



Oportunidades de Producción Más Limpia en una Granja Lechera y Fábrica de Quesos

J. Esquer ^a, C. D. Cordero ^b, L. E. Velazquez ^c, N. E. Munguía ^d

a. Universidad de Sonora, México, jesquer@industrial.uson.mx

b. Universidad de Sonora, México, cesar.cordero@hotmail.com

c. Universidad de Sonora, México, luis_velazquez@industrial.uson.mx

d. Universidad de Sonora, México, nmunguia@industrial.uson.mx

Abstract

According to the National Institute for Federalism and Municipal Development (INAFED by Spanish acronym), Sonora's livestock activity possess the national prestige of being one of the main livestock producers in Mexico because of its magnificent quality and its ability to cover the demand of products as well as its important contribution to the national exports. Internationally, this state has been recognized by the United States of America for being a disease free zone referred to livestock production. One of the derivatives obtained from the cattle is cheese; all around the state is possible to find different places where this food is produced, from small producers who make the cheese in a home-made manner with gas or even wood stoves in some small communities, to big industries who count with sophisticated equipment and a big investment capacity to commercialize and also export this product.

As the cattle raising and cheese production are common activities within the region, analyzing this industries from the cleaner production perspective takes a higher relevance. The aim of this paper is to show relevant results from a study conducted on a cheese production facility in a small city at the northwestern side of the state. The most important opportunities found were those for reducing the energy demand for thermal processes and improving the manure management system, among others; such things will not only achieve an improvement on the company's environmental performance, but also it will provide a considerable economical benefit which is expected to work as a motivation for further and deeper research and analysis.

Keywords: Dairy farming, Cheese, Cleaner Production.

1 Introducción

La manufactura del queso inició en tiempos antiguos con la práctica de transportar leche en estómagos y vejigas animales. A través de los siglos, la elaboración del queso ha sido modificada y refinada; éste puede ser producido de la leche de varias especies, sin embargo, la leche de vaca es la más usada en el occidente (Cornell University, 2007).

En México la producción de queso y la ganadería son actividades comunes;

particularmente en el noroeste del país la actividad ganadera del estado de Sonora posee el prestigio nacional de ser de los principales estados ganaderos del país por la magnífica calidad de su ganado y su cobertura de la demanda nacional de los productos ganaderos así como la importante contribución a las exportaciones nacionales de ganado; además, alrededor de todo el estado es posible encontrar diferentes lugares donde se produce queso, desde pequeños productores que fabrican el queso de manera casera en estufas a gas o incluso de leña en algunas pequeñas comunidades, hasta grandes industrias que cuentan con equipos sofisticados y gran capacidad de inversión para comercializar e incluso exportar este producto.

La ganadería requiere de grandes cantidades de agua y alimentos, a la vez que el ganado y sus desechos emiten gases de efecto invernadero como lo son el metano y el dióxido de carbono, la producción de quesos por su parte también presenta una alta demanda de recursos como agua y energía. Es así que el análisis de este tipo de empresas desde la perspectiva de producción más limpia toma mayor relevancia. Las oportunidades de mejora potenciales habrán de reducir el impacto ambiental y los riesgos ocupacionales que se presentan en la empresa, las acciones a tomar habrán también de resultar en beneficios económicos lo cual puede representar un incentivo para continuar investigando y mejorando su desempeño (Steinfeld et al., 2006; Myers, 1991; IPCC, 2000; UNEP, 2000).

El propósito de este documento es mostrar resultados importantes en un estudio realizado dentro de una granja donde se produce leche y queso localizada al noroeste del Estado de Sonora, México. Su objetivo fue el identificar oportunidades para reducir los riesgos ambientales y ocupacionales que se presentan en dicho establecimiento. En este documento se resumen los resultados obtenidos describiendo las propuestas realizadas y sus implicaciones.

2 Metodología

En la fábrica de quesos en cuestión, la cual cuenta con su propio establo de vacas lecheras, se analizó el proceso de fabricación de los diferentes tipos de queso incluyendo desde la cría, ordeña, elaboración de queso y empaquetado; y así poder identificar las oportunidades para la prevención de la contaminación.

