabla 22. Reporte de resultados lodos generados.....	99
Tabla 23. Consumos de energía, planta de tratamiento de 15 l/s.....	100
Tabla 24. Planes y programas.....	101

## Glosario de términos

**Acuífero.** Aguas subterráneas.

**Aerobio.** Un proceso que ocurre en presencia del oxígeno, tal como la digestión de la materia orgánica por las bacterias en una charca de oxidación.

**Afluente.** Agua residual que ingresa al reactor de tratamiento.

**Agronegocio.** Operaciones involucradas en la manufactura y en la distribución de los productos agrícolas.

**Anaerobio.** Un proceso que ocurre en ausencia de oxígeno, tal como la digestión de la materia orgánica por las bacterias en un reactor RAFA.

**Aranceles.** Los derechos de aduana que se les aplica a las importaciones de mercancía.

**Bióxido de carbono.** Principal gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático como resultado de la degradación de la materia orgánica.

**Contabilidad ambiental.** Es un tipo de análisis (evaluación del ciclo de vida y la contabilidad de costos) que las empresas utilizan cada vez más para entender los costos y beneficios de la mejora en las decisiones de gestión. Con mayor información sobre los posibles efectos futuros de productos de la empresa sobre el medio ambiente, las empresas están en mejores condiciones para pronosticar los beneficios y determinar si las acciones actuales pueden aumentar los beneficios o reducir los costos para el medioambiente y la empresa.

**COV (Compuesto Orgánico Volátil).** Compuestos orgánicos sintéticos los cuales tienen fácil evaporación y a menudo son carcinogénicos.

**Criba.** Rejas que sirvan para separar los residuos sólidos más grandes de las descargas orgánicas provenientes de las industrias lácteas.

**DBO (Demanda Biológica de Oxígeno).** La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales.

**DBO5 (Demanda Biológica de Oxígeno 5).** Consumo de oxígeno disuelto por organismos aerobios en un tiempo de 5 días, requerida para la estabilización de materia orgánica. Indicador de contaminación del agua y que representa el contenido de sustancias bioquímicamente degradables existentes en el agua.

**Desarrollo sostenible.** Es el desarrollo que satisface las necesidades del presente a la vez que mantiene la calidad del medio ambiente, de forma que las generaciones futuras puedan satisfacer sus propias necesidades.

**DOFA.** Metodología de estudio de la situación competitiva de una empresa en su mercado (situación externa) y de las características internas (situación interna) de la misma, a efectos de determinar sus Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas.

**DQO (Demanda química de oxígeno).** Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

**Eco-diseños.** Referente a la metodología aplicada al diseño de un producto y de su proceso de fabricación orientada hacia la prevención o reducción del impacto medioambiental de esos productos y procesos.

**Eco-eficiencia.** Está basado en el concepto de crear más bienes y servicios utilizando menos recursos y creando menos basura y contaminación, mediante la distribución de los bienes con precios competitivos y servicios que satisfagan las necesidades humanas y brinden calidad de vida, buscando reducir progresivamente los impactos medioambientales, estimulando la preservación de los recursos naturales mediante el aumento de su ciclo de vida.

**Eco-innovación.** Se usa para describir productos y procesos que contribuyan al desarrollo sustentable, aplicando el conocimiento en la mejora ecológica de los modelos industriales, como una nueva serie de procesos y productos que deben incrementar el valor a los clientes y negocios pero con una reducción significativa en el impacto sobre el medio ambiente y la contaminación.

**Efluente.** Salida del agua tratada mediante un proceso de tratamiento.

**Embalse.** Depósito de agua que se forma de manera artificial

**Ingesta.** Proceso de alimentación del ganado vacuno

**Inocuidad.** Aquello que no hace daño o no causa actividad negativa a la salud.

**Lácteos.** Productos derivados de la leche.

**Lactosa.** Es un tipo de azúcar que se encuentra en la leche y otros productos lácteos y principal contaminante de las aguas residuales de la industria láctea.

**Metano.** Gas de efecto invernadero resultado de la degradación de la materia orgánica.

**mg/lit (miligramos/litro).** Medición cuantitativa de los constituyentes totales de la leche o agua.

**PLAC (Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad).** Programa federal en materia ambiental, que busca mejorar el desempeño de las empresas, desarrollando capacidades para generar importantes ahorros económicos en sus



procesos de producción al reducir el consumo de agua, energía y materias primas, así como evitando emisiones, residuos y descargas de contaminantes.

**PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales).** Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

**RAFA (Reactor anaerobio de flujo ascendente)** o UASB (del inglés Upflow, Anaerobic, Sludge, Blanket). Es un tipo de bioreactor tubular que operan en régimen continuo y en flujo ascendente para el tratamiento de aguas residuales.

## Introducción

La industria láctea mundial enfrenta una serie de cambios y desafíos que las obligan a cambiar sus estrategias. Entre los desafíos más importantes para el sector lácteo son el aumento de la demanda de productos lácteos, el suministro de leche que crece a una velocidad menor que la demanda y la preservación del ambiente.

La presente propuesta tiene por objetivo preservación del medio ambiente a través de la implementación de una planta de tratamiento del tipo biológico con base a indicadores de la contabilidad ambiental que permita a la empresa cumplir con la normatividad vigente en México y un mejor posicionamiento y expansión de sus productos en el mercado nacional.

Capítulo 1. En su contenido, se presenta el planteamiento del problema, la formulación del problema donde se evaluarán las condiciones de la empresa, su objetivo e importancia.

Capítulo 2. Se conceptualiza el marco teórico en donde se visualiza el mercado mundial de leche y sus derivados en los ámbitos mundial, nacional y local así como el impacto de los residuos líquidos que se generan como una consecuencia del proceso productivo empezando con la materia prima, su transformación y la eliminación de los residuos.

Capítulo 3. Se realizan las gestiones de campo, para obtener la información y poder analizar la situación interna de la empresa por medio del DOFA, para desarrollar la estrategia ambiental con indicadores ambientales de la empresa "Lácteos Santa Ana".

Capítulo 4. Se presenta la propuesta con base a las eco-eficiencias aterrizada en la planta de tratamiento.

Se incluye un apartado de conclusiones y recomendaciones que se determinaron haciendo uso de la información recopilada a través de la investigación bibliográfica y de campo.

## **Capítulo 1. Proyecto de tesis.**

### **1.1. Título del proyecto.**

Propuesta para la implementación de planta tratadora de residuos líquidos en una empresa de lácteos.

### **1.2. Planteamiento del problema.**

La creciente actividad industrial ha ido modificando severamente al ambiente, relacionándose cada vez más como una de las principales causas de contaminación ambiental

La variable ambiental comienza a internacionalizarse paulatinamente en los distintos procesos productivos, cambios fundamentales en la concepción y prácticas de las empresas se vean reflejados en términos de evitar conflictos socio-ambientales y que les brinde finalmente una imagen respetuosa del ambiente.

Para las grandes empresas el cumplimiento de las normas internacionales y locales de calidad y política ambiental es una responsabilidad social que les evita conflictos sociales, además que les permite acceder a los mercados internacionales.

Desafortunadamente para la mayoría de las pymes, se presenta lo opuesto, una falta de valoración o concientización de la problemática, concibiendo que la política ambiental solo genera gastos.

Tal es el caso de las empresas familiares de elaboración de quesos, donde sus residuos líquidos contienen grandes cantidades de carga orgánica (lactosuero), que generan un impacto negativo por la temperatura y contenido de grasas con la que salen sus efluentes.

Sumado a esto es el uso excesivo del agua, un recurso natural que está sujeto a explotación debido a que los derechos de propiedad no están bien definidos ocasionando el libre acceso al recurso natural por las empresas a extraer el agua hasta que ya no obtengan beneficios de la misma, sin importar el efecto perjudicial que eso tenga para otros usuarios o para futuras generaciones de usuarios. La extracción en esas condiciones ocasionará que el recurso se agote y pondrá en riesgo la sustentabilidad de las actividades agropecuarias en el largo plazo y de mucha importancia ya que en la región centro del país y donde está ubicada la empresa “Lácteos Santa Ana”, es un recurso escaso.

Una solución para evitar el agotamiento de los acuíferos es el cobro por el uso del agua con fines agrícolas de forma que, aquellos que más agua utilizan, paguen una cantidad mayor. Para ello, sería necesario establecer un precio por unidad de agua consumida que refleje su escasez y los costos asociados a su distribución.

En teoría, el precio del agua para uso agrícola debe reflejar: el costo de canalización (agua superficial) o de extracción (agua subterránea), el costo de oportunidad de su mejor uso alternativo y el costo de oportunidad de las generaciones futuras. Cuando un recurso natural tiene un precio óptimo, el recurso será aprovechado de una manera sustentable y racional.

Por tanto, se propone para la industria familiar de elaboración de quesos y principalmente para el tratamiento de sus residuos líquidos, el presente proyecto que consiste en una planta tratadora, con un sistema híbrido de reactores biológicos que permita primeramente el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en México en cuanto a los límites máximos permitidos de los parámetros contaminantes de efluentes líquidos a través del uso de tecnología ecoeficiente con procesos industriales limpios y sustentables y un mejor aprovechamiento del recurso natural el agua que se está agotando.

### **1.3. Objetivo:**

Desarrollar la propuesta para la implementación de planta tratadora de residuos líquidos lácteos con base a indicadores de la contabilidad ambiental en empresa familiar de la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco.

#### 1.3.1. Objetivos específicos.

1. Analizar sistemas de tratamiento de residuos líquidos de la industria láctea.
2. Documentar la metodología de la contabilidad ambiental
3. Elaborar propuesta para la empresa familiar de elaboración de quesos con la implementación de la planta tratadora con base a indicadores de la contabilidad ambiental.

### **1.4. Justificación.**

Para toda empresa es muy importante conseguir una ventaja competitiva que le de rentabilidad y sostenibilidad en el tiempo.

Uno de los factores que incide en la ventaja competitiva es la innovación tecnológica y actualmente el cuidado al medio ambiente. Para las empresas familiares en México no es la excepción donde además de incrementar su mercado potencial interno, les permitiría acceder a los mercados internacionales.

Actualmente las empresas familiares en México de elaboración de quesos han crecido económicamente con venta de sus productos utilizando procesos productivos tradicionales y en muy pocos con la implementación de tecnologías de vanguardia en sus procesos. Independientemente del proceso productivo utilizado se visualiza una pérdida de producto por equipo en mal estado, procesos productivos inadecuados, personal no calificado en los diferentes niveles jerárquicos sumándose a esto el bajo compromiso ambiental en la contención y

limpieza de sus descargas sólidas y líquidas que tienen un impacto negativo al medio ambiente que trae como consecuencia problemas con la comunidad por los malos olores presentados en los drenajes de la comuna y las multas por las inspecciones realizadas por el nulo cumplimiento de los límites máximos permitidos de las descargas.

Para la propuesta realizada solo se hará para el manejo de los residuos líquidos a través de la implementación de la planta de tratamiento no incluyendo las relativas al proceso productivo, capacitación y administración de los recursos humanos.

## **1.5. Alcance y limitaciones.**

### 1.5.1. Alcance:

La propuesta tiene el siguiente alcance:

- Documentar los requisitos legales a cumplir y las características cuantitativas y cualitativas de los efluentes de la industria láctea y que le impacta en sus costes a la empresa familiar de elaboración de quesos.
- Para la planta de tratamiento propuesta, se evaluarán sus características técnicas y de proceso a través de planta piloto provista por el fabricante y la evaluación de parámetros por empresa externa.
- Solo se mencionan los indicadores contemplados en las Normas oficiales Mexicanas NOM's y la contabilidad ambiental para que la empresa "Lácteos Santa Ana" pueda considerarlas en su gestión ambiental que implemente en el futuro y que le sirva en la toma de decisiones en la implementación de tecnologías eco-eficientes como es uno de ellos la planta de tratamiento del tipo biológico.

### 1.5.2. Limitaciones:

- Restricciones en la información técnica y comercial de la empresa por motivos de confidencialidad de los accionistas.
- No se cuenta con la planta de tratamiento físicamente, las pruebas se realizan a través de fabricante.

## **Capítulo 2. Industria láctea y tratamiento de efluentes líquidos.**

### **2.1. Introducción**

En este capítulo se describe la situación del mercado de lácteos y el conjunto más reciente de proyecciones cuantitativas de mediano plazo respecto de los mercados mundial, nacional y regional para la próxima década, 2014-2023.

La leche y sus derivados constituyen alimentos básicos en la ingesta de la población de diferentes países alrededor del mundo. Durante la última década, el consumo se ha concentrado tanto en los países industrializados, dada su mayor capacidad adquisitiva, como en aquéllos que se encuentran en desarrollo, debido al crecimiento poblacional que presentan.

De este modo, durante los próximos años las naciones en desarrollo, como son China, India y México, dadas sus necesidades nutricionales, el incremento poblacional y la ganancia en la capacidad adquisitiva, verán incrementada su producción de leche y sus derivados, así como su consumo.

De este modo, en el mundo de los inicios del siglo XXI, se tiene la convicción de que en los países en desarrollo, la construcción de sistemas y redes con inclusión de pequeños productores, innovación y marketing dará al agronegocio la oportunidad de reducir el desempleo y la pobreza.

En la visión del contexto mundial y principalmente en los países desarrollados, las empresas lácteas han trasladado sus plantas de proceso de ambientes donde existen elevadas presiones ambientales para aquellas zonas geográficas con más espacio, más flexibles y competitivas. La mayor liberalización de los cambios debe realizarse involucrando a los miles de pequeños productores dándoles la oportunidad de tener acceso al mercado externo, siendo necesario acelerar los



cambios en toda la cadena de valor de la industria láctea mexicana, para que la competitividad pueda llegar a ellos.

Para alcanzar mejores prácticas en la empresa mexicana de productos lácteos, es necesario reconocer los desequilibrios y facilitar el desarrollo con coherencia de valores, objetivos, estrategias y competencias. El conocimiento de los indicadores y buenas prácticas que se llevan a nivel mundial permitirá la identificación de puntos críticos en la coordinación de la cadena productiva y posteriormente el postulado de acciones que beneficien su desarrollo.

Al mismo tiempo, todo debe realizarse teniendo presente la atención del consumidor final, cada vez más riguroso debido a los problemas de contaminaciones sanitarias en el proceso. Además de la seguridad, el consumidor quiere diversidad, abastecimiento regular, responsabilidad socio-ambiental, información y transparencia.

Finalmente es indispensable la planificación para la comprensión de los sistemas productivos, monitoreo del ambiente internacional y ajuste de ofertas a los cambios permanentes. Este es el principal motivo por el cual es importante estudiar y formular un método de planificación y gestión estratégica del sistema productivo y las aplicaciones encaminadas al cuidado del medio ambiente, que le dan sustento al presente estudio.

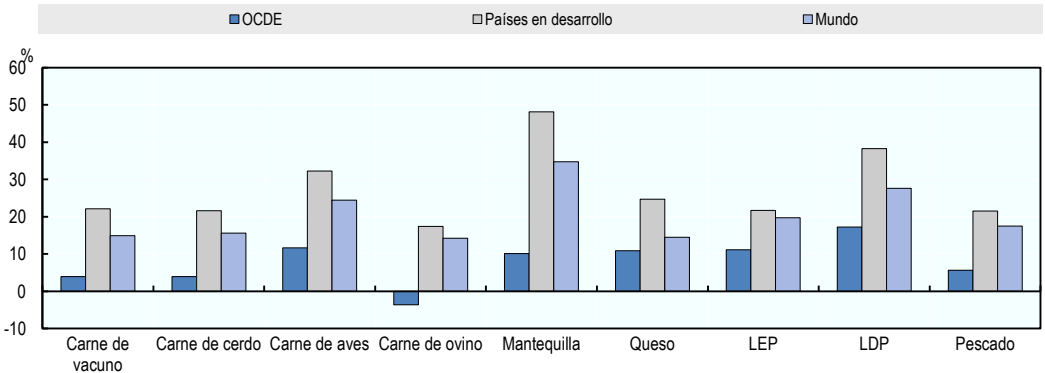
## **2.1. Industria láctea mundial.**

La industria láctea mundial enfrenta una serie de cambios y desafíos que las obligan a cambiar sus estrategias. Entre los desafíos más importantes para el sector lácteo son el aumento de la demanda de productos lácteos, el suministro de leche que crece a una velocidad menor que la demanda y la preservación del ambiente.

Dentro de las perspectivas presentadas por la (OCDE y FAO, 2013), se vislumbra ventajas en el aumento de la demanda para los países en desarrollo y las economías emergentes. Con una participación cada vez mayor en la actividad económica mundial y su mayor capacidad de respuesta de consumo ante el crecimiento de los ingresos, junto con un aumento más rápido de la población y las clases medias es necesario implementar acciones que impacten en el aumento de la demanda y del comercio de productos agrícolas y ganaderos.

En la figura 1, se muestra el mayor consumo de productos agroindustriales en los países en desarrollo, con preferencias al consumo por ingresos más altos, que permiten diversificar sus dietas, desplazando los alimentos básicos y los cereales por alimentos más ricos en proteínas, como la carne y los productos lácteos.

**Figura 1.** Mayor consumo de productos pecuarios y de pescado. Cambio porcentual en relación a 2010-2012.



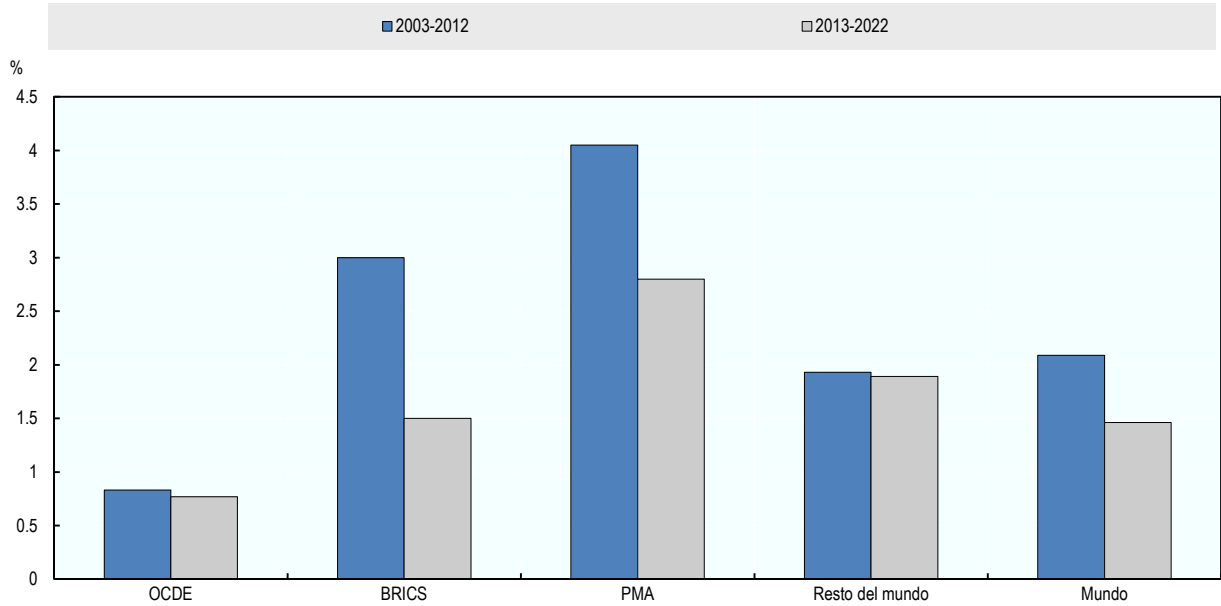
**Fuente:** Secretariados de la OCDE y de la FAO.

Se contempla para la producción agrícola mundial de los productos básicos dentro de las perspectivas de la OCDE-FAO, 2013-2022, un crecimiento de 1.5% anual en promedio, en comparación con 2.1% alcanzados en la década anterior. La tendencia a disminuir el crecimiento de la producción en los sectores agrícolas y ganaderos en muchos países, se vislumbra como resultado de los cambios en los procesos de producción, tales como los altos precios y crecientes de la energía y del petróleo, la restricción en el uso de recursos naturales, el aumento de presiones en la preservación del ambiente y en algunos casos, la baja inversión en

investigación y desarrollo (I & D), que se prevé, traiga en consecuencia que no se cubra la oferta en casi todos los países.

Como se muestra en la figura 2, se espera un crecimiento más lento de la producción agrícola en los países desarrollados y en desarrollo en la próxima década.

**Figura 2.** Crecimiento anual promedio en producción neta agrícola y pesquera.



**Fuente:** Secretariados de la OCDE y de la FAO.

Esté crecimiento lento se vislumbra también para los sectores ganaderos de carnes y de productos lácteos, pero con bajas menos pronunciados en algunos casos que para los cultivos.

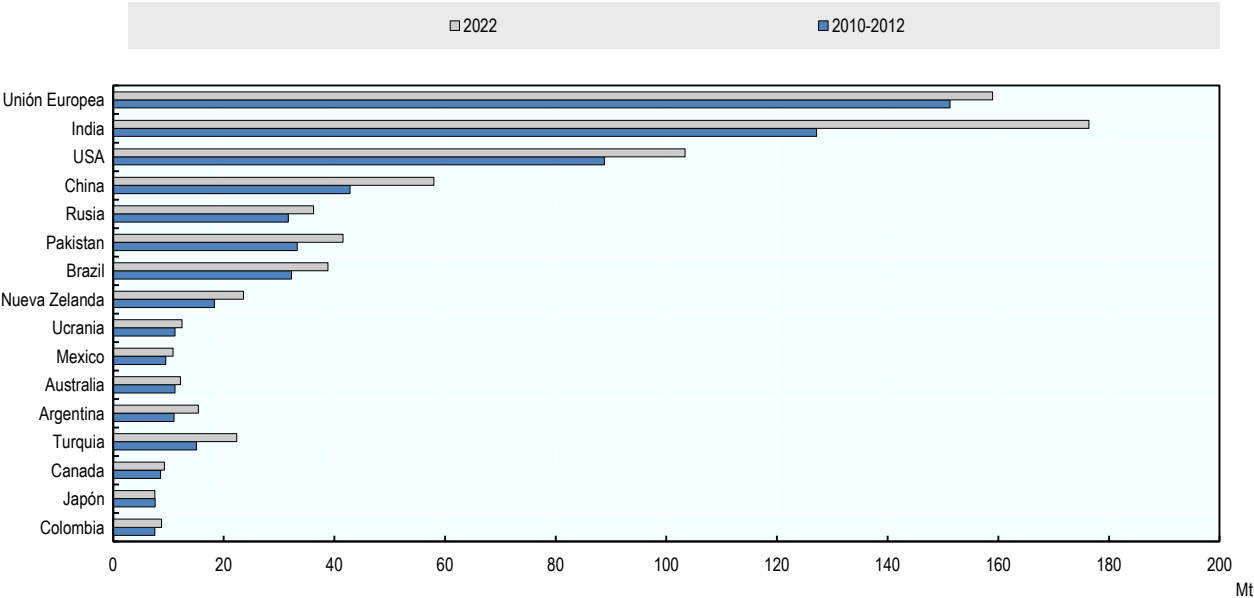
### 2.1.1. Perspectiva mundial de la leche.

Para la producción mundial de leche se prevé que aumentará a un ritmo más lento en la próxima década, pues las empresas lecheras que dependen de los alimentos ganaderos se enfrentan a precios más elevados y crecientes para su

compra; las que dependen de las pasturas, afrontan la competencia por las tierras y la escasez de agua. Se estima que los países en desarrollo generarán el 74% del aumento de la producción mundial de leche durante la próxima década; la India y China por sí solas originarán el 40% del incremento. Se calcula que el consumo global de productos lácteos en los países en desarrollo crecerá más rápido que la producción, con un aumento de las exportaciones de los Estados Unidos, la Unión Europea, Nueva Zelanda, Australia y la Argentina.

Se espera que la producción de leche en los países en desarrollo aumente a más del doble de la tasa de los países desarrollados, 2.5% en comparación con el 1%, respectivamente. En la figura 3 se muestra la creciente importancia de los países en desarrollo en los mercados mundiales de productos lácteos, mostrándose como ejemplo la producción de India, la cual incluye la producción de leche de búfalo, superando la producción de la Unión Europea.

**Figura 3.** Perspectiva para la producción de leche en miles de toneladas.



**Fuente:** Secretariados de la OCDE y de la FAO.

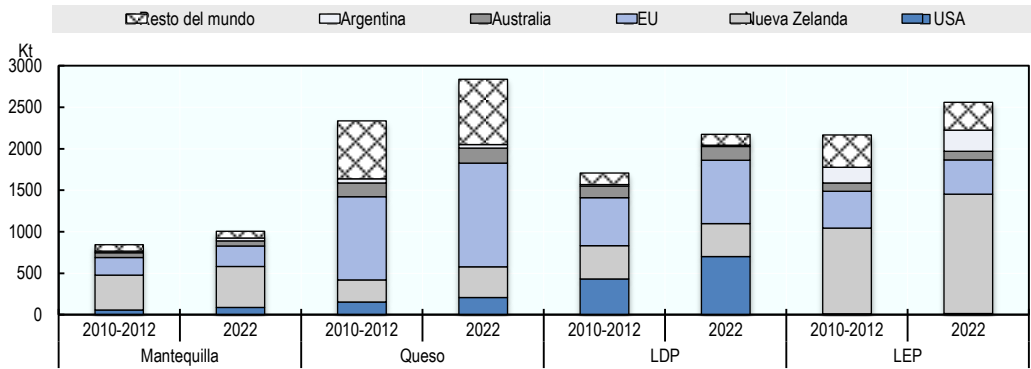
Para la FAO, La industria láctea se considera como un sector que ayuda a mejorar el desarrollo rural de las áreas geográficas, ya que genera importantes recursos económicos en numerosas partes del mundo a través de la producción y venta de leche.

El sector lácteo se considera un mercado muy localizado, debido a que la leche y sus derivados son productos voluminosos y perecederos que se consumen principalmente en el país o la región donde se producen. Sólo una reducida fracción de la producción mundial se comercializa internacionalmente ya que a pesar del desarrollo tecnológico en refrigeración y transporte, sólo el 7% de la leche producida se comercializa internacionalmente, todo esto sin contar el comercio interno que se lleva entre los integrantes de la Unión Europea.

El comercio de lácteos es muy inestable, ya que su comercialización se ve influenciada por factores tales como la situación económica general del país, las fluctuaciones de la oferta y la demanda, la variación de los tipos de cambio y las medidas políticas en aranceles, todo esto, se suma a la extrema concentración del mercado mundial de leche, en cuanto a los compradores y vendedores, trayendo como consecuencia que no se cubra con facilidad las crisis de la oferta y la demanda.

En la figura 4 se muestran los principales exportadores de productos lácteos, sólo Estados Unidos de América gana participación en el mercado en todos los rubros de exportación en los que opera.

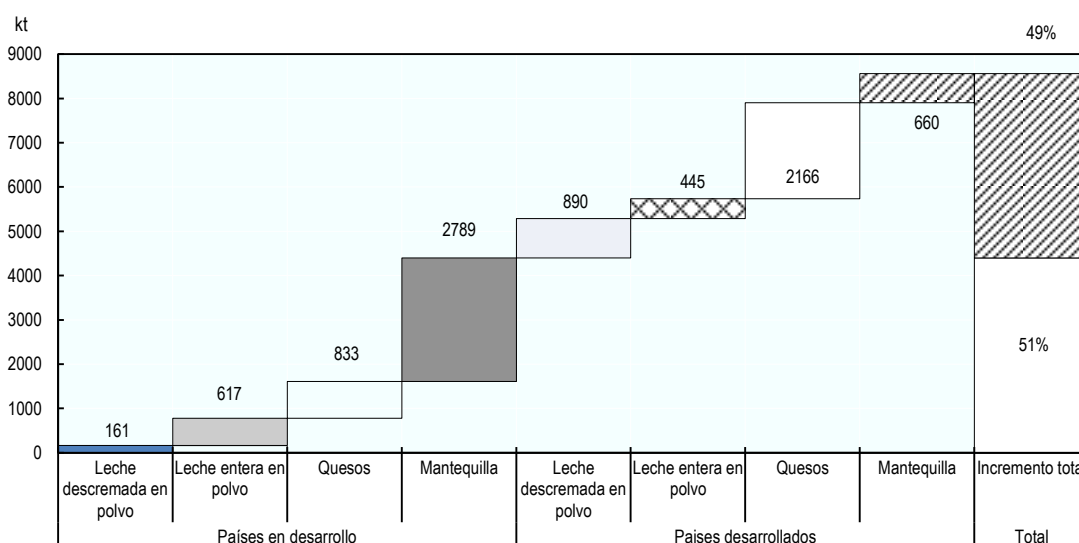
**Figura 4.** Principales exportadores de productos lácteos.



**Fuente:** Secretariados de la OCDE y de la FAO.

En la figura 5, se muestra el incremento en los productos lácteos en los países en desarrollo, que representan en conjunto el 51% durante el periodo de proyección 2013-2022, de los cuales la producción de mantequilla presenta el mayor incremento. Para los países desarrollados, la producción de queso aumentará más que todos los productos lácteos para 2022.

**Figura 5.** Crecimiento en la producción por región y producto lácteo hasta 2022, comparado con el periodo de referencia 2010-2012.



**Fuente:** Secretariados de la OCDE y de la FAO.

## 2.2. Industria láctea en México

México en el contexto mundial, ocupa el tercer lugar en producción de leche en América Latina, tabla 1, con más de 11 mil millones de litros al año, un hato de alrededor de dos millones 300 mil cabezas de ganado, en 254 mil unidades de producción medianas y pequeñas y la generación de cuatro millones de empleos directos e indirectos, con lo que contribuye de manera importante en el producto interno bruto del sector agropecuario nacional (Sagarpa, 2014).

**Tabla 1.** Principales productores de leche de bovinos en América Latina (millones de litros).

País	2009	2010	2011	2012	2013 <sup>p/</sup>	2014 <sup>e/</sup>
Brasil	28,795	29,948	30,715	31,490	32,380	33,375
Argentina	10,350	10,600	11,470	11,679	11,796	12,209
México	10,866	11,033	11,046	11,274	11,270	11,350

p/ Datos preliminares

e/ Datos estimados

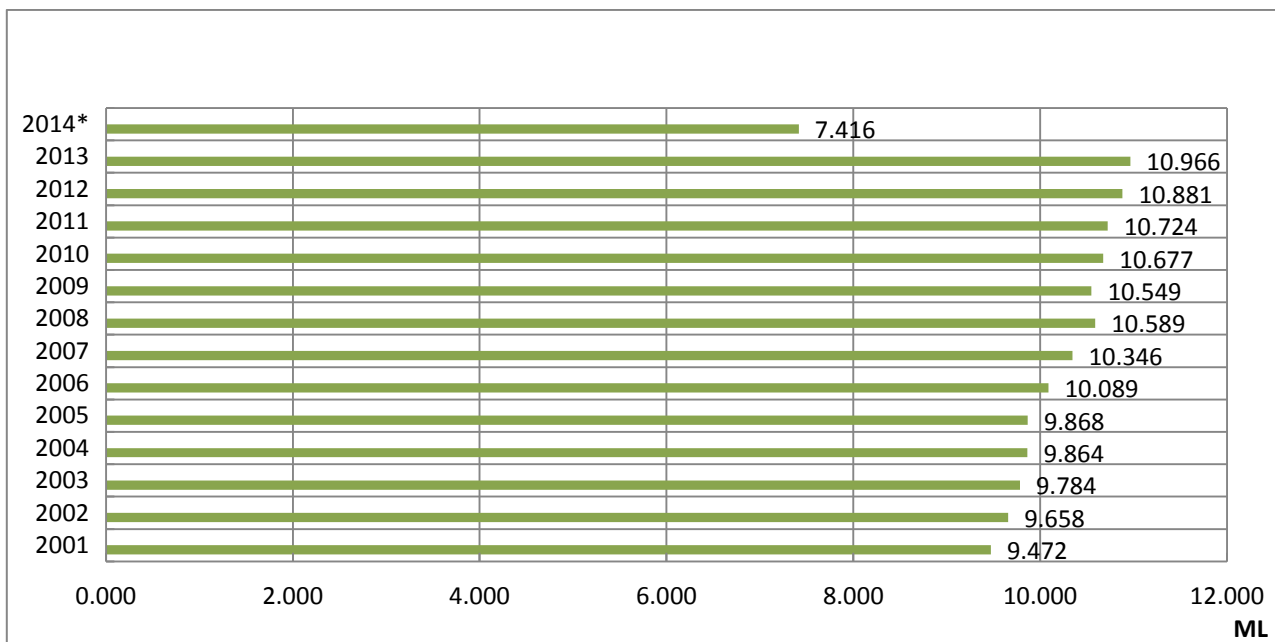
**Fuente:** SIAP con información del Dairy World Markets and Trade / FAS / USDA.

De acuerdo con los datos presentados por (Canilec, 2014), México produce 67.9% del consumo doméstico, necesitando la importación del restante 32.1%. De las proyecciones presentadas, la asociación prevé que México necesite producir 14,200 millones de litros de leche fresca para el año 2025, lo que representaría un crecimiento de 1,7% con respecto a la cantidad actual producida y manteniendo la misma balanza de pagos de productos lácteos.

### 2.2.1. Perspectiva industria láctea en México

La industria lechera en México presenta un crecimiento y desarrollo tanto en la producción primaria como la industrial, figura 6, así como los datos presentados en la tabla 2, que corresponden al tamaño de la industria láctea en México y su crecimiento en la última década.

**Figura 6.** Producción nacional de leche (millones de litros).



\*Cifras preliminares a agosto 2014

**Fuente:** Elaborado por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de la Sagarpa.

**Tabla 2.** Tamaño de la industria de la leche en México.

Concepto	Valor
Industrias formales	252
Personal ocupado en la industria de la leche y sus derivados.	87445
Del Producto Interno Bruto (PIB) de la producción nacional pecuaria (% del 2013).	20.3%
Crecimiento en la producción industrial en la última década	43.7 %
Crecimiento en la producción industrial en la última década	43.7 %

**Fuente:** Elaborado por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de la Sagarpa.

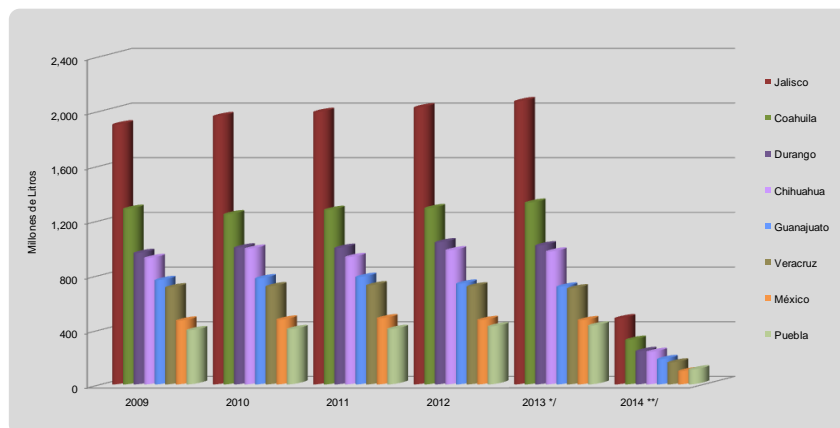


## 2.2.2. Principales estados productores de leche en México

En México la producción de leche de bovino es muy heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo la gran variedad de climas regionales y características de tradiciones y costumbres de las poblaciones. Sin embargo, la industria de productos lácteos es la tercera actividad más importante dentro de la rama de la industria de alimentos en México, y depende de la disponibilidad de la leche nacional su crecimiento.

La producción lechera en nuestro país se desarrolla en todo el territorio nacional, pero durante el periodo comprendido de 2009 a 2014 se ha concentrado en 8 estados, los que contribuyeron de manera conjunta con el 70% de la producción nacional en este período, destacándose Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua, Guanajuato Veracruz, México y Puebla, figura 7. Cabe señalar, que los estados de Coahuila y Durango se encuentran ubicados en la Región Lagunera, que es la más importante cuenca lechera del país, y que ocupa el primer lugar en producción a nivel nacional.

**Figura 7.** Principales estados productores de leche de bovino 2009-2014.



**\*/ Cifras acumuladas al mes de diciembre.**

**\*\*/ Cifras acumuladas al mes de marzo 2014.**

**Fuente:** SIAP con información de las delegaciones de la Sagarpa.

### 2.2.3. Producción de leche en el estado de Puebla y el municipio de Huejotzingo

El estado de Puebla se ubica como el octavo productor de leche a nivel nacional, manteniendo un incremento desde el periodo comprendido de 2009-2013, como se muestra en la tabla 3.

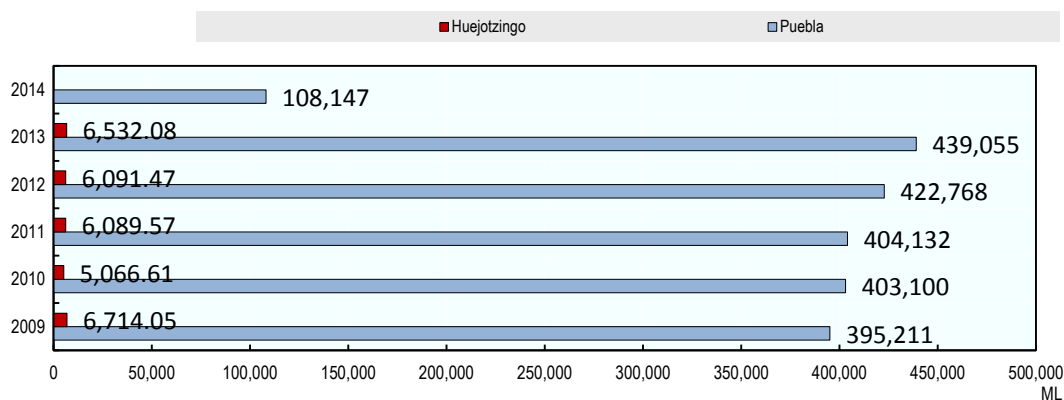
**Tabla 3.** Producción de leche en el estado de Puebla.

Puebla	2009	2010	2011	2012	2013	2014 <sup>e/</sup>
<b>Miles de litros</b>	395.211	403.100	404.132	422.768	429.299	108.147
<b>Variación Porcentual</b>	2.63%	2.00%	0.26%	4.61%	1.54%	

**Fuente:** SIAP con información de las delegaciones de la Sagarpa.

Para la presente propuesta, se realiza en el municipio de Huejotzingo en la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco del estado de Puebla. El municipio de Huejotzingo participa en la producción del estado con 440 mil litros de leche por año, siendo el octavo productor de leche en el país. En la figura 8 se muestra la producción del estado con la producción generada en el municipio de Huejotzingo en el periodo comprendido de 2009 a 2014.

**Figura 8.** Producción de leche en el estado de Puebla y en el municipio de Huejotzingo.



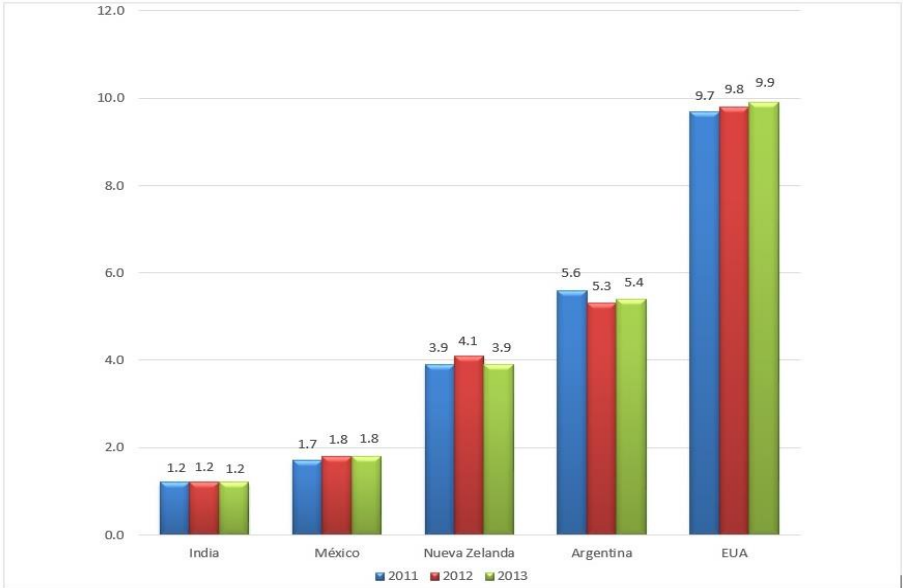
**Fuente:** SIAP con información de las delegaciones de la Sagarpa.

### 2.3. Productividad industria láctea

La productividad en el sector lechero, se mide considerando el número de cabezas de ganado por el volumen de leche producido, en este sentido, México conjuntamente con India, son dos de los países con menor productividad en lo que producción de leche se refiere como se muestra en la figura 9. A pesar de que se han logrado avances significativos, nuestro país se sigue rezagando con el resto de países con los que se comercializa productos lácteos.

La tendencia mundial es producir más leche con menor número de animales ya que en los países industrializados han logrado aumentar su productividad, haciendo más eficientes sus procesos, mientras que para los países en desarrollo como es México, han aumentado su producción en leche, aumentando la cantidad de cabezas de ganado, por lo que el desarrollo en esta área deberá intensificarse en los próximos años, haciendo más eficiente toda la cadena productiva de la industrialización de la leche y la producción de derivados lácteos, principalmente de la industria artesanal (FAO, 2014).

**Figura 9.** Productividad de leche en el mundo (toneladas/cabeza).



**Fuente:** USDA (United States Department of Agriculture), Foreign Agricultural Service.

## **2.4. Tendencias y retos industria láctea mexicana**

### **2.4.1. Tendencias**

- Se seguirá importando materias primas complementarias a la producción nacional.
- La integración de las empresas serán cada vez más frecuentes para atender el mercado nacional y su crecimiento además para competir en el escenario internacional.
- La integración de los sectores primarios y de comercialización será necesaria para mejorar el conocimiento y atención al consumidor.
- Para el desarrollo de la industria láctea será necesario ser abastecida por ganaderos más integrados que cuenten con sistemas de enfriamiento, concentración, estandarización, inocuidad, transporte, entre otros.
- La industria seguirá creciendo y se estima que en 2025 deben producirse 14,200 millones de litros/año (+1.7% anual) de leche fresca, para abastecer un mercado de 18,200 millones de litros/año (+1.4% anual) en un México de 126 millones de habitantes.

### **2.4.2. Retos**

- Aprovechamiento integral del suero de leche, generado por la industria quesera, aprovechando sus nutrientes y agua, evitando daños al ambiente.
- Innovación y creatividad en productos terminados y tecnología para dar valor agregado.
- Mantener e intensificar la autorregulación en calidad, normalización y ética de comercialización.
- Inocuidad en toda la cadena.

Para la empresa familiar Lácteos “Santa Ana”, se ha hecho énfasis en el mejor aprovechamiento de los recursos naturales y humanos en cuanto a eficientar sus procesos productivos mejorando su productividad. El impacto negativo que trae la descarga de sus residuos líquidos que traen grandes cargas de materia orgánica se suma al desperdicio de producto, impactando en la contaminación del ambiente por las descargas a los sistemas de drenaje. La propuesta que se desarrolla, va directamente al tratamiento de los efluentes líquidos a través de la implementación de una planta de tratamiento, dando el sustento teórico y técnico para fundamentar su utilización, que se trata en el siguiente tema de residuos líquidos.

## **2.5. Residuos industriales**

Los residuos industriales son los materiales que se desechan de los procesos industriales y que se pueden encontrar en estado sólido, líquido o gaseoso. En la industria, la contaminación generada por los residuos puede clasificarse en las siguientes fuentes: emisiones atmosféricas, residuos sólidos, residuos tóxicos y peligrosos y residuos líquidos (Tetra Pak Processing System, 2014).

Para la industria láctea, la contaminación generada está básicamente relacionada por sus residuos líquidos y sólidos. Los residuos sólidos generados en el proceso productivo la mayoría pueden ser reciclados hacia otros sectores industriales; mientras que los lodos generados en la planta de tratamiento usualmente son dispuestos en vertederos o reutilizados como abono.

Los residuos líquidos generados por la industria se caracterizan por un contenido medio de DBO5, por una carga elevada de sólidos suspendidos y carga media de aceites y grasas.

### 2.5.1. Residuos líquidos.

Las industrias lácteas se pueden dividir en diversos tipos de plantas dependiendo del tipo de producto que procesen, como la obtención de leche fresca, pasteurizada y descremada, fabricación de mantequillas, leche condensada, leche en polvo y fabricación de quesos.