Este caso de estudio, a través de un Programa de Producción más Limpia, se aborda con un enfoque mixto: Cualitativo, dado por una observación en general de la empresa y del proceso productivo, y cuantitativo, dado por la recolección de datos concretos a través de datos existentes

El alcance incluye los riesgos ambientales y de seguridad e higiene de la producción de queso, así como en el manejo del establo de vacas lecheras durante el período de Agosto a Diciembre del 2010. Para esto se hizo un análisis literario previo acerca de la problemática ambiental y la importancia de la industria láctea y de la ganadería. Además, se llevó a cabo un diagnóstico basándose en la metodología propuesta en "Cleaner production assesment in Dairy processing" (UNEP, 2000). Los elementos abordados se resumen a continuación:

Fase 1 – Planeación y organización.

Fase 2 – Pre-evaluación

Fase 3 – Evaluación

Fase 4 – Estudio de factibilidad

Fase 5 – Plan de acción

En el plan de acción se proponen las actividades a realizar después de haber hecho un análisis de las oportunidades de mejora encontradas. La implementación habrá de correr por cuenta de los interesados por parte de esta empresa.

3 Resultados

3.1. Planeación y organización:

Esta fase consistió en exponer al gerente de la fábrica los beneficios que conlleva un análisis de producción más limpia en sus procesos para poder contar con su interés y participación en el proyecto.

Como parte del estudio se propuso la siguiente Política de Sustentabilidad para la empresa:

“Esta Empresa se compromete a reducir su impacto ambiental y los riesgos ocupacionales de sus procesos sin comprometer su capacidad y la calidad de sus productos por medio de:

- Capacitación continua al personal,
- Mejora continua y replanteo de operaciones para: reducir desperdicios, reducir posibles riesgos ocupacionales y mejorar su eficiencia,
- Utilización de nuevas tecnologías amigables con el ambiente,
- Reducción de demanda energética.”

3.2. Pre-evaluación:

Descripción de la empresa y del proceso productivo:

Esta microempresa está situada en la ciudad de Caborca, Sonora, a 300 Km de la capital del estado. La empresa fabrica y distribuye quesos de diferentes tipos (asadero, fresco, Cottage, en polvo, etcétera) dentro y fuera de la ciudad. Entre repartidores, promotores de venta, encargados de producción y operadores, la empresa cuenta con 10 empleados incluyendo al dueño que a la vez funge como gerente general; además cuenta con un establo de crianza de ganado y ordeña de donde se obtiene la leche como materia prima para el producto. El proceso analizado puede ser dividido en 2 partes, la obtención de leche y fabricación del queso.

3.3. Evaluación

Diagrama de flujo: Las actividades principales de la empresa pueden ser representadas por medio del diagrama de flujo (fig. 1). En la figura se muestra cómo es que el proceso de ordeña es el eslabón principal entre la granja y la fábrica de quesos.

Subproductos, desechos y sustancias peligrosas: Las actividades de productivas conllevan a la generación de productos y desechos así como el uso de sustancias peligrosas, a continuación se describen tales y se resumen en la tabla 1.

Área de Granja lechera:

Subproductos:

- Estiércol
- Animales Machos
- Agua con carga orgánica (leche, estiércol, orina y otros lodos).

Desechos:

- Metano de la digestión de los animales
- Equipo utilizado para inseminación artificial (guantes, jeringas, etc)
- Recipientes de insumos veterinarios
- Recipientes de plaguicidas

Sustancias o materiales peligrosos:

- Plaguicida: Cybor
- Estiércol acumulado
- Polvos secos provenientes de la molienda de granos

*Área de planta procesadora*Subproductos:

- Suero
- Vapor
- Agua condensada (tibia)

Desechos:

- Leche (en caso de tener un lote no satisfactorio)
- Suero
- Restos de empaques
- Polvo de queso

Sustancias o materiales peligrosos:

- Alcohol Isoamílico
- Hidróxido de sodio
- Ácido sulfúrico
- Fenolftaleína

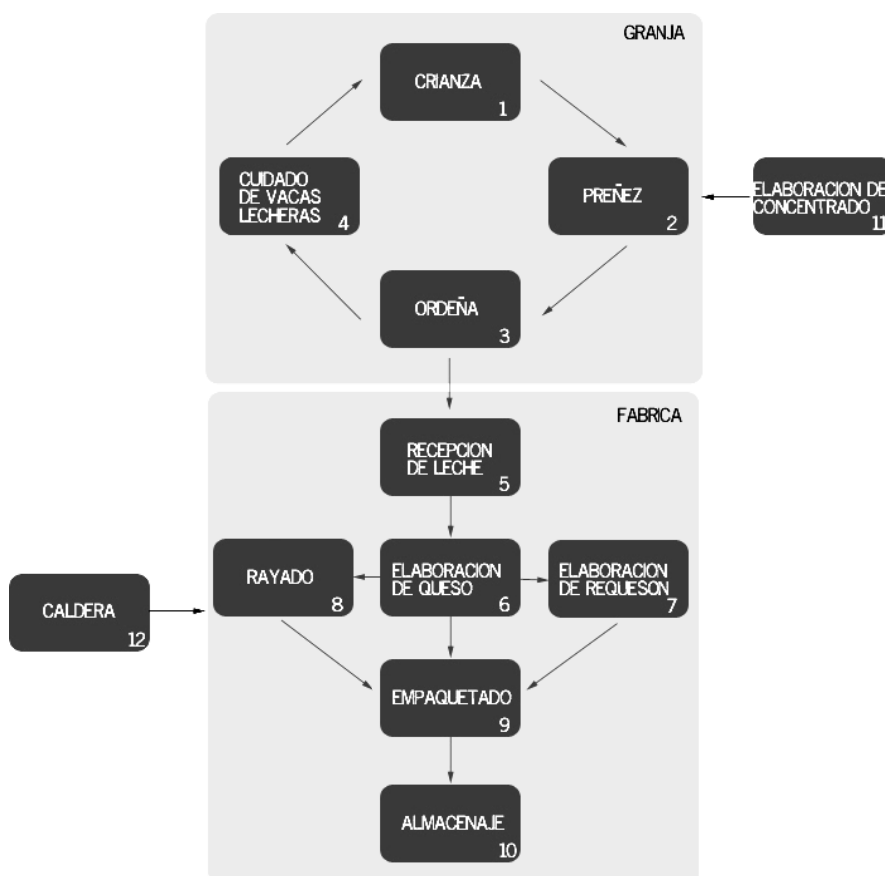


Fig. 1 – Diagrama de Flujo de las actividades productivas de la empresa.

Tabla 1 Resumen de sustancias o materiales peligrosos

Químico	CAS#	Forma Básica	Ruta de Exposición	Presión de Vapor (VP)	LEL%	Punto de vaporización °F	OSHA PEL	NIOSH REL
Alcohol Isoamílico	123-51-3	Líquido	Inhalación, ingestión, piel o contacto con los ojos	28 mmHg	1.20%	109°F	TWA: 100 ppm (360 mg/m ³)	TWA: 100 ppm (360 mg/m ³)
Ácido Sulfúrico	7664-93-9	Líquido	Inhalación, ingestión, piel o contacto con los ojos	.001 mmHg	NA	NA	TWA: 1 mg/m ³	TWA: 1 mg/m ³
Hidróxido de Sodio	1310-73-2	Hojuelas-Polvo	Inhalación, ingestión, piel o contacto con los ojos	0 mmHg	NA	NA	TWA: 2 mg/m ³	C: 2 mg/m ³
Fenoltaleína	77-09-8	Líquido	Inhalación, ingestión, piel o contacto con los ojos	4.62 mmHg	NA	253°F	NA	NA
Cybor	El cybor es un químico considerado "ligeramente tóxico", por lo que debe evitarse su ingestión, inhalación y contacto con la piel. Los fabricantes recomiendan no almacenar este producto cerca de alimentos y forrajes.							
Estiércol	El estiércol acumulado puede llegar a causar incomodidad en los animales, además de ser un ambiente propicio para la propagación de moscas. En algunos casos puede ayudar en la aparición de mastitis en las vacas debido a la exposición al estiércol en los lechos donde éstas duermen							
Polvos Secos	Los polvos generados en el molino pueden ser causa de incendios, o bien causar enfermedades respiratorias al personal en caso de exponerse a ellos							