Los residuos líquidos vertidos por las plantas están constituidos en su mayor parte por leche entera, leche tratada y suero de derrames obligados o accidentales. El efluente líquido presenta como principales contaminantes aceites y grasas, sólidos suspendidos, DQO, DBO y nitrógeno amoniacal. El azúcar constituyente de la leche denominada lactosa es uno de los principales aportantes de DBO en los procesos productivos. Adicionalmente, el efluente líquido presenta variaciones significativas en pH y temperatura durante el día. Además los residuos líquidos aportan nutrientes como fósforo y nitrógeno que lo hace potencialmente nocivo en su vertido en cuerpos superficiales.

El origen de los principales elementos contaminantes de los residuos lácteos es proveniente de los procesos de producción de quesos, cremas y mantequilla, el proceso de lavado de torres de secado y las soluciones de limpieza alcalina. Se estima que el suero generado en la elaboración de quesos tiene una DBO<sub>5</sub> del orden de 40.000 - 50.000 mg/lit (Semarnat, 2014).

Como ejemplo, las pérdidas de leche en una industria sin una automatización elevada son del orden de un 10 a un 20%, mientras que en una industria completamente automática puede reducirse al 2%. Cabe destacar que la práctica internacional indica que la generación de efluente en industria láctea obedece a 1-2 lit de agua/lit de leche procesada.

Los residuos líquidos que salen de las diversas plantas de tratamiento, que llegan lamentablemente en su mayoría a los sistemas de drenaje y alcantarillado y en muy poca proporción a los sistemas de tratamiento con que cuentan algunas

plantas, son debido a un deficiente diseño o funcionamiento del proceso; restos de lavados que contienen productos químicos, alcalinos u otros, utilizados para limpiar los recipientes, lo mismo que restos parcialmente caramelizados de depósitos, tanques, utensilios, zonas calientes, y sistemas de evaporación (Nemerow y Dasgupta, 1998).

Si los lodos generados por las plantas de tratamiento de residuos líquidos fueran sometidos primero a un tratamiento físico químico y biológico, y luego a un tratamiento de digestión posterior, ya sea aeróbico o anaeróbico, se produciría una disminución drástica en su cantidad.

## **2.6. Características de los residuos líquidos de las industrias lácteas.**

Las industrias lácteas se encuentran en muchos lugares y para la caracterización de sus efluentes hay que considerar la variación en el tamaño de las mismas y en el tipo de productos que fabrican. Los efluentes residuales de las industrias lácteas son, generalmente, neutras o un poco alcalinas, pero tienen tendencia a volverse ácidas rápidamente por la fermentación de la azúcar de la leche convirtiéndose en ácido láctico. La lactosa en los residuos líquidos puede pasar a ácido cuando los cursos de agua están sin oxígeno disuelto y con ello ocasionar la precipitación de la caseína que haya quedado en el agua (Demet, Cobanoglu, Tunalioglu y Ova, 2012).

### **2.6.1. Tipos de residuos líquidos de las industrias lácteas.**

Este tipo de industria genera diferentes tipos de efluentes residuales producto de una amplia gama de actividades que provienen de los procesos productivos, los servicios sanitarios y la limpieza de equipo y pisos.

Los residuos líquidos de la industria láctea se pueden dividir en tres categorías:

- Aguas de enfriamiento. Normalmente está libre de contaminantes, descargándose en los colectores de aguas pluviales o de proceso para las plantas industriales, reutilizándose mediante pantas de tratamiento y sistemas de enfriamiento. Lamentablemente para las empresas micro y familiares estas aguas no se reutilizan a través de su contención y limpieza enviándose inmediatamente, a los sistemas de drenaje y alcantarillado, perdiéndose grandes cantidades de agua en los procesos productivos.
- Residuos líquidos de sanitarios. Están compuestas por aguas negras que contienen materia fecal y aguas producto de la higiene personal, presentan alto contenido de materia orgánica, jabón, grasas, partículas minerales y una gran cantidad de microorganismos, normalmente se recoge en colectores que van directamente al sistema de alcantarillado.
- Residuos líquidos industriales. Proceden de descargas de leche y productos de la limpieza de los equipos que han estado en contacto con los productos lácteos. La concentración y la composición de los residuos líquidos dependen del plan de producción, de los métodos de operación y del diseño de la planta del proceso (Tetra Pak Processing System, 2012).

## **2.7. Características de los efluentes líquidos residuales de las industrias queseras.embalse**

Los tipos de queso existentes en el mercado son tan numerosos como sus métodos de preparación. Para las industrias queseras se pueden distinguir cinco operaciones fundamentales: la preparación de la leche, la coagulación, el escurrimiento, el salado y la maduración. De manera general, casi todos los tipos de quesos se elaboran de la misma forma siguiendo estas operaciones, pero las diferencias que generan la enorme variedad de quesos existentes están en las



variaciones particulares para cada una de ellas, así como en el tipo de leche y microorganismos utilizados (Aguilar, Montero, y De la Cruz, 2006).

Los residuos líquidos de la elaboración de quesos difieren de los otros procesos debido a la presencia del suero y la gran cantidad de sólidos en suspensión (cuajo), además de que tienden a convertirse en residuos ácidos a causa de la fermentación de la azúcar, en su transformación en ácido láctico (Zeno, Jones, Pappas y Wicks, 2007).

#### 2.7.1. Efluentes derivados de la elaboración del queso.

Durante la elaboración del queso se obtiene como principal residuo el suero de queso o lactosuero, que es el líquido resultante de la coagulación de la leche durante la elaboración del queso, esto tras la separación de las caseínas y de la grasa, representa el 80 - 90% del volumen de la leche que entra en el proceso. Estos efluentes son los que más contaminación provocan en las queserías si no tienen un aprovechamiento posterior (Badui, 2006).

##### 2.7.1.1. Suero del queso o lactosuero.

Su composición varía dependiendo de las características de la leche y de las condiciones de elaboración del queso de que proceda. En la tabla 4, se muestra las cifras de composición aproximada del suero procedente de la elaboración del queso.

**Tabla 4.** Composición aproximada del lactosuero.

Constituyente	Suero de queso (%)
Sólidos totales	6.4
Agua	93.6
Grasa	0.05
Proteína	0.55
NNP (nitrogeno no protéico)	0.18

Lactosa	4.8
Sales minerales:	0.5
Calcio	0.043
Fósforo	0.040
Sodio	0.050
Potasio	0.16
Cloruro	0.11
Ácido láctico	0.05

**Fuente.** El lactosuero en la alimentación del ganado porcino (Abigail, 2009).

## **2.7.2. Composición de los efluentes líquidos de la industria quesera**

Para la elección de los procesos de tratamiento de los efluentes residuales líquidos de la industria quesera es importante conocer los parámetros físicos y químicos utilizados para describir y determinar su calidad. Los parámetros se utilizan para evaluar y controlar los diversos procesos de tratamientos existentes realizando mediciones de forma continua o discreta. Los contaminantes pueden encontrarse de forma disuelta o en suspensión, y por su naturaleza química ser orgánicos o inorgánicos (Méndez y González, 2009).

### **2.7.2.1. Potencial de hidrógeno (pH)**

Como resultado del uso de detergentes y desinfectantes tanto ácidos como alcalinos en el proceso de limpieza, el pH de los efluentes residuales líquidos varía entre 2 y 12. Esta variación de pH interfiere en la actividad orgánica de los microorganismos que descomponen los contaminantes orgánicos en el proceso de tratamiento transformándola en lodos biológicos y biogás según corresponda el proceso o procesos biológicos utilizados.

Por recomendaciones encontradas en bibliografía se recomienda que el efluente con un pH por encima de 10 o por debajo de 6.5 no se deba descargar al sistema de tratamiento utilizado ya que puede ocasionar corrosión en las tuberías,

materiales y accesorios. Los detergentes y desinfectantes utilizados serán por lo tanto, normalmente recogidos en el tanque de mezcla, a menudo localizado cerca de la planta de limpieza; midiéndose el pH y regulándose hasta un pH de 7.0 antes de descargarlos a los sistemas de tratamiento (Burhanettin, Bulent, Ergun, y Alper, 2004).

#### 2.7.2.2. Sólidos totales

Los sólidos totales orgánicos e inorgánicos presentes en los efluentes residuales son los residuos que quedan una vez que la parte líquida se ha evaporado y el remanente se ha secado a peso constante a 103 °C. La diferencia de peso entre las dos muestras secas indica el contenido de sólidos en suspensión disueltos o no disueltos. En la tabla 5 se muestra la clasificación de los sólidos, se mantienen a 550°C durante 15 min., y las cenizas residuales obtenidas representan los sólidos inorgánicos y la pérdida de materia volátil es el contenido orgánico (Ortega, 2007).

**Tabla 5.** Clasificación de sólidos totales.

Sólidos totales	Sólidos totales (Residuo a 100 °C)	Inorgánicos (Residuo a 550 °C)	Orgánicos (Pérdida a 550 °C)
Sin filtrar (en suspensión +disueltos)	Sólidos totales (ST)	Sólidos Totales Fijos (STF)	Sólidos Totales Volátiles (STV)
Filtrada (disueltos)	Sólidos Totales Disueltos (STD)	Sólidos Fijos Disueltos (SFD)	Sólidos Volátiles Disueltos (SVD)
Por diferencia		Sólidos en Suspensión (SS)	Sólidos Volátiles en Suspensión (SVS)

**Fuente:** Henry & Heinke, 1999

#### 2.7.2.3. Grasas y aceites

Las grasas animales y aceites son compuestos de alcohol (ésteres) o glicerol (glicerina) y ácidos grasos. Los ésteres de ácidos grasos que son líquidos a temperatura ambiente se llaman aceites y los que son sólidos se llaman grasas.

Son compuestos orgánicos más estables y no se descomponen fácilmente por las bacterias. En su mayoría flotan sobre el agua residual, aunque una parte de ellos es llevada al fango por los sólidos sedimentables.

Si la grasa no se elimina antes de ser vertidas en el sistema de tratamiento biológico puede interferir con la vida biológica en las aguas y crear películas y materias en flotación imperceptible (Parra, 2010).

#### 2.7.2.4. Contaminantes inorgánicos

Los componentes inorgánicos de los efluentes son casi en su totalidad sales minerales, y son determinadas en gran medida por medio de la composición iónica y la concentración salina del agua. Los procesos de tratamiento de los efluentes hoy en día se centran en la reducción de nitrógeno, sales fosfóricas y metales pesados.

El nitrógeno y los compuestos fosfóricos son importantes ya que son nutrientes para los organismos, por ejemplo las algas. Otros procesos secundarios pueden tener lugar en el embalse, formando sustancias orgánicas adicionales que cuando se descomponen, pueden aumentar considerablemente la demanda orgánica que sería causada en principio por los contaminantes orgánicos de los efluentes (Tetra Pak Processing System, 2003).

Los componentes inorgánicos más comunes incluyen los siguientes:

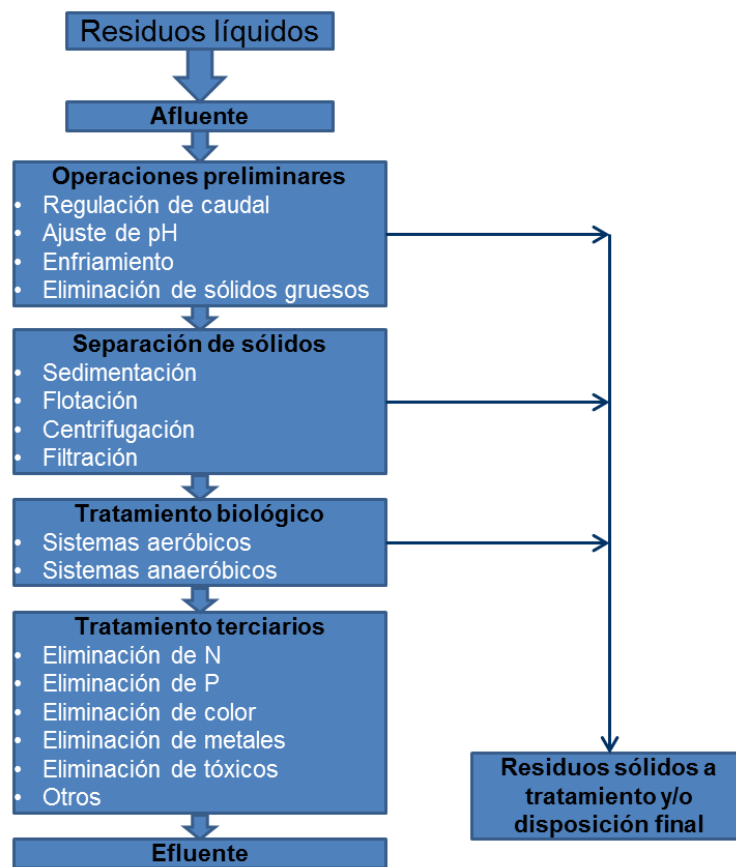
- Cloruros y sulfatos: presentes normalmente en el agua y en residuos generados por humanos.
- Nitrógeno y fósforo: en sus diversas formas (orgánicas e inorgánicas) en residuos en humanos, con fósforo adicional de los detergentes.
- Carbonatos y bicarbonatos: normalmente presentes en el agua y en los residuos como sales de calcio y de magnesio.
- Sustancias tóxicas: arsénico, cianuro y metales pesados como Cd, Cr, Hg, Pb y Zn que pueden estar presentes en los residuos industriales (Parra, 2010).

## 2.8. Tecnologías de tratamiento de residuos líquidos lácteos.

Una planta de tratamiento para efluentes lácteos requiere ser diseñada para remover los niveles contaminantes de parámetros tales como: DBO, aceites y grasas, sólidos suspendidos, y para corregir el pH del efluente. Debido a que en la mayoría de los casos se requiere lograr niveles en el parámetro DBO menores a 500 mg/L, es necesario diseñar sistemas de tratamiento que consideren además de un pretratamiento y un tratamiento biológico.

Los sistemas de tratamiento de uso frecuente para residuos líquidos se presentan en la figura 10, donde se incluyen algunas características operacionales y de diseño básicas.

**Figura 10.** Sistema de tratamiento de residuos líquidos.



Fuente: Comisión Nacional del Agua 2014.

- Tratamiento primario. La primera etapa de un sistema de tratamiento de residuos líquidos incluye normalmente, la separación de sólidos y material no disuelto, neutralización de pH, regulación de caudal y estabilización térmica. La variedad de sistemas y tecnologías disponibles comercialmente es muy amplia generalmente. Los sólidos más gruesos se eliminan a través de cribas, mientras que aquellos de menor tamaño se eliminan usando mecanismos de sedimentación o flotación.
- Tratamiento secundario. El tratamiento secundario o biológico de los efluentes orgánicos de la industria láctea, consiste en la eliminación de los contaminantes biodegradables del agua mediante microorganismos, para los cuales estos contaminantes constituyen el alimento. El espacio donde se realiza este tratamiento se denomina reactor biológico, en el que se deben mantener las condiciones ambientales adecuadas para permitir el desarrollo óptimo de dichos microorganismos. Los procesos biológicos que se utilizan en el tratamiento de aguas residuales pueden ser aeróbicos o anaeróbicos. Los primeros constituyen el mecanismo clásico de tratamiento para residuos líquidos con alta carga orgánica logrando reducciones de hasta el 95% de la DBO y sólidos suspendidos totales (SST). En los procesos anaeróbicos, la materia orgánica se descompone por la acción de los microorganismos en la ausencia del oxígeno, y se producen metano y anhídrido carbónico. Se utiliza principalmente para la estabilización de lodos de aguas negras y en el tratamiento de aguas residuales, provenientes de industrias con una base biológica, donde los residuos tienen un contenido de materia orgánica comparable a la de los lodos espesados.

Otro de los tratamientos secundarios utilizados por la industria láctea es el sistema biológico conocido como lombrifiltro. El sistema de tratamiento consiste básicamente en un sistema conformado por distintos estratos filtrantes, inertes y orgánicos, encontrándose en el estrato superior una alta densidad de lombrices y

microorganismos, cuya misión es efectuar la degradación de la materia orgánica presente en los efluentes orgánicos de la industria láctea. El principio del sistema de tratamiento consiste en el uso de lombrices que consumen la materia orgánica de los afluentes residuales transformándola, por oxidación, en dióxido de carbono y agua. Una parte, aproximadamente un tercio, pasa a constituir masa corporal y la otra da origen a lodos que puede ser utilizado para mejorar los terrenos. En el proceso se genera una rica flora bacteriana que también contribuye a la degradación de la materia orgánica presente.

- **Tratamiento terciario.** Se aplica para la eliminación de contaminantes que no fueron eliminados en los tratamientos primario y secundario. En esta categoría se incluyen sistemas para eliminar otros contaminantes, tales como: metales, nitrógeno, fósforo, compuestos coloreados, y compuestos no biodegradables.

## 2.9. Tratamiento de los residuos líquidos de la industria en México.

En la tabla 6 se muestran las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por el sector público y privado, haciendo notar que para el estado de Puebla se cuentan con 70 plantas de las cuales hasta este año 2014, se acaba de inaugurar una primera planta de tratamiento para la región de Huejotzingo Puebla. Siendo la región donde se ubica la propuesta de mejora para la empresa familiar de elaboración de quesos en la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco que pertenece al municipio de Huejotzingo.

**Tabla 6.** Resumen del inventario nacional de plantas municipales de tratamiento de aguas residuales en operación.

Entidad federativa	Número de plantas	Capacidad instalada	Caudal de operación
		(Litros por segundo)	
Total Nacional	2 289	137 082.1	97 640.2

Aguascalientes	132	4 783.5	3 351.7
Baja California	36	7 568.6	5 732.9
Baja California Sur	23	1 447.5	1 062.8
Campeche	26	174.5	147.3
Coahuila de Zaragoza	20	4 956.5	3 858.0
Colima	59	1 773.5	1 349.1
Chiapas	31	1 543.5	856.0
Chihuahua	156	9 207.3	6 459.2
Distrito Federal	28	6 770.5	3 329.8
Durango	173	4 351.9	3 345.7
Guanajuato	62	5 990.4	4 443.6
Guerrero	58	3 890.8	3 147.0
Hidalgo	17	377.5	367.2
Jalisco	151	7 016.3	5 256.3
México	139	8 743.0	6 493.9
Michoacán de Ocampo	32	3 654.5	2 845.6
Morelos	50	2 777.7	1 810.6
Nayarit	64	2 393.6	1 628.4
Nuevo León	60	17 494.0	10 250.1
Oaxaca	69	1 520.5	995.1
Puebla	70	3 213.9	2 767.8
Querétaro	84	2 293.4	1 500.3
Quintana Roo	34	2 350.5	1 724.2
San Luis Potosí	38	2 509.9	2 115.2
Sinaloa	210	5 794.6	5 004.1
Sonora	81	4 932.5	3 027.2
Tabasco	77	2 077.9	1 613.9



Tamaulipas	45	7 782.8	5 876.1
Tlaxcala	63	1 117.2	818.5
Veracruz de Ignacio de la Llave	105	6 911.9	5 359.4
Yucatán	28	491.4	99.1
Zacatecas	68	1.170.8	1.004.3

**Fuente:** INEGI. Censos Económicos, 2009. Panorama Censal de los Organismos Operadores de Agua en México. México, 2011. Fecha de actualización: martes 11 de diciembre de 2012.

En la tabla 7 se muestran todos los tratamientos de los residuos líquidos utilizados a lo largo de la república mexicana que corresponde a 2289 plantas. Las plantas de tratamientos más utilizados para los efluentes residuales son los tratamientos primarios con 1308 plantas, en segundo lugar encontramos a los tratamientos secundarios con 891 plantas y finalmente el tratamiento terciario con 90 plantas, (Conagua, 2011).

**Tabla 7.** Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación.

Proceso	Plantas		Capacidad instalada		Caudal tratado	
	No.	%	l/s	%	l/s	%
<b>Total Nacional</b>	<b>2 289</b>	<b>100</b>	<b>137 082.1</b>	<b>100</b>	<b>97.640.2</b>	<b>100</b>
Aerobio	7	0.31	34.8	0.03	25.9	0.03
Anaerobio	68	2.97	863.3	0.63	478.4	0.49
Biológico	19	0.83	397.2	0.29	331.5	0.34
Discos Biológicos o Biodiscos	10	0.44	544.0	0.4	358.0	0.37
Dual	14	0.61	5 845.5	4.26	5 043.1	5.16
Filtros Biológicos o Rociadores o Percoladores	38	1.66	6 626.7	4.83	5 676.9	5.81
Fosa Séptica	96	4.19	207.2	0.15	117.5	0.12
Fosa Séptica + Filtro Biológico	11	0.48	25.1	0.020	15.5	0.02
Fosa Séptica + Wetland	82	3.58	187.8	0.14	119.8	0.12
Humedales (Wetland)	69	3.01	674.5	0.49	513.1	0.53

Lagunas Aireadas	35	1.53	9 838.8	7.18	7 573.8	7.76
Lagunas de Estabilización	729	31.85	19 701.4	14.37	13 923.3	14.26
Lodos Activados	667	29.14	78 786.5	57.47	53 423.6	54.71
Primario Avanzado	13	0.57	5 310.0	3.87	4 915.0	5.03
Primario o Sedimentación	20	0.87	2 784.2	2.03	1 598.4	1.64
Rafa + Filtro Biológico	26	1.14	122.6	0.09	65.1	0.07
Rafa o Wasb	185	8.08	1 943.5	1.42	1 283.0	1.31
Rafa. Wasb + Humedal	14	0.61	124.5	0.09	89.4	0.09
Reactor Enzimático	69	3.01	158.3	0.12	130.1	0.13
Sedimentación + Wetland	18	0.79	41.2	0.03	28.2	0.03
Tanque Imhoff	52	2.27	564.6	0.41	350.8	0.36
Tanque Imhoff + Filtro Biológico	20	0.87	95.5	0.07	52.2	0.05
Tanque Imhoff + -wetland	1	0.04	10.0	0.01	5.0	0.01
Terciario	4	0.17	105.0	0.08	53.9	0.06
Zanjas de Oxidación	17	0.74	2 042.8	1.49	1 445.8	1.48
Otro	5	0.22	47.0	0.03	23.0	0.02

**Fuente:** Conagua, inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación. Diciembre de 2011.

En México los principales procesos para el tratamiento de aguas residuales como se muestra en la figura 11, están en primer lugar las lagunas de estabilización con 729 plantas y un porcentaje con respecto al total de 31.85%, en segundo lugar los procesos de lodos activados con 667 plantas y un porcentaje de 29.14% , en tercero los procesos Rafa o Wasb con 185 plantas y un porcentaje de 8.08% que dentro de estos tres procesos corresponden a aproximadamente el 70% de procesos utilizados para tratamientos de los efluentes líquidos de los diversos sectores productivos (Conagua, 2011).