Agua: Los principales usos que se le dan al agua en esta empresa se pueden dividir en 3 grandes rubros: Agua de beber para los animales, agua para producir vapor en los procesos térmicos y agua para limpieza en general.

a) Agua para caldera

El agua que se introduce a la caldera tiene incluido el costo extra del filtrado y suavizado, es decir, el agua necesaria para producir vapor debe estar libre de ciertos minerales, y por lo tanto es suavizada por medio de un equipo especializado el cual necesita renovarse cada 2 o 3 meses. Esto implica un costo tanto de operación como de materiales; de acuerdo al trabajador encargado de realizar esta actividad el gasto de agua por cada ocasión en que se le da servicio al suavizador va de los 8 a los 10 metros cúbicos. La cantidad diaria de agua utilizada para la caldera que es de alrededor de 800 litros diarios (la caldera trabaja 4 horas diarias y que, al tener una capacidad de 15HP consume alrededor de 200 litros por hora). Actualmente no existe un sistema adecuado en la fábrica para recuperar esta agua.

b) Agua para limpieza general

Como parte de las operaciones principales, la limpieza es uno de los aspectos más importantes y más observados dentro de la fábrica, después de cada vaciado de recipientes y después de cada jornada de trabajo se realiza una limpieza tanto del área como de los utensilios. Así mismo, en el área de ordeña es necesario contar con buen flujo de agua para evitar posible contaminación del lote de leche.

c) Agua de beber para el ganado

En la Tabla 2 se expresan las demandas de agua para el ganado bovino de acuerdo al libro Nutrient requirement for dairy cattle (BANR, 2001).

A la fecha del estudio, el establo contaba con lo siguiente: 8 Bovinos en crecimiento, 11 Bovinos en terminación, 55 Vacas en lactación, y 2 Toros.

Tabla 2 Requerimiento de agua de bovinos

Peso Vivo - Kilogramos	Litros/Día
Bovino en crecimiento	
180	26
275	34
364	40
Bovino en terminación	
275	38
365	47
455	55
Vacas en lactación	
410	70
Toros	
635	50
730	55

A partir de estos datos y haciendo un promedio de cada etapa de crecimiento y su demanda de agua se tiene que el consumo diario para el ganado es de aproximadamente: 4,735 Litros diarios (4.7 metros cúbicos) de agua para beber. Se sabe, además, que los animales habrán de beber más agua de acuerdo a las condiciones climáticas, es decir, ésta cifra puede variar hasta los 6 metros cúbicos en temporadas de alta temperatura.

Energía: La empresa realiza un buen uso de la energía eléctrica en cuanto al factor de potencia además de contar con buena iluminación natural, sin embargo otra fuente importante de energía es obtenida del Gas LP que es utilizado por la caldera, cuya capacidad es de 15HP. La eficiencia típica para ésta capacidad operada a base de Gas LP es de 74%, mantener buenos niveles de eficiencia es económicamente redituable para la empresa, sin embargo, actualmente no se tiene un registro del desempeño de la caldera. El gasto actual de Gas LP se estima en 100 Litros diarios, aproximadamente 25 litros por hora.

3.4 Propuestas realizadas

Basándose en la investigación realizada y el estudio de factibilidad, se proponen las siguientes acciones como una forma de reducir los desperdicios de agua y energía, así como potencialmente prevenir y reducir los riesgos ambientales y ocupacionales que se generan en la empresa estudiada.

a) Control de moscas: Utilización del parasitoide "*Spalangia endius*". De acuerdo a la Junta Local de Sanidad Vegetal del valle del yaqui en Sonora (JLSV, Sin Fecha) La *Spalangia endius*, es un parasitoide benéfico, inocuo para el hombre, los animales y el medio ambiente, enemigo natural de varias especies de moscas comúnmente asociadas a sistemas intensivos de producción animal y en la vida cotidiana en todos los sectores, es una pequeña avispa de color negro brillante de aproximadamente 3 mm de longitud. La avispa rastrea las pupas de moscas y deposita sus huevecillos dentro de las mismas. La larva del parasitoide benéfico devora la mosca que se está desarrollando dentro de la pupa. Luego, al emerger el parasitoide adulto, comienza la búsqueda de más pupas reiniciando su ciclo reproductivo.

La cantidad mínima recomendada es la liberación de un litro de *Spalangia*, que alcanzará a cubrir una superficie de 3,500 metros cuadrados. Es conveniente hacer las liberaciones durante los meses de alta incidencia de moscas que es de marzo a noviembre. Es factible liberar en cualquier área en que se tengan

problemas con moscas, como en fábricas de comestibles, rellenos sanitarios, basureros, empacadoras de frutas y hortalizas, granjas, establos, restaurantes y en donde existan áreas infestadas con moscas.

b) Instalar medidores de agua separados en las áreas de mayor consumo para poder llevar un registro estadístico y poder controlar posibles problemas de desperdicio de agua. Las principales áreas donde se recomienda el uso de medidores son: La sala de ordeña, La sala de producción y la línea de agua para la caldera. El agua que se utiliza para dar de beber a los animales puede ser medida restando los consumos de cada medidor nuevo instalado al medidor principal de la granja.

c) Planear la programación del mantenimiento preventivo a los motores y equipos que se utilizan y cuyo servicio puede ser ejecutado por el personal en la planta empezando por un inventario completo de los equipos existentes anotando sus marcas o números de registro para llevar un mejor control. El inventario deberá llevar todos los datos disponibles que se tengan del equipo. Se propone además llevar un registro para cada vez que se realice un servicio que contenga: Fecha de servicio, código del equipo, descripción del trabajo realizado, horas de uso del equipo, costos de materiales y de mano de obra.

Tabla 3 - Ejemplo de registro de mantenimiento

REGISTRO DE MANTENIMIENTO						
Fecha:	Código de equipo	Horas de uso	Descripción de trabajos realizados	Costo		
				Materiales	Mano de Obra	Total
22/10/2010	ME-01		Limpieza y engrasado			
24/10/2010	CO-07		Cambio de bandas y poleas	\$135		\$135
05/01/2011	RE-10		Rellenado de gas refrigerante, sellado de fugas en tubería	\$400	\$150	\$550

d) Instalar Trampas de vapor en la salida de los procesos térmicos para evitar que se fugue vapor y reducir el desperdicio de energía que esto conlleva. Las trampas de vapor funcionan como una válvula que cierra cuando existe vapor en el sistema y abre cuando el vapor entrega su calor latente y se condensa.

e) Revisar la eficiencia de la caldera: Conocer la eficiencia con la que opera la caldera permite tener un control y tomar medidas correctivas en caso de que ésta opere con bajo rendimiento. El método para medir la eficiencia de generadores de vapor se describe en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-ENER-1996.

f) Instalar tuberías para realizar el retorno del agua condensada: Después de haber instalado las trampas de vapor, será de utilidad instalar un sistema de tuberías para dirigir el agua condensada de los procesos térmicos de regreso a la caldera, aprovechando así el calor residual, y evitando el desperdicio del agua que ha sido tratada previamente para introducir a la caldera. Esto conlleva un ahorro de entre el 10 y el 20% del combustible utilizado para generar vapor y un ahorro de aproximadamente 300 Litros de agua diarios. En las figuras 2 y 3 se describe la situación actual y la propuesta para el retorno de condensados.