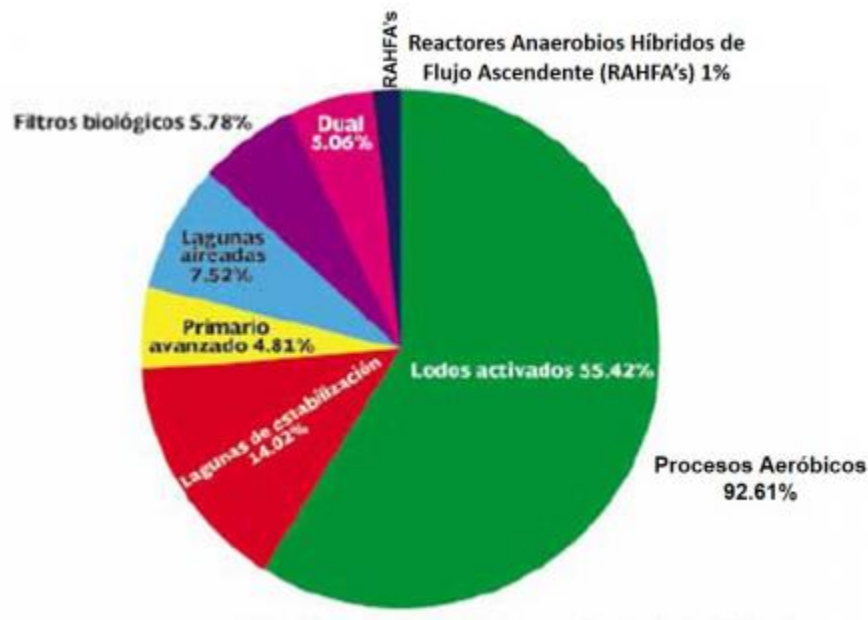
#### 2.9.1. Sistemas aerobios contra anaerobios

El tratamiento de aguas para reúso, reincorporación a los cuerpos de agua superficiales o reinfiltración a los mantos freáticos no es una opción generalizada

en México. Las plantas de tratamiento que existen utilizan tecnologías contaminantes, son altas en uso de energía y producen desechos tóxicos como resultado de su operación.

La mayoría de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) han optado por métodos convencionales de tratamiento, en particular por el de lodos activados que requiere de un uso intensivo de productos químicos y de energía en el proceso, genera emisiones de contaminantes al aire y tiene como residuo grandes cantidades de lodos tóxicos para los que no se tienen sitios seguros de disposición final.

**Figura 11.** Principales procesos de tratamiento de aguas residuales municipales 2012.



**Fuente:** Conagua, inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación. Diciembre de 2013.

Los sistemas anaeróbicos tienen la ventaja de no requerir aireación, por lo que la demanda de energía es mucho menor y no requiere de mano de obra calificada, ambos insumos son el mayor impacto en la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Los reactores anaerobios híbridos de flujo ascendente consiguen dos funciones en una sola estructura, un filtro anaeróbico y

un reactor de flujo ascendente. Los sistemas aeróbicos requieren un gran gasto de energía para asegurar que las bacterias tengan los niveles adecuados de oxigenación a pesar de las altas cargas orgánicas. Lo anterior causa que los costos de operación de estas plantas sean muy elevados. Según el inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación, 2012 de Conagua, más del 16% de las plantas construidas en México se han dejado de operar. Aunque existen opiniones de que este porcentaje puede ser de más de 60%.

Por lo anterior las plantas de tratamiento con biotecnología anaerobia tienen ventajas importantes sobre las plantas con procesos aeróbicos

- Baja producción de lodos de un 10% con respecto a lodos activados.
- Lodos estabilizados listos para usarse como mejoradores de suelo.
- Bajo o nulo requerimiento energético.
- No se necesita adicionar nutrientes.
- Producción energética como es biogás que se puede convertir a energía eléctrica.
- Altas cargas de trabajo que reducen el volumen de los tanques y requerimientos de espacio.
- Operación muy sencilla y económica.
- Arranque muy rápido con previa inoculación.
- Pulimento del efluente tratado por medio de humedales como son de ciénega y/o biofiltros para mejorar la calidad del efluente.
- Sin Malos Olores.
- Pueden operar por gravedad con el diseño apropiado sin gastar energía eléctrica.

En la tabla 8, se muestra las ventajas y desventajas de los dos procesos de tratamiento biológicos utilizados para los residuos líquidos.

**Tabla 8.** Resumen características técnicas.

Concepto	Anaeróbico	Aerobio
Costo de operación	Menor a MN\$3.00/m <sup>3</sup>	Mayor a MN\$6.00/m <sup>3</sup>
Aireación	Ninguna	24h/día
Superficie requerida	Menor	Mayor
Olores	No	Si
Efectividad con altas cargas orgánicas	Excelente	Buena
Subproductos sólidos	Lodos anaeróbicos (materia orgánica degradada)	Lodos activos (materia orgánica degradada)
Uso de subproductos sólidos	Abono	Abono (necesario tratamiento)
Subproductos gaseosos	Biogás	CO <sub>2</sub>
Uso de subproductos gaseosos	Energía	Ninguno
Horas hombre/día	Bajo	Alto
Trabajo de bombas de agua	Intermitente	Continuo
Consumibles	Químicos (opcional)	Biológicos y químicos

**Fuente.** Desarrollo propio

## 2.10. Producción de biogás.

El biogás es uno de los subproductos obtenidos en la digestión anaerobia. Es un gas similar al gas natural que es extraído de los yacimientos, a diferencia de que éste último contiene una variedad de hidrocarburos como etano, propano y butano.

Dependiendo del proceso de digestión y de la materia prima digerida el biogás tendrá distinta composición, aunque generalmente se compondrá por un 60-65% de metano (CH<sub>4</sub>), 30-40% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y en menor proporción se

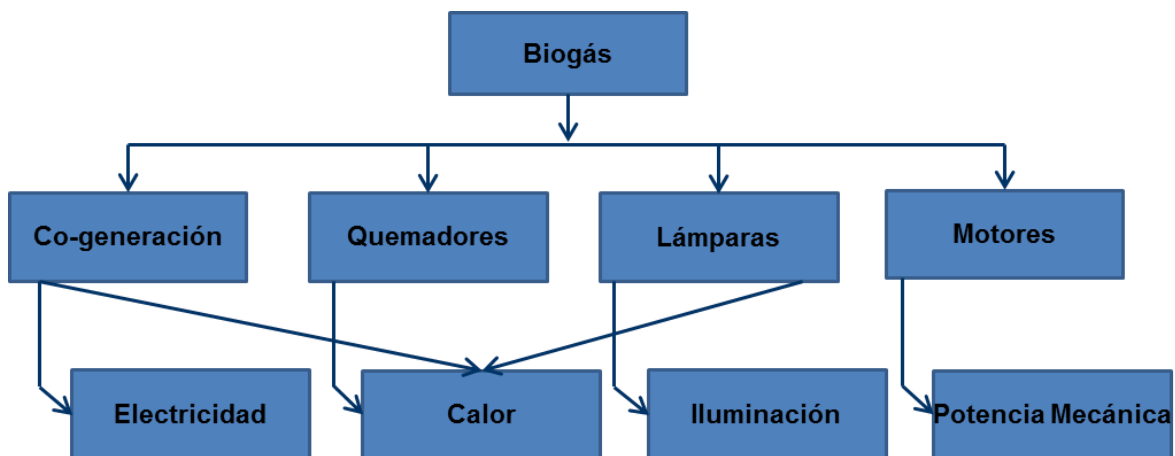
encuentran trazas de ácido sulfhídrico, nitrógeno hidrógeno, argón y otros compuestos orgánicos volátiles (COV's).

El metano contenido en el biogás puede ser utilizado en la generación de calor, en la producción de electricidad o como combustible de automóviles. Como beneficio por su uso podemos decir que:

- Se disminuye el consumo de combustibles fósiles
- Reduce el costo de la energía eléctrica
- Combustible fiable y respetuoso con el medio ambiente
- Autosuficiencia energética

Con el sistema de tratamiento propuesto se promueve el aprovechamiento del biogás como fuente de producción energética (electricidad), por medio de motores generadores a biogás. Esto permite que la energía que consume la planta, en lo posible sea abastecida por el mismo sistema. En caso de que el sistema genere más electricidad de la que requiere para operar, la electricidad sobrante puede ser comercializada, lo que representa una ganancia extra y acelera la recuperación de la inversión inicial. En la figura 12 se muestra su utilización.

**Figura 12.** Producción de biogás.



**Fuente.** Desarrollo propio.

## **2.11. Eco-eficiencia y contabilidad ambiental en México.**

El deterioro ambiental, la escasez de recursos naturales y la contaminación demandan que en la economía se incorporen los recursos naturales en los sistemas productivos como se considera actualmente en la economía ecológica (Cleveland, 2001), que estudia las relaciones entre el sistema natural y los subsistemas social y económico. La carga ambiental de la economía aumenta con el consumo y el crecimiento demográfico.

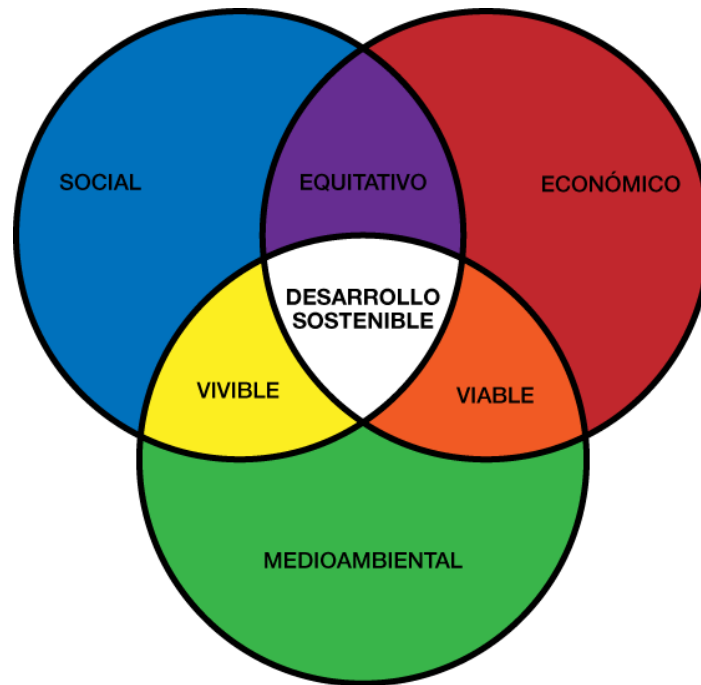
De acuerdo con algunos especialistas, las empresas son estructuras organizacionales ineficientes, incapaces de lograr resultados sin degradar el medioambiente. Bajo esta condición los grupos de interés dirigen su atención al desarrollo de soluciones ambientales, presionando a la empresa para que integre el cuidado del ambiente en su estrategia de negocio. La respuesta de las empresas es la instrumentación de prácticas empresariales de sustentabilidad, eco-eficiencias, eco innovaciones y eco-diseños (Fraj, 2010). Sin embargo, aún son pocas las empresas que adoptan una actitud proactiva con el medio ambiente, por lo que no tienen una perspectiva financiera que integre contablemente las prácticas de la gestión ambiental en el desempeño de la organización. En este contexto, el presente trabajo tiene el propósito de utilizar la contabilidad ambiental como estrategia ambiental a través de la gestión eco-eficiente de los residuos líquidos de la industria láctea, ya que ofrece información de los beneficios en términos de disminución de costos, ahorro, inversión y rentabilidad.

La empresa se ha convertido en un elemento fundamental de la sociedad y al mismo tiempo fuente de la satisfacción de necesidades de los consumidores. En definitiva, la empresa es fuerza impulsora del cambio social que incide en una mejor calidad de vida, pero en contraste la actividad empresarial también causa una serie de problemas e inconvenientes como la contaminación, escases de recursos, daño ecológico, consecuencia del mal uso de los recursos naturales o por el poco interés por la conservación del medio ambiente. El ecologismo empresarial, según Barnejee (citado por Makhno, 2008) se define como el reconocimiento de la importancia de los principios medioambientales a los que

tienen que hacer frente las empresas y la integración de los mismos dentro de sus planes estratégicos.

El desarrollo sostenible conceptualmente hace énfasis en la relación entre el bienestar de la sociedad es un conjunto de indicadores del desempeño de una organización en tres áreas, como se muestra en la figura 13.

**Figura 13.** Desarrollo sostenible.

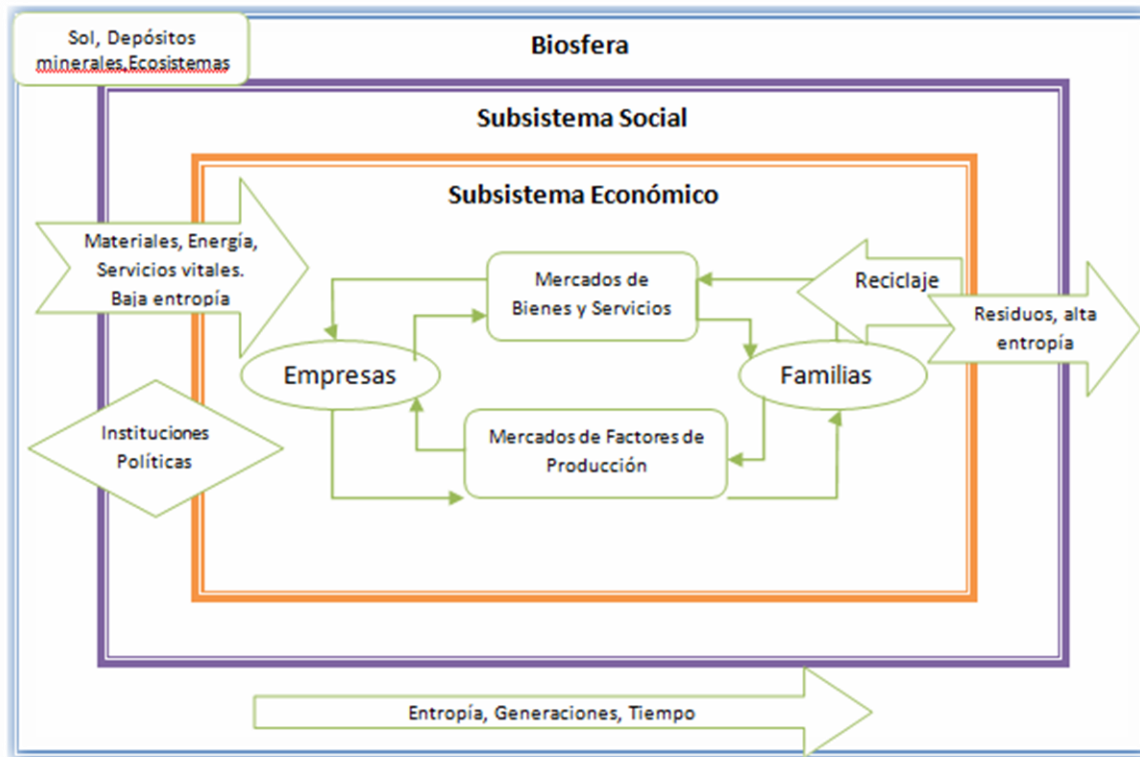


**Fuente:** (World Commission, 1987).

La idea de un crecimiento económico en el cual no se incluya al medio ambiente y considerar que los recursos naturales son ilimitados son ideas que deben permanecer en el pasado y acceder a una nueva realidad que implica acciones inmediatas ya que estamos actualmente inmersos una crisis ambiental y el deterioro de las condiciones de vida, ya que tanto la concientización el hombre por el cuidado de éste y la escasez de recursos, ha tenido como consecuencia que en el sistema económico se tome en cuenta lo más valioso que tenemos, la naturaleza, ya que es la base de los recursos económicos, figura 14.

**Figura 14.** Sistema económico abierto.





Fuente: Makhno, 2008.

Las empresas al adoptar una actitud proactiva frente al cambio climático e involucrar el cuidado y protección del medio ambiente a su planeación estratégica le permitirá obtener una fuente de ventaja competitiva, así como, un mejor posicionamiento en el mercado (Correa A, 2008), debido a que la sociedad, el gobierno, instituciones públicas y /o privadas, y diferentes grupos de interés exigen a las empresas asuman la responsabilidad que tiene respecto al daño ecológico, permitiendo que estas lo vean como una oportunidad de negocio (Jesús, 2009).

Las condiciones económicas, comerciales y tecnológicas en el marco de la globalización, presionan a las empresas a incrementar la inversión en tecnologías para la reducción de contaminantes y dar cumplimiento a los requisitos ambientales que afectan la competitividad de los productos y el acceso a los mercados globales (Chudnovsky, 1995). Esta tendencia a nivel internacional ha impulsado el desarrollo de productos y tecnologías amigables con el medio ambiente que permitan elevar la productividad y el reaprovechamiento de los

recursos en los procesos productivos o bien en su venta, lo que ha propiciado que las empresas implementen modelos de gestión ambiental con el fin de realizar diversas acciones en pro del medio ambiente (Gross, 2005).

Las empresas en el mercado global rivalizan con las de otras regiones y países, procuran aprovechar las condiciones del mercado, transforman sus sistemas productivos y adoptan nuevas configuraciones con un enfoque de producción que considera el suministro de bienes y servicios a los consumidores con atención en las etapas intangibles como la distribución y comercialización de un bien en referencia al costo, además de que los proveedores juegan un papel significativo, propiciando la gestión ambiental en la empresa y su implementación en la planificación estratégica (Aragón J. , 1998).

Enmarcadas por las políticas públicas surge la gestión ambiental, un conjunto de acciones conducentes al manejo del sistema ambiental de manera integral para evitar actividades que afecten el medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales. La gestión ambiental responde al cómo hay que hacer, para conseguir lo planteado por el desarrollo sostenible, para conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y protección y conservación del ambiente (Aragón J. , 1998).

La gestión ambiental tiene como propuesta desarrollar hábitos generales de consumo responsable cuya prioridad es reducir ya sea el consumo de bienes o de energía para eliminar la cantidad de materiales destinados a un uso único y las pérdidas energéticas o de recursos. Una prioridad de la gestión ambiental es reutilizar y darle una segunda vida útil ya que todos los materiales o bienes pueden tener más de una vida, ya sea reparándolos para un mismo uso o para un uso diferente y finalmente reciclar, lo que implica una serie de procesos industriales que partiendo de residuos originarios y sometidos a tratamientos físicos, químicos o biológicos dan como resultado la obtención de una serie de

materiales que se introducen nuevamente en el proceso productivo (Korhonen, 2004).

La gestión ambiental se implementa a través de un modelo, que posibilite la toma de decisiones a través de instrumentos que ayuden a detectar factores que perjudican el medio ambiente y sus efectos sociales, además de establecer planes, políticas, normas e instrumentos para contrarrestar el deterioro ambiental (Gross).

Entre las acciones que la empresa puede emprender para proteger el medio ambiente, se agrupan en tres grupos mostrados en la tabla 9:

- a) Uso de tecnologías limpias,
- b) Optimización de procesos y
- c) Tratamiento y manejo de residuos y contaminantes.

**Tabla 9.** Acciones ambientales de la empresa.

<b>Uso de tecnologías limpias</b>	<b>Optimización de procesos</b>	<b>Tratamiento y manejo de residuos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adopción de procesos productivos de menor impacto ambiental;</li> <li>• Desarrollo de productos o procesos con características ecológicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizar y elevar la eficiencia de procesos;</li> <li>• Reaprovechamiento de insumos, subproductos y residuos sólidos/cambio de materias primas o insumos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento eficaz de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Efluentes.</li> <li>○ Emisiones a la atmosfera.</li> <li>○ Residuos sólidos y semisólidos.</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: (Chudnovsky, 1995)

El compromiso de la dirección es la implantación de procesos productivos más eficientes para crear valor tanto para los consumidores como para los accionistas, al tomar decisiones sobre la elección de tecnologías más limpias, composición de

portafolios de productos más respetuosos con el medio ambiente y desarrollo de mercados ecológicos como el de reciclaje, con el propósito de ser competitivos en los mercados globales, está ligado estrechamente con la contabilidad ambiental (Chudnovsky, 1995).

La reducción en impactos ecológicos se traduce en un incremento en la productividad de los recursos, que además crea una fuente de ventaja competitiva. La eco-eficiencia se define 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. Una gestión eco-eficiente de los procesos de producción o de los servicios de una empresa aumenta la competitividad de esta ya que:

- Reduce el desperdicio de los recursos, a través de la mejora continua.
- Reduce el volumen y peligrosidad 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 las dependencias correspondientes.

#### 2.11.1. Contabilidad ambiental

Algunos trabajos que han estudiado la forma en que las empresas integran los aspectos medioambientales dentro de la organización, muestran que existen dos vertientes reconocidas en la literatura; la repercusión del creciente interés por la protección del entorno que puede afectar a diferentes áreas, actividades y niveles estratégicos y/u operativos de la organización; y las estrategias medioambientales efectivas que son fácilmente visibles para los consumidores y demás grupos de presión (Fraj, Martínez y Matute, 2008).

La respuesta estratégica mostrada por parte de las empresas ante la problemática medioambiental ha sido diversa. Algunas empresas han ido cambiando sus productos, o han adaptado su comunicación ante la creciente presión social que

demanda productos más respetuosos; otras se han esforzado por transformar completamente su estrategia organizacional, adoptando un enfoque de la integración del medio ambiente dentro de la planificación estratégica de la empresa utilizando como herramienta la contabilidad ambiental para llevar a cabo sus registros (James, 1992).

La contabilidad ambiental es un tipo de análisis (evaluación del ciclo de vida y la contabilidad de costos) que las empresas utilizan cada vez más para entender los costos y beneficios de la mejora en las decisiones de gestión. Con mayor información sobre los posibles efectos futuros de productos de la empresa sobre el medio ambiente, las empresas están en mejores condiciones para pronosticar los beneficios y determinar si las acciones actuales pueden aumentar los beneficios o reducir los costos para el medioambiente y la empresa; una empresa que define cuáles son sus costos ambientales puede determinar las maneras de disminuir, ya sea disminuyendo el uso de determinados elementos y utilizando sustitutos o cambiando el proceso de fabricación para una alternativa menos costosa, estas técnicas permiten a una compañía ser más eficiente económicamente y mejorar su posicionamiento en el mercado (Cammarano, 2012).

La reducción en impactos ambientales se traduce en un incremento en la productividad de los recursos, que además crea una fuente de ventaja competitiva. La eco-eficiencia también se define 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. La eco-innovación, eco-eficiencia y el eco-diseño están implícitos en un buen desempeño empresarial, como consecuencia de esto han surgido las prácticas empresariales de sustentabilidad para lograr una ventaja competitiva (Bengochea, 2008).

La contabilidad ambiental es una herramienta que permite medir la eco-eficiencia en términos económicos agregados, al identificar costos ambientales que no se habían tenido en cuenta. Esta contabilidad provee a los sistemas de gestión

ambiental con información adicional que puede facilitar la toma de decisiones y la adopción de estrategias operacionales en la empresa, (Leal, 2005).

#### 2.11.2. La eco-eficiencia en México.

México, preocupado por el medio ambiente y la sustentabilidad ambiental ha empezado a implantar acciones con el propósito de administrar de manera eficiente y responsable los recursos naturales, para lograr el bienestar social sin perjudicar el de las futuras generaciones. El gobierno ha desarrollado medidas que se necesitan para diversos proyectos de eco-eficiencia y de procesos de producción más limpia, con el fin de que el país sea participe de la sustentabilidad ambiental, para lo cual es necesario que los sectores productivos y la población adopten modalidades de producción y consumo, que aprovechen con responsabilidad los recursos naturales. Se debe hacer consiente a las empresas que frenar el creciente deterioro de los ecosistemas no significa dejar de utilizar los recursos naturales, sino encontrar una mejor manera de aprovecharlos (Plan Nacional de Desarrollo, 2014-2018).

Las acciones emprendidas por el gobierno mexicano demuestran que una administración responsable e inteligente de los recursos naturales es el punto de partida para contar con políticas públicas que promuevan la sustentabilidad, un ejemplo es el Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad (PLAC, 2015) que se gestiona a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), cuyos objetivo es mejorar el desempeño ambiental de las empresas, mediante el desarrollo de proyectos de eco-eficiencia que contribuyen a la generación de valor agregado en éstas por medio de la optimización de sus recursos y residuos (SEMARNAT, 2011), el resultado de los proyectos los podemos observar como ejemplo en las siguientes fichas técnicas proporcionadas por la SEMARNAT que se encuentran en las siguientes tablas 10 y 11, con el fin de mostrar los beneficios que han tenido a partir de la implementación de proyectos de eco-eficiencia.

Los datos en la columna de ahorro que se muestran en las tablas 10 y 11, son el resultado de optimización de recursos como energía, agua, materia prima y emisiones evitadas. También se observan los beneficios cuantificados de algunas empresas participantes, como consecuencia de las ventajas que brindan simultáneamente la ecología y economía al desarrollar y ejecutar proyectos de eco-eficiencia, que pueden obtenerse con poca inversión y tiempo, no importando el giro ni el tamaño de la empresa, esto con el fin de cuidar al ambiente y obtener ganancias que se traduzcan en una fuente de ventaja competitiva (Torres, 2011).

**Tabla 10.** Ficha técnica de la empresa Alpura que implemento proyectos de eco-innovación desarrollados en 2010 bajo el marco del programa LAC.

Oportunidades de mejora	Proyecto de eco-eficiencia	Inversión MN\$	Tiempo de retorno	Ahorro MN\$/año
Uso ineficiente de energía térmica (gas natural)	Reducción de número de calderas en operación	\$56,000	2.05 días	\$9,934,365
Merma de material de envase en proceso de envasado	Mejora de eficiencia			\$2,476,800
Optimización del factor de potencia	Adquisición de banco de capacitores	\$2,061,262	1 año	\$2,068,637
Consumo excesivo de agua en lavado de pipas	Colocación de restrictores en líneas. Compra de pistolas dosificadoras	\$21,005	6 días	\$1,287,109
Uso ineficiente de energía en homogenizadoras	Rediseño del sistema de homogenización	\$1,692,436	6 meses	\$2,959,845
Programación de la producción	Paro programado de equipos UHT y su línea			\$5,003,150

Fuente: (SEMARNAT, 2011)

**Tabla 11.** Ficha técnica de la empresa Pasteurizadora de los Productos de Leche S.A de C.V., que implemento proyectos de eco-innovación desarrollados en 2010 bajo el marco del programa LAC.

Oportunidades de mejora	Proyecto de eco-eficiencia	Inversión MN\$	Tiempo de retorno	Ahorro MN\$/año
Recuperación de agua de purgas de condensador y torres de enfriamiento	Recuperación de agua de purgas en torres de enfriamiento	\$12,000	0.31 años	\$38,400
Distribución incorrecta de cargas en transformadores de subestación	Eficientar la operación de un transformador	\$40,000	1.2 meses	\$420,480
Uso de diésel en calderas de planta	Cambio de combustible utilizado	0	0	\$934,155

Fuente: (SEMARNAT, 2011)

Del análisis de los datos, se puede observar que la posibilidad de obtener ventajas competitivas como resultado del ahorro económico, de forma interna en las empresas seleccionadas, influye sobre la orientación y la adopción de estrategias medioambientales. La gestión del medio ambiente por parte de las dos empresas del sector lácteo como ejemplos del presente trabajo desarrollado, permite la reducción de costos y en consecuencia mejorar los resultados organizacionales, tanto ambientales como económicos. La reducción de los costos obedece a un incremento de la productividad de los recursos en general, conseguidos mediante las mejoras derivadas de cambios en los procesos productivos (eco-eficiencias). Por otro lado, independientemente de sí se trata de una industria altamente contaminante o de un sector poco contaminante, los proyectos de eco-eficiencia son parte de las acciones que emprenden las empresas para disminuir su impacto ambiental (Torres, 2011).



La certificación de las empresas por medio de las normas nacionales e internacionales (NOM's, NMX, ISO 14000), traen consigo beneficios como ahorros, reducción en costo, el prestigio que la sociedad reconoce, el compromiso de todo el personal que está involucrado en la organización, una mejora continua, entre otros. En esta misma dirección, en el caso de México, las responsabilidades en materia ambiental no están reguladas y algunas empresas mexicanas asumen un compromiso de respeto, conservación y protección del medio ambiente a través de ésta certificación y la implementación de diferentes proyectos de eco-eficiencia (González, 2011).

Si las organizaciones no incorporan medidas eco-eficientes, la adaptación posterior será más difícil, pues las empresas que sí lo hayan hecho tendrán más capacidad para competir y ganar mercado y progresarán desde bases más firmes y con una mayor experiencia.

## **2.12. Tratamiento contable de las eco-eficiencias.**

La contabilidad ambiental se puede definir como la generación, análisis y utilización de información financiera y no financiera destinada a integrar las políticas económica y ambiental de la empresa y construir una empresa sostenible, también se define como el conjunto de instrumentos y sistemas que permiten a la empresa medir, evaluar y comunicar su actuación ambiental a lo largo del tiempo (Criterio Sostenible, 2010).

Este tipo de contabilidad tiene como objetivo establecer un control que permita a los administradores, contadores y directivos de las empresas contar con una herramienta que les permita cuantificar los daños ecológicos causados por su actividad, por el uso de tecnologías sucias, obsoletas y el costo ambiental que esto representa.

La contabilidad ambiental encuentra sustento en algunas leyes, sistemas, normas e instituciones mexicanas, como son:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).
- Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas Mexicanas (SCEEM).
- Comisión Normativa de Contabilidad y Presentación de Informes.
- International Accounting Standards Committee (IACS).
- Normas ISO.
- Normas de Información Financiera.

Los costos medioambientales se consideran como los sacrificios efectuados para desarrollar conductas ambientales, el cual está vinculado a la prevención o la limpieza del medioambiente y que tiene como finalidad la generación de valor añadido o ahorros.

Los costos ambientales, se clasifican en:

- Costos privados: refiriéndose únicamente a los costos que tienen un efecto directo en los resultados de la empresa.
- Costos sociales: en estos se incluyen los costos de la sociedad, que no son internalizados por la organización.
- Costos directos: Son costos relacionados con daños causados por factores que hacen que un producto o servicio sea negativo para el medio ambiente, por lo que su uso es restringido parcial o totalmente. Ejemplos: contaminación del agua y consumo excesivo de los recursos naturales.
- Costos indirectos: son costos relacionados con una cadena de servicios sustentada por los mismos elementos del medio ambiente (García, 2003).

El ciclo de vida del producto es un proceso objetivo usado para evaluar las cargas ambientales asociadas con un producto, proceso o servicio a través de todas las etapas de su vida, abarcando: extracción y procesamiento de materias primas, manufactura, transporte y distribución, mantenimiento en uso/rehúso, reciclaje y

disposición final, éste se desarrolla identificando y cuantificando el uso de energía y materiales y las emisiones ambientales; y los datos se emplean para valorar el impacto sobre el medio ambiente de esas emisiones de energía y de materiales, con el objetivo de evaluar e implementar oportunidades para conseguir mejoramiento ambiental (Cammarano, 2012).

Para determinar los costos incurridos en el ciclo de vida del producto y/o servicio, se pueden identificar al menos tres categorías diferentes:

- Costos convencionales, son aquellos que se aplican específicamente para llevar el producto al mercado. El uso decreciente y la disminución de desechos de materias primas, materiales así como otros factores relacionados con el medio ambiente, será un objetivo para reducir la degradación del medio y el consumo de recursos no renovables.
- Costos de obligaciones, incluye aquellos conceptos de deudas, como proveedores, acreedores, impuestos, intereses y préstamos bancarios, entre otros para la realización del bien y/o servicio.
- Costos ambientales, incluye los costos y los beneficios principalmente de las externalidades que se tienen que valorar para realizar un producto y/o servicio (Cammarano, 2012).

Al tener identificados los costos ambientales y el ciclo de vida del producto, para poder llevarlos a la contabilidad es necesario clasificarlos y asignarles un nombre, el cual, puede considerarse a través del desarrollo de este costo dentro de la empresa, éstas cuentas no tienen un marco legal, cada empresa puede asignarle el que crea y/o se adapte a sus necesidades, las normas de información financiera (NIF) sugieren una clasificación dentro del balance, sin embargo, las cuentas de gastos se presentan de manera general, pero no se menciona las cuentas que la integra (González, 2011).

### **2.12.1. Conceptos contables eco-eficientes.**

La aplicación de las cuentas ecológicas puede hacerse de diversas formas: manejo de activos, pasivos, inclusión en el costo de la empresa, manejo de gastos, ingresos, entre otras, se proponen los siguientes conceptos contables necesarios para la comprensión e inserción del tratamiento contable ambiental.

#### **a. Activos.**

Se refieren a la adquisición de un activo o instalación de algún sistema con el fin de obtener una mejora ambiental, los cuales puede ser desde la compra de una maquinaria, la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales, adquisición de bonos de descontaminación, hasta certificados de carbono, entre otros (Argüelles, 2011).

La contabilidad tradicional utiliza dentro de su clasificación del activo fijo una depreciación de éstos, que es la distribución del costo del activo durante su vida útil, a su vez el activo intangible se amortiza con base en su vida útil dentro de la empresa o a los beneficios que pueden proporcionar en un futuro.

La contabilidad ambiental incluye activo o recursos naturales, los cuales tienen características diferentes ya que son bienes agotables, a diferencia de los activos fijos estos se consumen durante el periodo de utilización y no conservan sus características físicas; éstos deben incluir una distribución del costo que en este caso sería el agotamiento, el cual, es la extinción del costo o valor de un activo natural (González, 2011).

El importe total acumulado en cada periodo se calcula multiplicando la tasa de agotamiento para cada unidad por el número de unidades extraídas, y se procede al registro contable que sería:

No	Concepto	Monto
----	----------	-------

1	Gasto por acumulamiento	XXXXXX
2	Agotamiento acumulado	XXXXXX

El agotamiento acumulado es una cuenta del estado de situación financiera y se presenta en el activo fijo inmediatamente de la cuenta que le da origen, cabe recordar que este agotamiento se da en las eco-eficiencias al utilizar los recursos naturales y poder medir el impacto ambiental o el daño ecológico causado, se presenta de la siguiente manera:

#### ACTIVO NO CIRCULANTE O FIJO

No	Concepto	Monto MN\$
3	Activo Fijo	400,000.00
4	Agua	700,000.00
5	Agotamiento acumulado del agua	(300,000.00)

La cuenta del gasto por agotamiento es una cuenta de resultados y podría llevarse como parte del costo de ventas (González, 2011); algunas veces la naturaleza tiene la capacidad de renovar ciertos recursos, como consecuencia de esto, incrementa el valor de los activos naturales, llamado plusvalía. Esta apreciación, se reflejaría en la contabilidad de la siguiente manera:

No	Concepto	Monto MN\$	Monto MN\$
6	Apreciación del activo natural	XXXXXX	
7	Ingresos por apreciación		XXXXXX

La apreciación del activo sería una cuenta complementaria del activo y se presentaría en el balante sumando el valor de la cuenta de origen, por lo tanto la cuenta de ingresos por apreciación sería una cuenta de resultados por ser un ingreso (González, 2011), de la siguiente manera:

#### Activo no circulante o fijo

No	Concepto	Monto MN\$	Monto MN\$
8	Activo fijo		400,000.00
9	Agua		
10	Agotamiento acumulado de agua	(300,000.00)	
11	Apreciación del activo natural	100,000.00	

Otra característica de las eco-eficiencias, es la prevención en el uso o manejo de productos nuevos para evitar un daño ecológico, por lo que el tratamiento contable sería a través de los activos intangibles, ya que se generan gastos de investigación y desarrollo generados para proteger el ambiente y el registro contable sería:

No	Concepto	Monto MN\$
12	Gastos de investigación y desarrollo ecológico	XXXXXX
13	Bancos	XXXXXX

La presentación del balance sería

#### **Activo no circulante o fijo**

No	Concepto	Monto MN\$
14	Activo intangible	
15	Gastos de investigación y desarrollo ecológico	XXXXXX

#### **b. Pasivos.**

Existen dos definiciones de pasivos ambientales, una está relacionada con el área ambiental y la otra con el área contable; el pasivo ambiental se refiere a recursos naturales contaminados y que finalmente ponen en riesgo la salud de la población e inclusive generan riesgos de accidentes graves y puede estar también reflejado en los estados financieros de la empresa.

El Instituto Canadiense, The Environmental Manual for Business, menciona al respecto: "las provisiones son necesarias para reconocer el pasivo para futuras re movilizaciones y costos de restauración del sitio, cuando la probabilidad de su

ocurrencia es establecida como resultado de una ley ambiental o por que la empresa ha establecido la política de restablecer el sitio”, éste organismo sugiere registrar el costo del pasivo ambiental sin que necesariamente existan requisitos legales que la obliguen y podría manejarse como un pasivo contingente dentro de la contabilidad, por ejemplo:

No	Concepto	Monto MN\$
16	Gastos de operación	XXXXXX
17	Reparación del daño ecológico	XXXXXX

Y se presenta en el balance:

#### **Pasivo circulante**

No	Concepto	Monto MN\$
14	Reparación del daño ecológico	XXXXX

#### **c. Costo de ventas.**

Al realizar eco-eficiencias en la empresa, el producto y/o servicio puede aumentar o disminuir su valor, por lo que es necesario recordar los tres elementos para su determinación que son: mano de obra, gastos indirectos y materia prima, conceptos donde se registraría el costo ambiental considerando cada uno de sus elementos (González, 2011).

Si la empresa considera que comprar productos orgánicos para la elaboración de su producto y/o servicio podría registrarse dentro de la materia prima, pero si se decide invertir en alguna parte del proceso se consideraría un gasto indirecto y dentro de la mano de obra se incluirán los honorarios pagados por diversos estudios que permitan mejorar los procesos con la finalidad de cuidar y proteger el medio ambiente, cabe recordar, que la empresa no debe absorber este costo si no incluirlo en el valor del producto y/o servicio, el cual será pagado por el consumidor, cuando la empresa recupera este costo no se puede decir que es

socialmente responsable, ya que no está dispuesta a reducir sus utilidades pero si contribuye en la preservación del medio (González, 2011).

#### **d. Gastos.**

Los gastos que la empresa efectúa para evitar la contaminación generalmente se registran, el principal problema es que no se encuentran clasificados como gastos ambientales y es muy difícil su identificación.

Una eficiente contabilización de los gastos ambientales es crucial para el mantenimiento de la empresa en el largo plazo, aunque es necesario un control de los gastos ambientales en aquellas empresas donde el componente de éstos es más alto (Cammarano, 2012).

En estos gastos solo debe separar el aspecto ambiental que identifiquen su naturaleza, algunos ejemplos son: la verificación del transporte, los productos de limpieza utilizados en los gastos de operación, cambio de convertidores catalíticos, o de combustible, entre otros, el asiento generado se llevaría directo a los gastos de operación. En esta cuenta se percibe el impacto de realizar eco-eficiencias, al realizar acciones que protejan y cuiden el medio, según la toma de decisión es de los ejecutivos (González, 2011).

#### **e. Ingresos.**

Entre los ingresos se pueden encontrar donaciones recibidas por las empresas con fines ambientales, otro ingreso es generado por un valor menor en las provisiones, una vez efectuados los pagos de ellas; ó de diversos instrumentos económicos tales como incentivos por la compra de maquinaria o gastos realizados para disminuir la contaminación, cuyo monto se puede imputar directamente a el impuesto sobre la renta determinado, un mayor valor obtenido de la venta de bonos de descontaminación (Argüelles, 2011).

#### **f. Capital.**



Se refiere a reservas contables por partidas relacionadas con el medio ambiente, éstas son aumentos indirectos de capital que se forman con las utilidades acumuladas y deben ser así clasificadas en el balance general.

Un monto es transferido desde la cuenta de utilidades acumuladas a la cuenta reserva indicando su propósito. La creación de una cuenta de reserva puede ser iniciada por la gerencia o ejecutivos que tengan la autoridad para realizarlo, o en cumplimiento de alguna norma o bien por un contrato. La empresa puede decidir tomar una parte de sus utilidades acumuladas para crear una reserva y expandir una planta, la reserva sirve para restringir el pago de dividendos, pero en ningún caso limita las inversiones u otros activos, gastos de la empresa o reducción de pasivos (González, 2011).

#### **g. Ahorro e inversión.**

La mayoría de las empresas aplican la contabilidad de acuerdo a los beneficios económicos que de ella se desprenden, por consecuencia la sociedad reconoce el cuidado y protección del medio y que asuman la responsabilidad que éstas tienen en el daño ecológico. Las eco-eficiencias en la empresa representan una inversión en la empresa con el fin de cuidar y optimizar los recursos, proporcionando en un futuro ahorros que se verán reflejados en los estados financieros y en el reconocimiento de la sociedad.

El retorno de inversión (ROI) compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada, ya que es un indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión, es decir, la tasa de variación que sufre el monto de una inversión (o capital) al convertirse en utilidades (o beneficios).

La fórmula del índice de retorno sobre la inversión es:

$$\text{ROI} = ((\text{Utilidades} - \text{Inversión}) / \text{Inversión}) \times 100$$

El ROI lo podemos usar para evaluar una empresa en marcha: si es menor o igual que cero, significa que los inversionistas está perdiendo dinero; y entre más alto sea, significa que más eficiente es la empresa al usar el capital para generar utilidades.

Principalmente, se usa al momento de evaluar un proyecto de inversión: ya que si es menor o igual que cero, significa que el proyecto o futuro negocio no es rentable (factible); y mientras mayor sea, significa que un mayor porcentaje del capital se va a recuperar al ser invertido en el proyecto.

Otros indicadores financieros son; la tasa interna de retorno (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente, es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad y se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza (Van Horne, 1997).

2.13.

#### **2.14. Conclusiones:**

A nivel mundial, nacional y local existen retos y oportunidades que hay que tomar en cuenta para el desarrollo de las pequeñas empresas familiares que forman parte de la propuesta que se hace en el presente trabajo con base a indicadores de producción y consumo, tomados de instancias nacionales e internacionales con respecto al mercado de la leche y sus derivados.

## **Economía mundial de lácteos**

- Aumento de la demanda mundial de leche por aumento de la población (70%) y crecimiento del consumo por habitante (30%).
- FAO recomienda consumo de leche de 500 ml/año por persona.
- Medidas proteccionistas por subsidios y barreras que limitan el comercio.
- Cambios en los hábitos de consumo de la población urbana tendiendo a incorporar productos lácteos no disponibles.
- Crecimiento superior al promedio de los países emergentes como China, India y otros países de Asia.
- La demanda de leche y derivados viene incorporando un cambio en los hábitos de consumo hacia productos que contribuyan a mejorar las condiciones de salud de la población.
- Cambio en la ganadería, de ser una actividad familiar para convertirse en una producción orientada al mercado y cada vez más integrada.
- Creciente presión ambiental sobre el uso de los recursos naturales como pastizales y agua.
- Unidades de producción industrial de leche y sus derivados en mayor escala situadas cerca de los centros urbanos.
- Conciencia del impacto ambiental que implica las descargas de la industria láctea hacia los cuerpos receptores y el aumento de gases de efecto invernadero por su mal tratamiento.

## **Economía en México**

- Costos de producción más elevados para empresas que operan con mayor tecnificación por los costos de alimentación, gastos generales, depreciaciones, pagos de impuestos, gastos financieros, procesos de tratamientos de efluentes entre otros.
- Las empresas que utilizan menos tecnificación, el mayor costo lo tienen por mano de obra.

- Las empresas familiares adolecen de integración productiva y de convenios de suministro permanente de materia prima.
- Carencia de sistemas de producción que mejoren la calidad sanitaria y de contenido de sólidos lácteos (grasa y proteínas), sistemas de recolección y enfriamiento de la leche, que en conjunto contribuyan a mejorar las condiciones en que cotizan y comercializan su producción.
- México sigue siendo el mayor importador de leche descremada en polvo (LDP), apoyado por el programa social del gobierno para mejorar la dieta alimentaria de las personas sin recursos por medio del consumo de leche en polvo.
- El consumo per cápita de leche en México es de 363 ml/año.
- Uso desmesurado de agua en los procesos productivos en las industrias principalmente las pequeñas y medianas empresas que no cuenta con sistemas de tratamiento para su enfriamiento y reutilización en los procesos productivos.
- Fuerte impacto de contaminación por la mínima cantidad de plantas particulares que tienen las industrias en general.

### **Economía local municipio de Huejotzingo, Puebla**

- La leche presenta problemas por uso de medicamentos en el ganado y mal manejo que presenta graves problemas de inocuidad.
- Falta de inocuidad en la recepción y manejo de la materia prima (leche) y en su proceso.
- Instalaciones no adecuadas para la recepción, procesamiento y almacenamiento.
- Precio de compra de la leche estable.
- La leche se compra a pequeños productores de traspatio y granjas.
- En la región se localizan pequeños y grandes productores de quesos que lo comercializan en la región, el estado y estados colindantes del estado de Puebla.