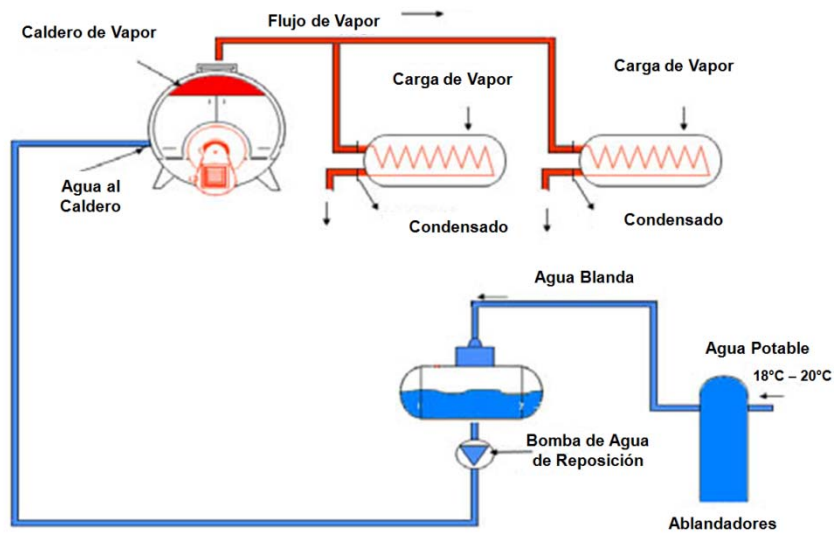


Fig. 2 - Representación del sistema de vapor actual

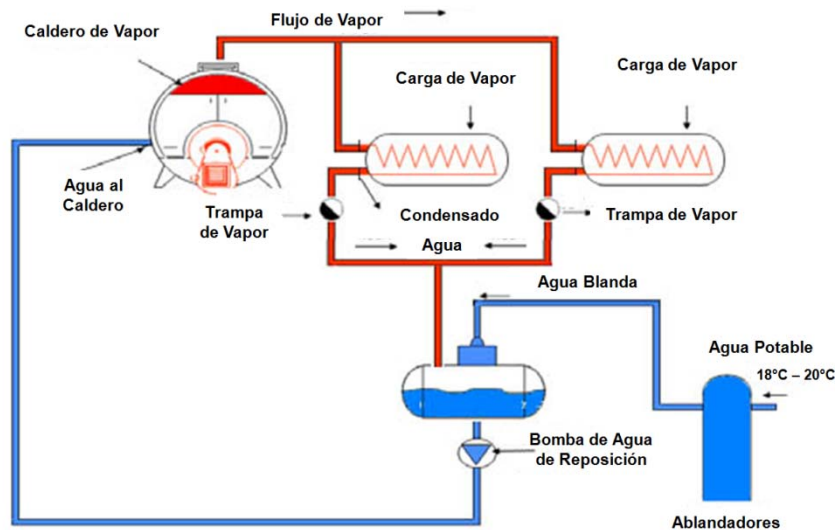


Fig. 3 - Representación del sistema de vapor propuesto.

g) Instalar una planta para generar Biogás. Para el diseño de la planta de biogás se habrán de estimar 30 galones diarios de estiércol y agua por cada cabeza de ganado, el digester anaeróbico debe trabajar entre los 25 y 40 grados y por lo menos deberá tener una retención hidráulica de 20 días. El digester que se recomienda para ser alimentado por estiércol de ganado es el llamado "plug flow digester" el cual se ejemplifica en la figura 4, que consiste en una fosa alargada horizontal hecha en la tierra con una cubierta flexible (plástico) para retener el gas liberado.

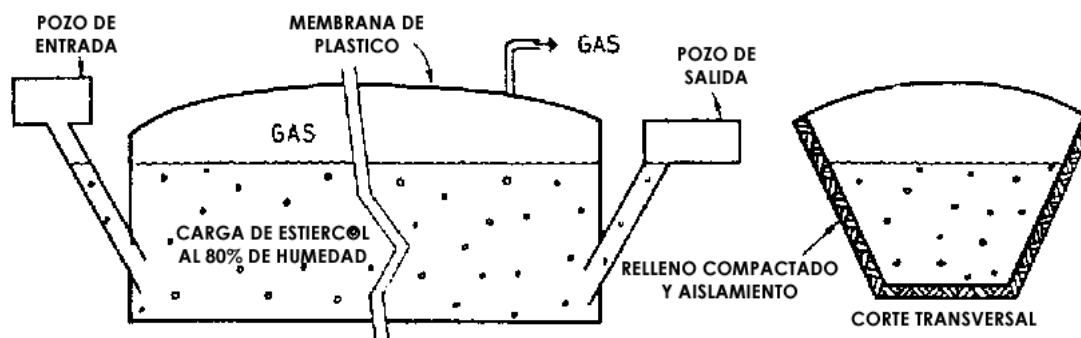


Fig. 4. Esquema de un digestor "plug flow" (FAO, 1992)

El contenido de sólidos del estiércol deberá de ser de alrededor del 10 y el 20%, deberá ser mezclado en el pozo de entrada previo a su introducción en el digestor, el volumen del digestor debe ser considerado para una retención hidráulica de entre 15 y 20 días, es decir, el volumen total deberá ser 20 veces la cantidad que se pretende alimentar diariamente. Se espera que el gas que se obtenga de este digestor tenga aproximadamente la siguiente composición: 60 a 70% de gas metano y de 30 a 40% Dióxido de carbono. Otros gases en menores cantidades como Sulfuro de hidrógeno.