- Aumento y mejora vías de comunicación terrestres y aéreas para comercialización de materia prima y productos.
- Forrajes y granos (hatos) con pequeñas variaciones en su comercialización durante todo el año.
- Plantas de tratamiento para sus residuos líquidos provenientes de su proceso además de la falta de utilización del lactosuero por no cumplir con las normas de inocuidad.

## **CAPITULO 3. Empresa de lácteos Santa Ana.**

### **3.1. Introducción**

Para que la industria láctea familiar “Lácteos Santa Ana”, pueda responder a las condiciones cambiantes del mercado, al avance de la tecnología, a las medidas recientes de los competidores, al cambio de las necesidades y preferencias de los clientes, a las oportunidades emergentes en el mercado nacional e internacional así como la variable ambiental que comienza a internacionalizarse paulatinamente en los distintos procesos productivos es necesario contar con un plan de acción.

Para que la empresa pueda competir en el mercado es necesario la elaboración de un plan estratégico, herramienta empresarial que juega un papel muy importante en el éxito o fracaso de la empresa; resaltando que al implantar estrategias, los propietarios de las Industrias logren mejores beneficios.

La planeación estratégica es considerada como una alternativa de solución a problemas. Comprende el direccionamiento estratégico, análisis situacional de la empresa, estudio de mercado, formulación de objetivos, estrategias, y establecimiento de un plan de acción. En el direccionamiento estratégico se establecen los principios y valores, la visión, y la misión o razón de ser de esta empresa.

En el análisis situacional, se observa a la empresa en el entorno interno y externo; luego se definen, valoran, y priorizan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas encontradas. Finalmente se analiza la información obtenida y se establecen los objetivos y estrategias de la empresa y se establece el plan operativo para alcanzarlas.

Con esto presente, la propuesta va encaminada a la aplicación de una estrategia ambiental que esté integrada a los procesos, productos y servicios, a fin de incrementar la eco-eficiencia, reducir los costos de producción y riesgos al ambiente.

El impacto ambiental que causan las empresas lácteas es el mismo tanto para las artesanales como para las industrializadas ya que generan los mismos desechos contaminantes tales como el suero y los desechos sólidos.

La lactosa constituye el principal agente contaminante del suero y la leche, ya que es la que aporta la mayor cantidad de carga orgánica. Se estima que cada 100 litros de suero generan una contaminación equivalente a la generada por 400 personas.

La propuesta en el presente estudio, se realiza en el municipio de Huejotzingo en la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco en el estado de Puebla. El municipio de Huejotzingo se ubica como el octavo productor de leche en el estado.

Para la empresa familiar Lácteos “Santa Ana” dedicada a la producción de quesos, se hace énfasis en el mejor aprovechamiento de los recursos naturales y humanos a través de eficientar sus procesos productivos que impactan en su rentabilidad. El impacto negativo que trae la descarga de sus residuos líquidos, con grandes cantidades de materia orgánica, se suma el desperdicio de producto y el nulo aprovechamiento del suero, impactando en la contaminación del ambiente por las descargas a los sistemas de drenaje.

### **3.2. Empresa familiar Lácteos Santa Ana.**

Lácteos “Santa Ana”, es una empresa familiar de fabricación de quesos de forma artesanal, ubicada en la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco, municipio de Huejotzingo. Hace 35 años, los Sres. Rosendo y Margarita, fundadores de la actual empresa inician con una cuenca de ganado lechero ubicada en la parte trasera de su hogar; la leche obtenida la comercializaban en la comunidad al público en general y recolectores de leche.

Hace aproximadamente 15 años, se empezó por aprovechar los remanentes de leche para producir quesos redondos y requesón, vendiéndose principalmente con la gente de la comunidad. Viendo con el tiempo que se había generado una

técnica para la fabricación de quesos tradicionales artesanales y su aceptación por la gente de la comunidad que los compraba, además de obtener un mayor ingreso por darle un valor agregado a la leche que producían en su establo lechero, toma la decisión la familia de ya no comercializar la leche, sino el utilizarla para la fabricación de quesos y mantequilla y con la ayuda de los hijos su comercialización en los principales mercados de la región como son los de San Martín Texmelucan, Huejotzingo y San Pedro Cholula.

Desde hace 6 años la empresa Lácteos “Santa Ana” inicia sus operaciones como empresa, donde el hijo mayor Don Fernando se hace cargo de la empresa familiar, con una idea de negocio diferente, donde por un lado se deshacen de la cuenca lechera, aprovechando el espacio de 750 metros cuadrados y la compra de otro terreno de 400 metros cuadrados. Se invierte también en la compra de maquinaria y equipo para la captación y procesamiento de la leche proveniente de las regiones de Puebla y Tlaxcala, fabricando los siguientes productos:

- Queso Oaxaca
- Queso panela
- Queso prensado
- Queso rancho
- Queso cotija

Actualmente la familia viendo el desarrollo del negocio, se está dando a la tarea de estudiar la posibilidad de crear una empresa legalmente establecida, que reemplace a la anterior, y que aproveche el potencial lechero regional, invirtiendo en el desarrollo de nuevas instalaciones en un terreno de 2800 metros cuadrados y con construcción en una primera etapa de 1000 metros cuadrados en el lado sur de la población, con los elementos necesarios para cumplir con la calidad artesanal de los productos que los ha distinguido a lo largo de su historia, además del cumplimiento de la normatividad del cuidado al medio ambiente.

La organización estará enfocada a la satisfacción total de los clientes y a la fabricación de derivados lácteos con excelente calidad, para ello se busca contar



con tecnología y un talento humano fundamentado en el liderazgo y trabajo en equipo.

En la figura 15, se ubica la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco donde se encuentra la empresa familiar, elaboradora de diversos productos derivados de la leche. La localidad de Santa Ana Xalmimilulco está ubicada en el Municipio de Huejotzingo en el Estado de Puebla, cuyas actividades principales son la producción textil de prendas de mezclilla y la producción de quesos en empresas familiares.

**Figura 15.** Ubicación de la empresa.



Fuente: Google, INEGI 2014.

### 3.2.1. Misión.

“Lácteos Santa Ana”, será una empresa del sector lácteo, orientada al desarrollo, producción, mercadeo y ventas de derivados lácteos, utilizando los recursos naturales de una manera sustentable con el cariño de antaño y la tecnología del presente, con el propósito de ofrecer productos de gran sabor y excelente calidad, que satisfagan el paladar de todo cliente y con vocación de respeto al medio ambiente.

### 3.2.2. Visión.

“Lácteos Santa Ana”, será una empresa reconocida a nivel nacional por su liderazgo, y competitividad en la producción, mercadeo y ventas de productos lácteos, distinguiéndose por su sabor y textura, teniendo un compromiso social, económico y ambiental permanente.

### 3.2.3. Objetivos:

- Ofrecerá un producto final a los clientes que sea un alimento cien por ciento natural, sano y de la más alta calidad.
- Utilizará los recursos naturales de manera eficiente y cuidando el medio ambiente.
- Adoptará tecnologías de vanguardia en el sistema de transformación que garanticen la calidad de la leche y los derivados lácteos.
- Contribuirá a satisfacer la demanda de leche higienizada y derivados lácteos a nivel local y regional.
- Generará empleo y bienestar social para contribuir a mejorar la calidad de vida de las familias y de los asociados.
- Capacitará a empleados para mejorar la productividad y la calidad de los productos
- Contribuirá al cuidado del medio ambiente mediante la implementación que ayuden a la limpieza de los residuos líquidos y sólidos.

### 3.2.4. Valores.

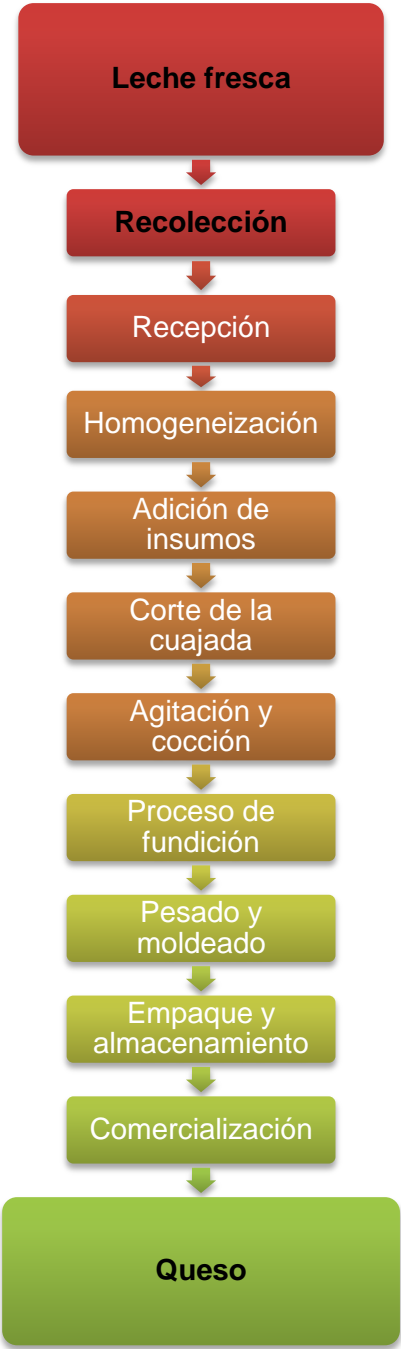
Las personas que formarán “Lácteos Santa Ana”, compartirán los valores de dignidad del trabajo, honestidad, profesionalidad, respeto al medio ambiente, vocación de servicio al cliente y entusiasmo por la calidad e inocuidad de sus productos.

- Servicio: seremos una empresa que actuará en el mercado, buscando siempre el desarrollo y la satisfacción de nuestros clientes.
- Calidad: expresada a través de la integridad de los productos como a través de la búsqueda incansable por una mejor calidad de vida de nuestros colaboradores y de todos con quienes mantenemos relación.
- Seriedad: se considerará este valor esencial en cualquier relación. Se operará de acuerdo con la legislación, administrando nuestros negocios regidos en la ley y en la ética.
- Responsabilidad: para la construcción y preservación de nuestro patrimonio y de nuestra imagen, haremos uso racional de los recursos naturales y nos comprometemos en la preservación del medio ambiente, con base en el concepto de desarrollo sustentable.
- Respeto: como base de todas nuestras relaciones. Trabajaremos en equipo con respeto recíproco y consideración, que inspiren la armonía y la comunicación. Respetamos las diferencias individuales, sea de sexo, edad, raza, religión, nacionalidad, incapacidad física, clase social o económica y formación profesional.

### **3.3. Proceso productivo empresa “Lácteos Santa Ana”**

A continuación se describe el proceso de elaboración de quesos “Santa Ana”, realizando la descripción general del proceso de los 5 diferentes tipos de quesos que se elaboran en la empresa y se realizará su descripción a desde la recolección de la leche de la leche hasta su comercialización, figura 16.

Figura 16. Proceso productivo.



Fuente: Elaboración propia.

1. **Leche fresca.** La leche se obtiene de pequeños productores de leche de traspatio que tienen de 1 a 30 vacas que la obtienen con ordeña industrial o artesanal.
2. **Recolección de la leche.** La recolección de la leche lo realiza personal de la empresa a través de vehículos con tambos de plástico o con carro cisterna.
3. **Recepción de la leche.** Se mide y recibe la leche cruda entregada por los diferentes proveedores de las regiones de San Martín Texmelucan, Huejotzingo en el estado de Puebla y Tepetitla en el estado de Tlaxcala.
4. **Homogeneización:** Previamente al comienzo de la fabricación de queso es necesario someter a la leche a una serie de tratamientos que conducirán a un producto homogeneizado, siendo estos:
  - Filtrado de la leche para eliminar impurezas
  - Desnatado o descremado, para llevar la leche a un contenido graso óptimo.
5. **Adición de Insumos.** Se coloca la leche en las marmitas (ollas de doble fondo) y se determina la acidez. Con base a esta información se determina la cantidad de ácido que se le debe colocar a la leche. Después se calienta la leche y se adiciona el cuajo líquido, agitando constantemente.
6. **Corte de la cuajada:** Al determinar el punto óptimo de cuajada se comienza a realizar la tarea de corte de la cuajada. El corte debe ser lento y suave de manera de obtener un grano parejo con las menores pérdidas posibles de grasa y proteína.
7. **Agitación y cocción.** Luego del corte se realiza un agitado lento de la cuajada para luego comenzar con la cocción en fuego lento.

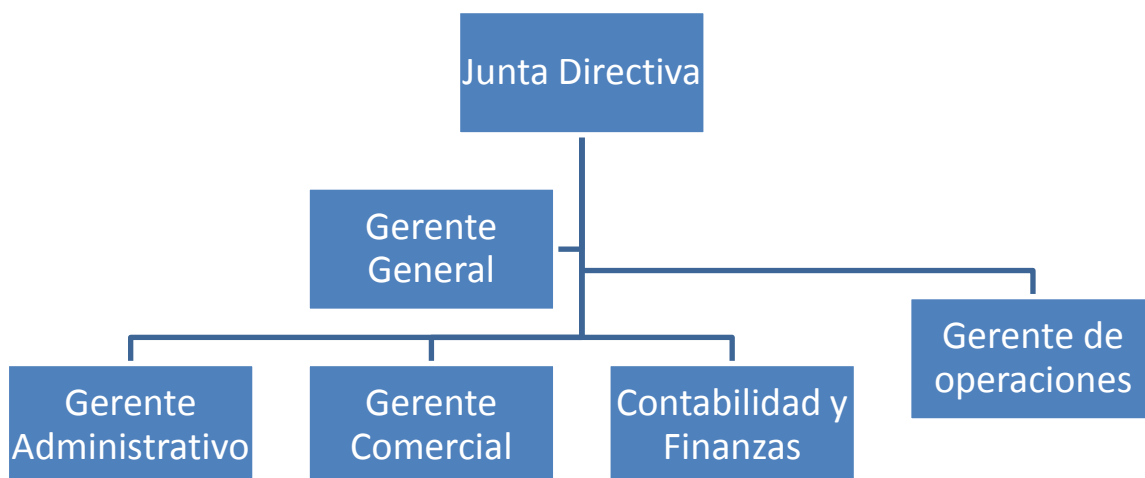
- 8. Calentamiento.** Se retira el 50% del total de suero y se procede a calentar la cuajada. La elevación de la temperatura permite disminuir el grado de hidratación de los granos de cuajada favoreciendo su concentración. La subida de la temperatura ha de ser lenta y progresiva. Las temperaturas de calentamiento bajas conducirán a cuajadas con mayor contenido de humedad, y las altas a una cuajada seca y dura. Después de esto se procede a retirar el suero restante.
- 9. Proceso de fundición.** Es la transformación de la cuajada en una masa flexible (parecida a masa de harina), esto se lo hace colocando la cuajada y la sal en una marmita y removiéndola enérgicamente. La temperatura se va elevando gradualmente.
- 10. Pesado y moldeado.** Cuando la masa ya está lista se la coloca en un mesón en donde se procede a pesar y luego se coloca la masa en moldes rectangulares.
- 11. Empaque y almacenamiento.-** Se deja que el queso repose toda una noche, al día siguiente se procede a retirar los moldes, a empacar los quesos y a colocar la etiqueta que contiene la fecha de caducidad. El producto es colocado en canastillas y se les almacena dentro de un cuarto frío.
- 12. Comercialización.** Los 5 tipos de quesos producidos en la empresa “Lácteos Santa Ana”, son enviados a las tiendas que cuenta la empresa que están ubicadas en la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco y en la cabecera municipal Huejotzingo.

Diversificando su comercialización se envía también a mercados ubicados en el D.F., la capital Puebla y a supermercados.

### 3.4. Organigrama y funciones.

La empresa familiar “Lácteos Santa Ana”, procesadora de leche, es propiedad de la familia Rivera Martínez, que se encuentra ubicada en la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco, proyectándose construir nuevas instalaciones con un área de construcción de 1000 metros cuadrados, con expansión a otros 500 metros cuadrados. El organigrama que presenta la empresa y se muestra en la figura 17, es a través de una junta directiva, gerencia general, gerente de operaciones, gerente comercial y área de contabilidad y finanzas.

**Figura 17.** Organigrama de la empresa.



**Fuente:** Lácteos Santa Ana.

#### 3.4.1. Junta directiva.

La junta directiva está compuesta por los padres e hijos de la familia Rivera Martínez, que en conjunto toman resoluciones para la obtención de resultados financieros y de crecimiento de la empresa. Colaboran en la formulación de la política general de la empresa, los planes y programas a desarrollar.

### 3.4.2. Gerente General.

El gerente que actualmente lo funge el hijo mayor de la familia Don Fernando tiene las siguientes actividades a cumplir y atributos:

- Desarrollar las políticas de la planta, concretándolas en planes de desempeño
- Tomar las decisiones y ejercerá controles sobre la producción.
- Coordinar el normal funcionamiento, la comercialización e implementara los procedimientos de trabajo para el cumplimiento de los objetivos.
- Celebrar los contratos de la organización, con el cumplimiento de los requisitos de ley, de los estatutos y reglamento.
- Comprar e implementar la nueva tecnología que cumpla con las metas de crecimiento propuesta por la empresa y el cumplimiento de la normatividad vigente en México.

### 3.4.3. Gerente de Operaciones.

El departamento de producción es el responsable de las siguientes actividades:

- Recolección, recibo y procesamiento de la leche
- Despacho de pedidos.
- Velar por el cumplimiento de los decretos y resoluciones vigentes y las normas de calidad y sanitarias.
- Mantener en óptimas condiciones el funcionamiento de la planta de tratamiento implementada para el cumplimiento de la normatividad vigente en cuanto al cuidado del medio ambiente por las descargas de efluentes efectuadas.
- Optimización de los recursos materiales para tener un desarrollo sustentable en todas las operaciones.
- Desarrollo humano del personal



- Coordinar las actividades del laboratorio de calidad que será encargado de ejercer el control de calidad de la materia prima y de los productos elaborados en la planta buscando la calidad e inocuidad de todo el proceso productivo como se exige en los estándares internacionales.

#### 3.4.4. Gerente Comercial.

El departamento de mercadotecnia es el encargado de las rutas de distribución y la promoción de los productos elaborados por la planta buscando extender su mercado del que actualmente se tiene con la distribución en mercados y restaurant de los estados de Puebla, Tlaxcala, Distrito Federal y Oaxaca.

- Recolecta datos directamente del mercado y los convierte en información sobre los deseos de los consumidores.
- Establece las maneras óptimas para que el la publicidad pueda llegar al mercado objetivo.
- Política de producto.
- Ventas
- Elaboración del presupuesto de ventas por periodos de tiempo.
- Sostenimiento de una relación con los clientes.
- Publicidad
- El equipo debe ser capaz de hacer un buen uso de las nuevas tecnologías y de las telecomunicaciones para atraer clientes.

#### 3.5. Situación actual.

Actualmente la empresa tiene una producción de 3 ton/día de producción de quesos y su distribución, haciéndose el análisis de que ha ido en crecimiento en los últimos cuatro años por la producción alcanzada y los ingresos registrados, vislumbrándose un crecimiento en los próximos años, encontrándose que el proceso tradicional llevado a cabo y las dos instalaciones que actualmente se

cuentan en el centro de la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco, no cumplen con los requisitos legales y de seguridad para el desarrollo de las actividades y las exigencias actuales de producción y comercialización del producto así como las repercusiones negativas en aspectos ambientales y sociales que genera la transformación de la leche por los malos olores y las descargas al drenaje de la comuna.

### **3.6. Diagnostico estratégico.**

Es necesario realizar primero un diagnostico estratégico de la organización tomando como referencia la metodología de la matriz DOFA que es un elemento concluyente de análisis que permite identificar las oportunidades frente a las amenazas e impactos que representan los aspectos evaluados del direccionamiento estratégico.

### 3.6.1. Estrategia DOFA.

<p style="text-align: center;"><b>DOFA</b> <b>Empresa Lácteos Santa Ana</b></p>	<p><b>Fortaleza</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tradición de más de 30 años en la elaboración de quesos.</li> <li>• Experiencia.</li> <li>• Motivación.</li> <li>• Producción estable y en crecimiento a lo largo de los años.</li> <li>• Conocimientos específicos de elaboración de quesos.</li> </ul>	<p><b>Debilidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos económicos.</li> <li>• Inocuidad en el proceso</li> <li>• Escasa adopción de tecnología.</li> <li>• Informalidad.</li> <li>• Deficiente infraestructura de producción y comercialización</li> <li>• Deficiente calidad de la materia prima.</li> <li>• Limitada capacidad gerencial.</li> <li>• Escasa adopción de sistemas de refrigeración en toda la cadena productiva.</li> <li>• Perdida de materia prima y producto en todo el proceso productivo.</li> <li>• Nulo tratamiento de residuos líquidos.</li> <li>• Incumplimiento de la normatividad ambiental.</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Oportunidad</b>	<b>Estrategia FO</b>	<b>Estrategia DO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clientes de mercados tradicionales de la región, restaurant, centros comerciales y hoteles</li> <li>• Comercio regional</li> <li>• Comercio nacional</li> <li>• Vías de acceso terrestre y aéreo.</li> <li>• Relaciones personales con Instituciones y personas.</li> </ul>	<p data-bbox="626 237 1008 373"><b>Usar las fortalezas para aprovechar las oportunidades.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar las vías de comunicación para fomentar el comercio regional y nacional.</li> <li>• Incrementar las áreas de producción de quesos.</li> <li>• Desarrollar nuevos productos.</li> <li>• Buscar alianzas estratégicas con supermercados y distribuidores a nivel nacional.</li> </ul>	<p data-bbox="1032 237 1395 373"><b>Superar las debilidades aprovechando las oportunidades.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesoría</li> <li>• Financiación privada</li> <li>• Desarrollar nuevos mercados a través de la promoción de los productos lácteos</li> <li>• Inversión privada que permita mejorar la infraestructura actual</li> <li>• Brindar capacitación técnica, de estándares de calidad, técnicas de salubridad y cuidado al medio ambiente.</li> <li>• Integrar nuevas tecnologías en los procesos de producción.</li> </ul>

<b>Amenaza</b>	<b>Estrategia FA</b>	<b>Estrategia DA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación estatal y nacional en materia de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inocuidad de materia prima.</li> <li>○ Inocuidad en proceso</li> <li>○ Ambiental</li> </ul> </li> <li>• Competencia</li> <li>• Incremento de importaciones subsidiadas</li> <li>• Apertura de plantas de los grandes consorcios.</li> </ul>	<p><b>Usar las fortalezas para evitar las amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversificación de productos</li> <li>• Realizar campañas de difusión y reforzamiento de la marca Lácteos Santa Ana.</li> <li>• Creación de alianzas para el abastecimiento anual con principales supermercados.</li> </ul>	<p><b>Reducir las debilidades para y evitar las amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar estrategias y acciones con el fin de gestionar y trabajar de manera conjunta con productores de leche para mejorar su calidad sanitaria.</li> <li>• Solicitar capacitaciones para mejorar la calidad higiénica y sanitaria de la leche y los derivados.</li> <li>• Establecer alianzas estratégicas con centros de investigación de universidades para hacer más eficientes la elaboración de productos y estandarización de productos.</li> <li>• Implementar programas de asesoramiento técnico para los directivos y personal.</li> <li>• Participar en programas con el gobierno estatal en materia de mejores prácticas productivas y cuidado al medio ambiente.</li> </ul>

Para formular la visión enfocada al compromiso con el cuidado al medio ambiente la empresa Lácteos Santa Ana, debe tomar en cuenta las siguientes interrogantes:

1. ¿Cómo sería la empresa dentro de 5 años?
2. ¿Cómo se pueden consolidar los objetivos que la aseguran?
3. ¿Qué innovaciones podrían hacerse a los productos con respecto a los impactos ambientales asociados a éstos?
4. ¿Qué avances tecnológicos podrían incorporarse que estén de acuerdo al compromiso ambiental?
5. ¿Qué otras necesidades y expectativas del cliente podrían satisfacer los productos que ofrece la empresa según el tiempo inicialmente establecido?
6. ¿Qué talento humano especializado necesitaría cada área de la empresa dentro del tiempo planteado?
7. ¿Cuál es la importancia del compromiso con el desempeño ambiental y los logros que puede generar?

### 3.6. Conclusión.

La empresa familiar Lácteos “Santa Ana”, es una empresa familiar ubicada en la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco que se considera una empresa mediana (SE, 2014), al producir actualmente 3 ton/día de productos elaborados de leche, que ha crecido a lo largo de su formación desde hace 35 años, siendo rentable para los socios familiares pero con el inconveniente de haberse desarrollado con prácticas empíricas, obtenidas a lo largo de su historia, habiendo actualmente la necesidad de alinearse a las disposiciones legales nacionales vigentes y de organismos internacionales en el manejo de alimentos en instalaciones, uso sustentable de los recursos naturales, la inocuidad de los productos y el cuidado al medio ambiente.

El presente proyecto de titulación solo atenderá la problemática de la limpieza de los residuos líquidos vertidos por la empresa, haciendo cumplir primeramente la normatividad ambiental vigente seguido de la propuesta de su tratamiento a través

de una planta de tratamiento que cumpla con la obtención de bioabono para su venta y biogás para uso como energía en el proceso productivo de la planta.

## **CAPITULO 4. Propuesta**

### **4.1. Introducción**

Del análisis realizado y haciendo uso de las recomendaciones planteadas se pretende generar nuevas instalaciones que cumpla con las recomendaciones y las disposiciones legales en cuanto a su formación como empresa, seguridad en instalaciones, inocuidad en la materia prima y proceso, equipo y personal, eficiencia en procesos y equipos y finalmente cumplimiento de la normatividad vigente en México para las descargas de los residuos líquidos principalmente orgánicos de sus procesos.

### **4.2. Metodología**

Las acciones emprendidas por la empresa para uso eficiente de los recursos naturales que utiliza como materia prima (leche y agua), aterrizadas en la propuesta de desarrollo de proyectos de eco-eficiencia que contribuyen a la generación de valor agregado en éstas por medio de la optimización de sus recursos y residuos.

Su implementación implica el seguir la siguiente metodología sustentada en la parte teórica del cuerpo del documento presentado.

En el diseño metodológico se establecen cinco ejes de levantamiento de información:

1. Economía ecológica,
2. Ecologismo empresarial
3. Desarrollo sustentable
4. Normatividad ambiental
5. Contabilidad ambiental.



#### **4.3. Proyectos de eco-eficiencia aplicados a la empresa familiar “Lácteos Santa Ana”.**

Para el siguiente proyecto de titulación solamente se trabajara en la propuesta de la implementación de una planta de tratamiento de residuos líquidos lácteos en donde se cumpla con la normatividad ambiental vigente de aguas residuales y la valorización de los residuos a través de los productos generados de la empresa familiar “Lácteos Santa Ana”, con los siguientes alcances:

1. Cumplimiento de normatividad vigente en México
2. Capacidad de la planta actual y su expansión a futuro por aumento de producción
3. Recuperación de inversión por venta de lodos y generación de energía limpia por recuperación de biogás para uso de proceso en planta.
4. Obtención de beneficios por venta de bonos de carbono al evitar la descarga de gases de efecto invernadero.

Partiendo del cumplimiento de la normatividad vigente en México en cuanto a la descarga de residuos líquidos, se presenta la información concerniente a las mismas que se desarrollan en la presente sección.

#### **4.4. Catálogo Mexicano de Normas**

Con base en el artículo 2 del Reglamento Interior de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría de Economía, a través de la Dirección General de Normas, es responsable de operar el Catálogo Mexicano de Normas.

El Catálogo Mexicano de Normas es revisado y actualizado permanentemente conforme a las publicaciones relativas a las NOM y NMX que se notifican a través del Diario Oficial de la Federación, como son: Declaración de Vigencia, Proyectos de Normas, Cancelaciones, modificaciones y respuestas a comentarios.

De acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización básicamente existen tres tipos de normas:

**Normas Oficiales Mexicanas (NOM).**-son regulaciones técnicas de carácter obligatorio. Regulan los productos, procesos o servicios, cuando éstos puedan constituir un riesgo para las personas, animales y vegetales así como el medio ambiente en general, entre otros.

**Normas Mexicanas (NMX).**- son elaboradas por un organismo nacional de normalización, o la SE. Establecen los requisitos mínimos de calidad de los productos y servicios, con el objetivo de proteger y orientar a los consumidores. Su aplicación es voluntaria, con excepción de los casos en que los particulares manifiesten que sus productos, procesos o servicios son conformes con las mismas; cuando en una NOM se requiera la observancia de una NMX para fines determinados.

**Normas de referencia (NRF).**- son elaboradas por las entidades de la administración pública para aplicarlas a los bienes o servicios que adquieren, arrienden o contraten, cuando las normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de las mismas o sus especificaciones resulten obsoletas o inaplicables.

#### 4.4.1. Normas oficiales Mexicanas del sector ambiental.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las Dependencias de la Administración Pública Federal, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) expide las NOM del Sector Ambiental con el fin de establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales.

Para facilitar su consulta, las NOM vigentes del Sector Ambiental se clasificaron en las siguientes materias:

1. Agua
2. Contaminación por ruido
3. Emisiones de fuentes fijas
4. Emisiones de fuentes móviles
5. Impacto ambiental
6. Lodos y biosólidos
7. Medición de concentraciones
8. Metodologías
9. Protección de flora y fauna
10. Residuos y suelos

#### 4.4.2. Normas Mexicanas del Sector Ambiental

Las Normas Mexicanas (NMX) son regulaciones técnicas de aplicación voluntaria expedidas por la Secretaría de Economía, las cuales prevén para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.

Conforme a la clasificación emitida por la Secretaría de Economía, las NMX elaboradas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y por la Comisión Nacional del Agua, y aprobadas por el Comité Técnico de Normalización

Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT), corresponden al Sector de “Protección Ambiental” cuya letra de identificación es “AA”.

Para facilitar su consulta, las NMX vigentes del Sector Ambiental fueron clasificadas por materia dentro de las siguientes categorías:

1. Agua
2. Atmósfera
3. Fomento y Calidad Ambiental
4. Potabilización de Agua
5. Protección de Flora y Fauna
6. Residuos
7. Ruido y Suelo.

#### 4.4.3. Normatividad vigente en México sobre descarga de residuos líquidos.

La composición específica del vertido, los cuerpos receptores, la disponibilidad de terreno en las inmediaciones de la empresa, la recuperación y reutilización de estas aguas y su posible utilización para riego están en función de la normatividad vigente sobre descargas.

Las siguientes normas son indispensables considerarlas por los subproductos que se obtienen de los efluentes líquidos que salen de los procesos así como los de las plantas de tratamiento, las cuales deben cumplir con especificaciones. En la siguiente tabla 12 se muestra la normatividad vigente en México que deben cumplir las descargas de efluentes líquidos.

**Tabla 12.** Normas oficiales NOM's en materia de aguas residuales.

NOM	Característica
NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en

	aguas y bienes nacionales
NOM-002-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado
NOM-003-SEMARNAT-1997	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público
NOM-004-SEMARNAT-2002	Protección ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final
NOM-001-ECOL-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
NOM-CCA-009-ECOL/1993	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria elaboradora de leche y sus derivados

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.4.4. Cuantificación residuos líquidos.

La implementación de un sistema de tratamiento que permita reducir la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, tratando las aguas con el sistema híbrido propuesto, en comparación con la tecnología utilizada comúnmente de lodos activados.

En los siguientes análisis realizados en la implementación de la tecnología mixta propuesta, se consideran como base de cálculos, aguas residuales municipales con las siguientes características para México que se muestra en la tabla 13.

**Tabla 13.** Parámetros de diseño.

<b>Parámetros</b>
-------------------

- 300mg DBO5/L, tratadas a nivel del mar con una temperatura promedio del mes más frío de 17.2 °C
- Por cada KWh generado se liberan 0.533 Kg de equivalentes de CO<sub>2</sub> (Kg<sub>e</sub>CO<sub>2</sub>) a la atmósfera
- Por cada kg DBO5/día tratado para el sistema de lodos activados se consumen 2.784 KWh/día
- Por cada Kg DBO5/día tratado para el sistema mixto propuesto se consumen 0.26 KWh/día.
- De acuerdo a la tarifa 6 de CFE vigente para Enero 2015 el precio por consumo de energía eléctrica es de \$1.743/KWh.

**Fuente:** Elaboración propia.

NOTA: Para el siguiente análisis, solo se consideran los consumos de electricidad relativo al sistema de tratamiento, no considerándose los consumos por iluminación, equipos de desinfección y medición.

La tabla 14, se compara el tratamiento realizado a un influente de 5 l/s a través del sistema tradicional de tratamiento aerobio con el sistema propuesto mixto. Para esta capacidad de influente y con el sistema mixto propuesto no es suficiente para producir biogás.

**Tabla 14.** Consumo de planta de tratamiento de 5 L/s.

Tecnología	Kg DBO/día	KWH/día	MWH/año	Kg <sub>e</sub> CO <sub>2</sub> /año	MX\$/año
<b>Aerobio</b>	129.60	360.80	131.70	70,232.70	247,218.50
<b>Sistema híbrido</b>	129.60	33.70	12.28	6,550.20	20,719.20
<b>Ahorro por año</b>		327.14	119.40	63,682.51	226,499.50

Fuente: elaboración propia.

Se observa que al usar la tecnología propuesta, anualmente se evita la liberación de más de 63 Ton<sub>e</sub>CO<sub>2</sub>, ahorrándose, más de MX\$226,000.00.

En la tabla 15, se hace la comparación de las plantas aerobias y propuesta para el tratamiento de 15 l/s, en este caso el biogás es suficiente como para generar electricidad.

**Tabla 15.** Consumos de energía, planta de tratamiento de 15 L/s.

Tecnología	Kg DBO/día	KWH/día	MWH/año	Kg <sub>e</sub> CO <sub>2</sub> /año	MX\$/año
Aerobio	388.80	1,082.40	395.10	210,698.20	741,655.60
Sistema híbrido con generador	388.80	-44.70	-16.29	-8,686.60	-27,476.80
Ahorro por año		1,127.00	411.35	219,384.75	769,132.40

El consumo de energía de la planta propuesta es negativo, ya que la energía generada es mayor que el consumo de la planta de tratamiento. De esta manera, con la tecnología se evita la liberación de más de 219 Ton<sub>e</sub>CO<sub>2</sub>, ahorrándose además más de MX\$769,000.00.

El consumo de energía en la tecnología, propuesta está asociado a los equipos de bombeo que hacen llegar el agua a los reactores. Si el terreno donde se instala la planta de tratamiento tiene una pendiente de más de 2%, la planta se puede operar por gravedad, con lo que las emisiones de gases de efecto invernadero disminuirán debido a la no utilización de quipos alternos así como los ahorros se verán incrementados aún más.

En la tabla 16, se hace la comparación de una planta aerobia con una planta híbrida, donde el biogás generado en los reactores anaerobios se utilizan para los equipos de aireación en los reactores aeróbicos.

**Tabla 16.** Consumos de energía, planta de tratamiento de 100 L/s.

Tecnología	Kg DBO/día	KWH/día	MWh/año	KgeCO <sub>2</sub> /año	MX\$/año
Aerobio	2,592.00	7,215.70	2,633.80	1,404,654.40	4,944,370.50

Propuesto con generador	2,592.00	1,345.10	491.00	261,842.10	950,793.50
Ahorro por año		5,870.60	2,142.80	1,142,812.30	3,993,577.10

Finalmente se puede observar que para una planta de tratamiento de 100 l/s, al hacer uso de una tecnología híbrida propuesta se evita la emisión de más de 1,142 Ton<sub>e</sub>CO<sub>2</sub>, ahorrándose además más de MX\$3,993,000.00

#### **4.5. Propuesta de planta de tratamiento sistema híbrido.**

La planta de tratamiento propuesta, es un sistema biológico que consta de reactores de lecho fluidizado de flujo ascendente, híbrido, aeróbico y anaeróbico, que permita cumplir con la normatividad vigente en nuestro país en cuanto a los parámetros máximos permitidos de descarga de aguas residuales que para nuestro caso es la proveniente de la empresa elaboradora de quesos, “Lácteos Santa Ana”.

Se realiza un muestreo para evaluar el funcionamiento de la planta de tratamiento propuesta a través de la cuantificación de los parámetros de las aguas residuales del afluente, efluente y lodos generados de acuerdo a las normas oficiales mexicanas Nom-001 y Nom-003 de la Semarnat.

De manera importante se evalúa la producción de biogás con las características de la planta de tratamiento propuesta que permita se genere electricidad, la cual abastezca los requerimientos energéticos del sistema de tratamiento.

##### **4.5.1. Parámetros de operación.**

En la tabla 17 se muestran los parámetros de operación que se tomaron en cuenta para la propuesta de la planta de tratamiento.



**Tabla 17.** Parámetros planta de tratamiento propuesta.

No.	Concepto	Datos
1	Área asignada total	40 m <sup>2</sup>
2	Sistema de tratamiento propuesto	Reactores biológicos de flujo ascendente, sistema híbrido
3	Afluente tratado primera etapa	15 L/s

#### 4.5.2. Reporte de resultados afluente, efluente y lodos generados.

En la tabla 18 se muestra los límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales que pide la Norma, Nom-001-Semarnat-1996 a través de una muestra instantánea.

**Tabla 18.** Límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales.

Parámetro	Método de Prueba	Unidad	Concentración Permissible
Potencial Hidrógeno	NMX-AA-06-SCFI-2000	Unidad	5 – 10
Temperatura	NMX-AA-07-SCFI-2000	oC	40.00
Materia Flotante	NMX-AA-06-SCFI-2000	++	Ausente
Sólidos Sedimentables	NMX-AA-04-SCFI-2000	mL/L	2.00
Sólidos suspendidos totales	NMX-AA-34-SCFI-2001	mg/L	125.00
Demanda bioquímica de oxígeno	NMX-AA-28-SCFI-2001	mg/L	150.00
Coliformes fecales	NMX-AA-12-1987	NMP/100 mL	2000.00
Grasas y aceites	NMX-AA-05-SCFI-2000	mg/L	25.00
Nitrógeno total	NMX-AA-26-SCFI-2001	mg/L	60.00
Fosforo total	NMX-AA-29-SCFI-2001	mg/L	30.00

++ Malla de 3mm de claro libre

**Fuente:** Semarnat, 2014.

En la tabla 19, se muestran los resultados de los parámetros cuantificados de acuerdo a la NOM-001-Semarnat-1996 del afluente de las aguas residuales de la empresa Lácteos Santa Ana, realizado a través de laboratorio eterno.

**Tabla 19.** Reporte de resultados afluente de la empresa "Lácteos Santa Ana".

Parámetro	Método de Prueba	Unidad	Concentración cuantificada
Potencial Hidrógeno	NMX-AA-06-SCFI-2000	Unidad	6.74
Temperatura	NMX-AA-07-SCFI-2000	°C	21.00
Materia Flotante	NMX-AA-06-SCFI-2000	++	Presente
Sólidos Sedimentables	NMX-AA-04-SCFI-2000	mL/L	1.62
Sólidos suspendidos totales	NMX-AA-34-SCFI-2001	mg/L	4,328.40
Demanda bioquímica de oxígeno	NMX-AA-28-SCFI-2001	mg/L	1,365.00
Coliformes fecales	NMX-AA-12-1987	NMP/100 mL	1,789,000.00
Grasas y aceites	NMX-AA-05-SCFI-2000	mg/L	168.00
Nitrógeno total	NMX-AA-26-SCFI-2001	mg/L	104.28
Fosforo total	NMX-AA-29-SCFI-2001	mg/L	38.16

++ Malla de 3mm de claro libre

**Fuente.** Muestreo realizado por el autor a través de laboratorio externo.

En la tabla 20, se muestran los resultados de los parámetros cuantificados de acuerdo a la NOM-001-Semarnat-1996 del efluente de las aguas residuales provenientes de la empresa Lácteos Santa Ana, realizado a través de laboratorio eterno.

**Tabla 20.** Reporte de resultados efluente de la empresa "Lácteos Santa Ana".

Parámetro	Método de Prueba	Unidad	Concentración cuantificada
Potencial Hidrógeno	NMX-AA-06-SCFI-2000	Unidad	6.83
Temperatura	NMX-AA-07-SCFI-	oC	25.00

	2000		
Materia Flotante	NMX-AA-06-SCFI-2000	++	Ausente
Sólidos Sedimentables	NMX-AA-04-SCFI-2000	mL/L	0.1
Sólidos suspendidos totales	NMX-AA-34-SCFI-2001	mg/L	12
Demanda bioquímica de oxígeno	NMX-AA-28-SCFI-2001	mg/L	34.50
Coliformes fecales	NMX-AA-12-1987	NMP/100 mL	93
Grasas y aceites	NMX-AA-05-SCFI-2000	mg/L	10.61
Nitrógeno total	NMX-AA-26-SCFI-2001	mg/L	18.21
Fosforo total	NMX-AA-29-SCFI-2001	mg/L	6.61

++ Malla de 3mm de claro libre

**Fuente.** Muestreo realizado por el autor a través de laboratorio externo.

En la tabla 21, se muestra los límites máximos permisibles de contaminantes de lodos generados en el tratamiento de aguas residuales para su aprovechamiento y disposición final de acuerdo a Norma Nom-004-Semarnat-2002 que corresponde a la protección ambiental por lodos y biosólidos tipo C.

**Tabla 21.** Límites máximos permisibles de contaminantes de lodos generados.

Parámetro	Método de Prueba	Unidad	Concentración Permissible
Sólidos totales	NOM-004-SEMARNAT-2002	g/Kg	+++++
Sólidos suspendidos volátiles	NOM-004-SEMARNAT-2002	g/Kg	+++++
Salmonella spp	NOM-004-SEMARNAT-2002	NMP/g	300.00
Huevos de Helmintos	NOM-004-SEMARNAT-2002	Huevos/L	35.00
Coliformes fecales	NOM-004-SEMARNAT-2002	NMP/100 mL	2,000,000.00
Arsénico (As)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	41.00
Cadmio (Cd)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	39.00
Cobre (Cu)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	1,500.00
Cromo total	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	1,200.00

Mercurio (Hg)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	17.00
Níquel (Ni)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	420.00
Plomo (Pb)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	300.00
Zinc (Zn)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	2,800.00

**Fuente:** Semarnat, 2014.

En la tabla 22, se muestran el reporte de resultados muestra instantánea, realizado a los lodos generados en el sistema biológico propuesto.

**Tabla 22.** Reporte de resultados lodos generados.

<b>Parámetro</b>	<b>Método de Prueba</b>	<b>Unidad</b>	<b>Concentración cuantificada</b>
Sólidos totales	NOM-004-SEMARNAT-2002	g/Kg	14.18
Sólidos suspendidos volátiles	NOM-004-SEMARNAT-2002	g/Kg	16.50
Salmonella spp	NOM-004-SEMARNAT-2002	NMP/g	26.00
Huevos de Helmintos	NOM-004-SEMARNAT-2002	Huevos/L	5.00
Coliformes fecales	NOM-004-SEMARNAT-2002	NMP/100 mL	1,800.00
Arsénico (As)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	0.003
Cadmio (Cd)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	0.004
Cobre (Cu)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	41.36
Cromo total	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	94.60
Mercurio (Hg)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	0.001
Níquel (Ni)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	16.60
Plomo (Pb)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	106.34
Zinc (Zn)	NOM-004-SEMARNAT-2002	mg/Kg	428.16

**Fuente.** Muestreo realizado por el autor a través de laboratorio externo.

#### 4.5.3. Análisis de resultados.

De acuerdo a los reportes de resultados de los parámetros máximos permisibles de los contaminantes de los efluentes de aguas residuales y lodos activados generados en la limpieza de los residuos líquidos se observa lo siguiente:

1. Se cumple con la normatividad vigente, de acuerdo a los límites máximos permitidos de la descarga de aguas residuales enmarcados en la norma Nom-001-Semarnat-1996.
2. Se obtiene una remoción de la carga orgánica en un 98% con base a la demanda bioquímica de oxígeno.
3. Con respecto a los lodos generados en la planta de tratamiento se cumple con la normatividad vigente, de acuerdo a los límites máximos permisibles de contaminantes de lodos generados en el tratamiento de aguas residuales para su aprovechamiento y disposición final de acuerdo a Norma Nom-004-Semarnat-2002, que corresponde a la protección ambiental por lodos y biosólidos tipo C.

#### 4.5.4. Evaluación de la producción de biogás.

Con base a la remoción de la carga orgánica presente en las aguas residuales de la empresa elaboradora de quesos “Lácteos Santa Ana”, que es de aproximadamente del 98% se vislumbra la generación de biogás de acuerdo al siguiente análisis realizado.