El volumen que se obtendrá habrá de variar de acuerdo a la composición del estiércol, el tiempo de retención, el porcentaje de sólidos introducidos, la temperatura con que opera el digestor y el pH del material con que se alimenta (es muy importante mantenerlo en el rango superior a 6 e inferior a 8).

De acuerdo a los experimentos realizados con digestores de este tipo (Duque et al, 2006), controlando los parámetros de temperatura, días de retención hidráulica y pH, es posible obtener hasta un 150% de biogás en relación con el volumen del digestor, con una proporción de 60% de metano, esto es, por cada 1000 litros de capacidad del digestor, se habrán de obtener hasta 1500 litros de biogás conteniendo 900 litros de gas metano.

Además, se habrá de hacer un arreglo de válvulas, tuberías y tanques para poder coleccionar y almacenar el gas producido. Este gas puede ser utilizado para alimentar la caldera generadora de vapor que se usa en la fábrica de quesos.

4. CONCLUSIONES

La metodología utilizada tiene un enfoque para grandes empresas que están dispuestas a invertir tiempo o esfuerzo respecto a la producción más limpia, en el caso de una microempresa o taller, quizá sea conveniente replantear los pasos propuestos en la literatura comenzando por llevar a cabo una preevaluación para así poder proponer a grandes rasgos posibles mejoras al proceso, y por lo tanto, obtener el interés de los dueños.

A pesar de no estar familiarizados con los conceptos de producción más limpia y prevención de la contaminación, se encontró que la empresa lleva a cabo mejoras para reducir desperdicios y mejorar la eficiencia de sus procesos, esto debido al obvio beneficio económico que dichas acciones representan.

Las oportunidades de mejora encontradas en este estudio, evidencian que el sector privado – en este caso una empresa relativamente pequeña- puede ser beneficiado ampliamente al recibir apoyo de las universidades y centros de desarrollo, así como los estudiantes pueden enriquecer su formación con este tipo de actividades, sin embargo se encontraron ciertos bloqueos que impiden que estos

lazos se formen de manera sencilla, esto se dificulta aún más algunas veces cuando se trata de temas de protección al medio ambiente. El interés por parte de los empresarios llega cuando se habla en términos económicos, es decir, las oportunidades de mejora generalmente serán atendidas solo si esto conlleva una pronta recuperación del costo invertido.

5. REFERENCIAS

- BANR, 2001. Nutrient requirement for dairy cattle: Seventh Revised Edition. Board on Agriculture and Natural Resources. National Academy press. Washington DC.
- Cornell University, 2007. Cheese Production: Fact sheet for the small scale food entrepreneur. The Northeast center for food entrepreneurship. http://www.nysaes.cornell.edu/necfe/pubs/pdf/FactSheets/FS_CheeseProduction.pdf Último acceso Julio 2010
- Duque, D C A., Galeano, U C H., Mantilla G J M, 2006. Evaluación de un digestor tipo "Plug Flow". Colombia: Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá.
- FAO, 1992. Biogas processes for sustainable development. Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://www.fao.org/docrep/t0541e/T0541E00.htm#Contents> Último acceso Febrero 2011.
- IPCC, (2000). Land use, land use change and forestry. A special report of the IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- JLSV, (s.f.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Junta Local de Sanidad Vegetal. México. <http://www.jlsvyaqui.org.mx/Spalangia.htm> Último acceso Febrero 2011.
- Myers, N., (1991). The biodiversity challenge: expanded "hotspots" analysis.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Hann, C., (2006). Livestock´s long shadow: environmental issues and options. Roma: LEAD-FAO.
- UNEP, (2000). Cleaner Production Assessment in Dairy Processing. United Nations Environmental Programme.