En la tabla 23, se hace la comparación de las plantas aerobias y planta de tratamiento propuesta para el tratamiento de 15 L/s de residuos líquidos y para éste caso el biogás es suficiente como para generar electricidad.

**Tabla 23.** Consumos de energía, planta de tratamiento de 15 L/s.

Tecnología	Kg DBO/día	KWH/día	MWH/año	KgeCO <sub>2</sub> /año	MX\$/año
Aerobio	388.80	1,082.35	395.06	210,698.15	741,655.56

Sistema de tratamiento híbrido	388.80	-44.62	-16.29	-8,686.60	-27,476.79
Ahorro por año		1,126.98	411.35	219,384.75	769,132.35

El consumo de energía de la planta de tratamiento propuesta es negativo, ya que la energía generada es mayor que el consumo de la planta con respecto a la energía utilizada en los equipos. De esta manera, con el sistema de tratamiento híbrido propuesto se evita la liberación de más de 219 Ton<sub>e</sub>CO<sub>2</sub>, ahorrándose además más de MX\$769,000.00.

#### 4.6. Planes de acción y programas.

De las propuestas presentadas sobre las acciones y programas a ser desarrolladas por la empresa “Lácteos Santa Ana”, se observa que la posibilidad de obtener ventajas competitivas como resultado del ahorro económico, influye sobre la orientación y la adopción de estrategias medioambientales.

Entre las acciones que la empresa tiene que emprender para proteger el medio ambiente, se agrupan en tres grupos:

- a) Uso de tecnologías limpias,
- b) Optimización de procesos y
- c) Tratamiento y manejo de residuos y contaminantes.

Con la información recopilada y planteada a lo largo del trabajo se propone los siguientes planes de acción y programas a desarrollar en el año 2016 mostrados en la tabla 24.

**Tabla 24.** Planes y programas.

Estrategia	Acciones específicas	Departamento encargado	Indicador	Tiempo de ejecución
Distribución de planta	Cumplimiento de normatividad:	Gerencia de producción	1) Diseño de planta: Layout	Enero 2016

	<p>NOM-001-STPS-2008</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Civil</li> <li>• Mecánico</li> <li>• Eléctrico, y</li> <li>• Contra incendio</li> </ul>			
Inocuidad en proceso de leche	<p>Pruebas de laboratorio para confirmar que el producto cumple con requisitos de calidad, inocuidad y autenticidad:</p> <p>NOM-051-SCFI/SSA1-2010, NOM-155-SCFI-2012; NOM-086-SSA1-1994  NOM-243-SSA1-2010  NOM-251-SSA1-2009; y  NOM-155-SCFI-2012, NOM-243-SSA1-2010, NMX-F-490-1999  NORMEX, NMX-F-736/1-COFOCALEC-2012, NMX-F-737-COFOCALEC-2010</p>	<p>Gerencia de producción</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Departamento de calidad</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Productores y personal de empresa capacitados en proceso de inocuidad de leche.</li> <li>2. Cumplir requisitos enmarcados en las NOM's y NMX's</li> </ol>	Enero-Diciembre 2016
Eficientar procesamiento de leche desde la recolección hasta su comercialización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carro cisterna con sistema de enfriamiento para recolección de leche</li> <li>• Evitar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia de producción</li> <li>➤ Departamento de mantenimiento</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Litros de leche comprados contra kg de queso producido</li> <li>2. Suero vendido</li> </ol>	

	<p>desperdicio en el manejo por personal o fugas en equipo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación de la materia prima o producto por limpieza en instalaciones y equipo</li> </ul>			
Agua utilizada	<p>Contabilidad ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Planta para reproceso y enfriamiento de agua de proceso.</li> </ul>	<p>Departamento de contabilidad Departamento de mantenimiento</p>	Agua ahorrada (m <sup>3</sup> /año)	
Planta de tratamiento de agua	<p>Proyecto de eco-eficiencia para cumplir con la normatividad vigente en México para tratamiento de agua y manejo de residuos sólidos:</p> <p>NOM-001-SEMARNAT-1996 NOM-002-SEMARNAT-1996 NOM-003-SEMARNAT-1997 NOM-004-SEMARNAT-2002</p>	<p>Gerencia de producción</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Departamento de mantenimiento</li> </ul>	<p>1) Efluentes: <b>Descargas evitadas (m<sup>3</sup>/año).</b></p> <p>2) Emisiones a la atmósfera: <b>(Ton CO<sub>2</sub> capturadas).</b></p> <p>3) Residuos sólidos y semisólidos: <b>Ton bio abono generado.</b></p>	



	NOM-001- ECOL-1996 NOM-CCA- 009- ECOL/1993			
Implementación de proyectos de eco-eficiencias a través del Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad (PLAC ).	Ingreso al programa en 2016	Gerencia general	Proyectos de eco-eficiencia implementados con los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oportunidad de mejora</li> <li>• Proyectos de eco-eficiencia</li> <li>• Inversión</li> <li>• Tiempo de retorno</li> <li>• <b>Ahorro (MN\$/año)</b></li> </ul>	1 año a partir del acceso al programa en 2016

Fuente: Elaboración propia

Los datos en la tabla 24, muestran la optimización de recursos como materia prima (leche), agua y emisiones evitadas que brindan simultáneamente la ecología y economía al desarrollar y ejecutar proyectos de eco-eficiencia, con el fin de cuidar al ambiente y obtener ganancias que se traduzcan en una fuente de ventaja competitiva.

El cumplimiento de las normas nacionales (NOM's y NMX), traerán consigo beneficios como ahorros, reducción en costo, prestigio y multas por incumplimiento de la normatividad vigente a sus descargas líquidas.

#### 4.7. Conclusiones.

La contabilidad ambiental es una herramienta que se debe utilizar debido a la escasez de recursos naturales como en nuestro caso del agua que utiliza la empresa en sus procesos y la descarga en sus efluentes altamente contaminante, la crisis ambiental mundial y la presión que ejercen distintos grupos de interés a las empresas para que asuman su responsabilidad en el daño ambiental. La

contabilidad refleja en los estados financieros las acciones de gestión y ecologismo empresarial que la organización realiza en pro del medio ambiente.

Algunas de las acciones que de los sistemas económicos comprometidos realizan son las prácticas empresariales de sustentabilidad, eco-innovaciones, eco-eficiencias y eco-diseños, permitiendo observar a la empresa los beneficios económicos, sociales y medio ambientales que tienen como consecuencia. En esta investigación se le da un énfasis a las eco-eficiencias que realizan las empresas mediante la implementación de sistemas de tratamiento que se traducen en significativos ahorros y el reconocimiento de la sociedad lo que contribuye a un mejor posicionamiento en el mercado y una fuente de ventaja competitiva.

Como acciones concretas de las eco-eficiencias que es el fin del presente trabajo, es la planta de tratamiento propuesta que es un sistema híbrido de reactores biológicos. Con su implementación se logra la limpieza de los efluentes líquidos cumpliendo primeramente con la normatividad vigente en México con base a las Normas, Nom-001 y Nom-004 de la Semarnat.

Lográndose además darle un valor a los residuos líquidos como se busca actualmente en la nueva cultura organizacional, como en el caso de la industria láctea familiar los lodos generados en la planta de tratamiento (biomasa) se puede vender al campo, como un excelente fertilizante natural para los cultivos y que de acuerdo a los resultados presentados, no presentan ningún riesgo para su utilización.

Además con el sistema de tratamiento propuesto y tomando en cuenta el caudal y carga orgánica y residuos líquidos que se generan en la empresa elaboradora de quesos “Lácteos Santa Ana” es posible generar biogás, para ser utilizado en la generación de electricidad, que vuelva a la planta de tratamiento autosustentable.

## **Conclusiones generales.**

Este trabajo pretendió brindar una propuesta que sustenta el desarrollo de proyectos eco-eficiencia encaminados al cuidado al medio ambiente, como es la implementación de una planta tratadora de residuos líquidos en una empresa de lácteos en la comunidad de Santa Ana Xalmimilulco denominada “Lácteos Santa Ana” que se sustenta en el capítulo 4 y cuyas características generales contemplan un área asignada de 40 m<sup>2</sup>, sistema de tratamiento con reactores biológicos híbridos (aeróbico y anaeróbico) de flujo ascendente y con un afluente a tratar de 15 L/s, en una primera etapa, que permita cumplir al 100% la normatividad vigente en México de las NOM y NMX y con el potencial a futuro de generar biogás para uso en la empresa y el bioabono generado para su venta en la agricultura.

Para sustentar la implementación de la planta de tratamiento como un proyecto de eco-eficiencia se hace referencia a la contabilidad ambiental, que es un tipo de análisis que las empresas utilizan cada vez más para entender los costos y beneficios de la mejora en las decisiones de gestión ambiental que se desarrolló en el capítulo 2. Este tipo de contabilidad tiene como objetivo establecer un control que permita a los administradores, contadores y directivos de las empresas contar con una herramienta que les permita cuantificar los daños ecológicos causados por su actividad, por el uso de tecnologías sucias, obsoletas y el costo ambiental que esto representa así como los beneficios en la implementación de eco-eficiencias que permita reducir el impacto ambiental.

Finalmente es necesario tomar en cuenta el uso eficiente del agua como un recurso natural que tiende a disminuir y que en un futuro puede causar el colapso de los sistemas económicos que basan su desarrollo y negocio mediante su explotación y uso, como es la empresa familiar “Lácteos Santa Ana”, que la utilizan en todo su proceso productivo de elaboración de quesos, incluyendo sus residuos líquidos donde es necesario tomar acciones encaminadas a su conservación ya que la empresa está en una región donde no se cuenta con

grandes cantidades del recurso natural, por tanto haciendo uso de la contabilidad ambiental y acciones como la implementación de eco-eficiencias y el ingreso al Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad (PLAC) buscando mejorar su desempeño ambiental mediante el desarrollo de proyectos de eco-eficiencia que contribuyan a la generación de valor agregado por medio de la optimización de sus recursos, procesos y residuos.

Con la información recopilada y planteada a lo largo del trabajo se propone los siguientes planes de acción y programas a desarrollar en el año 2016.

<b>Estrategia</b>	<b>Acciones específicas</b>	<b>Departamento encargado</b>	<b>Indicador</b>	<b>Tiempo de ejecución</b>
Distribución de planta	Cumplimiento de normatividad: NOM-001-STPS-2008 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Civil</li> <li>• Mecánico</li> <li>• Eléctrico, y</li> <li>• Contra incendio</li> </ul>	Gerencia de producción	2) Diseño de planta: Layout	Enero 2016
Inocuidad en proceso de leche	Pruebas de laboratorio para confirmar que el producto cumple con requisitos de calidad, inocuidad y autenticidad: NOM-051-SCFI/SSA1-2010, NOM-155-SCFI-2012; NOM-086-SSA1-1994 NOM-243-SSA1-2010 NOM-251-SSA1-2009; y NOM-155-	Gerencia de producción <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Departamento de calidad</li> </ul>	3. Productores y personal de empresa capacitados en proceso de inocuidad de leche. 4. Cumplir requisitos enmarcados en las NOM's y NMX's	Enero-Diciembre 2016

	SCFI-2012, NOM-243- SSA1-2010, NMX-F-490- 1999 NORMEX, NMX-F-736/1- COFOCALEC- 2012, NMX-F- 737- COFOCALEC- 2010			
Eficientar procesamiento de leche desde la recolección hasta su comercialización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carro cisterna con sistema de enfriamiento o para recolección de leche</li> <li>• Evitar desperdicio en el manejo por personal o fugas en equipo</li> <li>• Contaminación de la materia prima o producto por limpieza en instalaciones y equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia de producción <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Departamento de mantenimiento</li> </ul> </li> </ul>	<p>3. Litros de leche comprados contra kg de queso producido</p> <p>4. Suero vendido</p>	
Agua utilizada	Contabilidad ambiental: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta para reproceso y enfriamiento de agua de proceso.</li> </ul>	Departamento de contabilidad Departamento de mantenimiento	Agua ahorrada (m <sup>3</sup> /año)	
Planta de	Proyecto de	Gerencia de	4) Efluentes:	

tratamiento de agua	eco-eficiencia para cumplir con la normatividad vigente en México para tratamiento de agua y manejo de residuos sólidos: NOM-001-SEMARNAT-1996 NOM-002-SEMARNAT-1996 NOM-003-SEMARNAT-1997 NOM-004-SEMARNAT-2002 NOM-001-ECOL-1996 NOM-CCA-009-ECOL/1993	producción ➤ Departamento de mantenimiento	<b>Descargas evitadas (m<sup>3</sup>/año).</b> 5) Emisiones a la atmósfera: <b>(Ton CO2 capturadas).</b> 6) Residuos sólidos y semisólidos: <b>Ton bio abono generado.</b>	
Implementación de proyectos de eco-eficiencias a través del Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad (PLAC ).	Ingreso al programa en 2016	Gerencia general	Proyectos de eco-eficiencia implementados con los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oportunidad de mejora</li> <li>• Proyectos de eco-eficiencia</li> <li>• Inversión</li> <li>• Tiempo de retorno</li> <li>• <b>Ahorro (MN\$/año)</b></li> </ul>	1 año a partir del acceso al programa en 2016

Podemos concluir que una visión y compromiso que desarrolle la empresa “Lácteos Santa Ana” le traerá reconocimiento social a través de la responsabilidad

social que cumplen y desarrollo económico a través de la implementación de proyectos eco-eficientes que impactará en sus costos y apertura de mercados.

## **Bibliografía**

Abaigar, A., (2009). El lactosuero en la alimentación del ganado porcino. ITG Ganadero: pp. 13-17.

Aguilar, B., Montero, M., De la Cruz, J., R. (2006). Uso del suero fermentado para reducir el tiempo de acidificación del queso Oaxaca. *Agrociencia* 40(5):569-575.

Aragón, J. (1998). *Empresa y medio ambiente: gestión estratégica de las oportunidades medioambientales*. Granada: Comares.

Aragón, J., & Rubio, E. (2007). Proactive Corporate Environmental Strategies: Myths and Misunderstandings. *Long Range Planning*, vol. 40 (3), pp. 357-381.

Aragón-Correa (2008). Environmental strategy and performance in small firms: A resource based perspective. *Journal of Environmental Management*, Volume 86, Issue 1, pp. 88-103.

Aragón y Correa. (2007). Proactive Corporate Environmental Strategies: Myths and Misunderstandings, *Long Range Planning*, Volume 40, Issue 3. pp. 357-381.

Aragón y Correa. (2008). Environmental strategy and performance in small firms: A resource based perspective *Journal of Environmental Management*, Volume 86, Issue 1, pp. 88-103.

Argüelles, C. L. (2011). Propuesta de tratamiento contable para las afectaciones ambientales provocadas por la explotación de yacimientos minerales en empresas productoras de níquel. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*.

Badui D., S. (2006). *Química de los alimentos*. Cuarta edición, Editorial Pearson Educación, México. 626-628 p.

Bengochea, P. (2008). *Competitividad empresarial: un nuevo concepto*. Recuperado el 4 de junio de 2015, de:

[http://www.degerencia.com/articulo/competitividad\\_empresarial\\_un\\_nuevo\\_concepto](http://www.degerencia.com/articulo/competitividad_empresarial_un_nuevo_concepto).

Burhanettin, F., Bulent, K., Ergun, Y., Alper, N. (2004). Cheese whey treatment performance of an aerobic jet loop membrane bioreactor. *Process Biochemistry*, vol. 39(12): pp. 2283-2291.

Cammarano, D. E. (2012). *La Contabilidad de Costos y Costos Ambientales*. Punta del Este, Uruguay.



CANILEC . (2014). Estadísticas. Recuperado el 16 de octubre de 2014 de <http://www.canilec.org.mx/estadisticas.php>

Chudnovsky, D. y. (1995). Competitividad y medio ambiente. Claros y oscuros en la industria Argentina.

Cleveland, C. S. (2001). The Nature of Economics and the Economics of the Nature. Cheltenham: Edward Elgar.

Criterio sostenible. (2010). Recuperado el 4 de junio de 2015, de <http://www.criteriosostenible.com/recursos/eco-diseno-introduccion-y-normas/>.

COFOCALEC. (2014). Certificación de producto. Recuperado el 6 de diciembre del 2014 de <http://cofocalec.org.mx/servicios/certificacion>

CONAGUA. (2011). Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación. Recuperado el 12 de noviembre de 2014 de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-INVENTARIO%202011%20FINAL.pdf>

Del Río González Pablo. (marzo de 2011). Enfoques y políticas de eco-innovación. Una visión crítica. Recuperado el 12 de junio de 2015, de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3393726>.

Demet Karaman, A.; Cobanoglu, F.; Tunalioglu, R. y Ova, G. (2012): "Barriers and benefits of the implementation of food safety management systems among the Turkish dairy industry: A case study". Food Control, Vol. 25, Nº 2, Junio 2012, pp. 732-739.

Desarrollo, C. M. (1987). Informe Brundtland.

Desarrollo, P. N. (s.f.). Recuperado el 17 de junio de 2015, de <http://pnd.presidencia.gob.mx/>

FAO. (2011). Los países en desarrollo y el sector lechero mundial, parte I: Panorama mundial. Recuperado el 3 de octubre de 2014 de [http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/pplpi/docarc/execsumm\\_wp30.pdf](http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/pplpi/docarc/execsumm_wp30.pdf)

Fraj Andrés, E. E. (2010). La influencia de factores de presión en el comportamiento medioambiental de la empresa: análisis del efecto moderador del

tipo de actividad. Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa , 127-146.

Fraj, E. M. (2010). La influencia de factores de presión en el comportamiento medioambiental de la empresa: análisis del efecto moderador del tipo de actividad. Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa. , 127-146.

Fraj, E., Martínez, E., & Matute, J. (2008). La influencia de factores de presión en el comportamiento medioambiental de la empresa: análisis del efecto moderador del tipo de actividad. Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa, vol. 19, núm. 1, pp. 127-146.

FUP. (2005). Frente Universitario Perionista. Recuperado el 4 de julio de 2015, de <http://federacionuniversitaria71.blogspot.com/2008/09/estocolmo-1972-nuestro-futuro-comn.html>

García, C. P. (22 de julio de 2003). Costos Ecológicos: “Dos Necesidades, Múltiples Beneficios”. Punta del Este, Uruguay , México.

González, M. G. (2011). Contabilidad Ecológica. México: Flores Editor y Distribuidor.

Gross, P. y. (2005). Bases de un modelo de gestión ambiental. Revista Eure.

Henri, J.-F. M. (2010). Eco-control: The influence of management control systems on environmental and economic performance. Accounting, Organizations and Society, Volume 35, Issue 1, pp. 63-80.

James, P. (1992). The Corporate Response In Charte. En Greener Marketing. A Responsible Approach (págs. 111-137). heffield: Interleaf Production.

Jesús, R. M. (27 de Junio de 2009). Empresas contaminantes. Milenio, págs. 1-2.

Korhonen, J. (2004). Industrial ecology in the strategic sustainable development model: strategic applications of industrial ecology. Journal of Cleaner Production, Volume 12, Issues 8-10 , pp. 809-823.

La empresa como organización. (s.f.). Recuperado el 5 de Junio de 2011, de <http://www.grupocto.es/tienda/pdf/TTema15NUEVO.pdf>.

Leal, J. (2005). Eco-eficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias. Santiago de Chile : CEPAL .

López-Gamero, M. D.-A.-C. (2009). The whole relationship between environmental variables and firm performance: Competitive advantage and firm resources as mediator variable. *Journal of Environmental Management*, Volume 90, Issue 10, pp. 3110-3121.

Méndez, M. E., Briceño, J. I., González, A., (2009). Oxidación electroquímica de compuestos orgánicos de un efluente proveniente de una planta procesadora de productos lácteos. *Rev. Fac. Ing*, vol. 24, nº 2. Venezuela: pp. 79-86.

OCDE y FAO. ( 2014), *Perspectivas agrícolas 2013-2022*. Recuperado el 28 de septiembre de 2014 de

[http://www.oecd.org/centrodemexico/medios/Print\\_OECD\\_FAO\\_Outlook\\_Flyer\\_Sp%20WEB.pdf](http://www.oecd.org/centrodemexico/medios/Print_OECD_FAO_Outlook_Flyer_Sp%20WEB.pdf)

Ortega D., S. ( 2007). Implementación de un sistema de depuración biológico para el tratamiento de efluentes de una industria quesera. Reporte de Residencia Profesional. Licenciatura en Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Durango, México. pp. 64.

Paavola, J. &. (2011). Ecological Economics and Environmental History. *Ecological Economics*, Volume 70, Issue 7, pp. 1266-1268.

Parra, R. A., (2010). Digestión Anaerobia de Lactosuero: Efecto de Altas Cargas Puntuales. *Rev. Fac. Nal. Agr.*, 63(1). Medellín: pp. 5385-5394.

Porter M.E. Van der Linde C. (1995). Green and Competitive. *Harvard Business Review*.

Rennings, K. (2000). Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*, Volume 32, Issue 2, pp. 319-332.

Sagar, A. D. (1997). A perspective on industrial ecology and its application to a metals-industry ecosystem . *Journal of Cleaner Production*, Volume 5, Issues 1-2, pp 39-45.

SAGARPA. (2014). *Proyecciones para el sector agropecuario de México*. Recuperado el 14 de octubre de 2014 de

<http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Escenariobase09.pdf>

SEMARNAT. (2011). Recuperado el 15 de junio de 2015, de

<http://www.semarnat.gob.mx/Pages/Inicio.aspx>.

SEMARNAT. (2014). Marco jurídico del sector medio ambiente. Recuperado el 8 de diciembre de 2014 de

<http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas>

Sinkin, C. C. (2008). Eco-efficiency and firm value. *Journal of Accounting and Public Policy*, Volume 27, Issue 2 , pp 167-176.

Tetra Pak Processing System. (2014). Sustainability. Recuperado el 6 de diciembre de 2014 de

<http://www.tetrapak.com/sustainability>

Torres Rivera Alma Delia, R. O. (2011). Prácticas empresariales de sustentabilidad; fuente de ventaja competitiva. México.

Van Horne, J. (1997). *Administración Financiera*. México: Prentice Hall.

Wagner, M. (2007). Integration of Environmental Management with Other Managerial Functions of the Firm: Empirical Effects on Drivers of Economic Performance . *Long Range Planning*, Volume 40, Issue 6, pp. 611-628.

World Commission on Environment and Development (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press. p. 27. ISBN 019282080X.

Zeno, W. Wicks, J. Jones, F.N. Pappas, S.P. Wicks, D. (2007). *Organic Coating Science and Technology*. 3th Edition. Wiley-Interscience. United States of America.