

ASPECTOS MEDIO AMBIENTALES ASOCIADOS A LOS PROCESOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA*

Marcelino de Jesús González Cáceres

Gerente de Planta Productos Lácteos Flor de Aragua CA.

E-mail: mgonzalez@flordearagua.com

RESUMEN

La industria láctea por su diversidad de procesos y productos genera una gran cantidad de residuos sólidos, líquidos y gaseosos los cuales se ven incrementados al mejorar la productividad, calidad y sanidad de los mismos. El queso es un producto fundamental de la industria destinándose para su elaboración el 63 % de la producción nacional de leche, se obtiene como subproducto lacto suero en volúmenes significativamente altos convirtiendo su proceso como el más importante al momento de evaluar los aspectos medio ambientales asociados por su contenido en lactosa, grasa, proteínas, minerales, vitaminas responsables de los elevados valores de DBO₅ Y DQO presentes en el mismo. El presente trabajo hace una revisión de los usos potenciales del lacto suero obtenido resaltando la importancia de aprovecharlo para el mejoramiento del bienestar animal y como materia prima en procesos de elevada selectividad que eliminen agua, recuperen lactosa, proteínas, sales minerales, generando valor agregado y así evitar desecharlo como efluente por su elevado costo económico y ambiental. Se propone la implementación de políticas de control de la contaminación basadas en la prevención eliminando la misma en su punto de origen al aplicar en forma continua estrategias integradas a procesos, productos y servicios utilizando las mejores técnicas disponibles, principios de la producción más limpia. Aplicando los principios de precaución, prevención e integración para reducir la generación de residuos, los generados deben someterse a tratamiento para ser dispuestos apropiadamente con el mínimo de impacto ambiental, los tratamientos están

orientados a la remoción de los niveles contaminantes de DBO₅, DQO, aceites, grasas, sólidos suspendidos, corrección de pH a valores permitidos en la legislación, los mismos contemplan pre-tratamiento y tratamiento biológico usando lodos activados por aireación extendida, carga media o por torres de contacto lo que permite la biodegradación de la materia orgánica.

Palabras Claves: Industria láctea, queso, lacto suero, residuos, proteínas, lactosa, prevención, procesos, aprovechamiento, tratamiento, biológicos, tecnologías limpias

La industria alimentaria es uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente, bien sea por sus procesos productivos o por los diferentes productos que salen al mercado. Cada sector según su actividad genera residuos en porcentajes diferentes de acuerdo con los tipos de producto elaborado, la industria láctea al procesar su materia prima más importante como es la leche, producto altamente perecedero que requiere de diferentes procesos para obtener alimentos con periodos de almacenamiento y conservación prolongada genera un gran volumen de residuos sólidos y líquidos (CONAMA-RM, 1998; Restrepo, 2006)

La industria láctea ha sufrido grandes cambios en los últimos años con la finalidad de incrementar su productividad, calidad y sanidad de sus productos, generando como consecuencia una mayor cantidad de descargas líquidas, sólidas y gaseosas. Paralelamente

ante una percepción más clara y entendida de la necesidad de un entorno ambiental seguro, sostenible y agradable las restricciones ambientales se tornan cada vez más exigentes lo que ha obligado a la industria a ejecutar acciones para dar cumplimiento a las normativas legales existentes que por su rigurosidad obliga a desarrollar políticas económicas y cualquier otra medida que fomente la protección del medio ambiente, mostrando así su creciente preocupación en materia medio ambiental y desarrollo sustentable incorporando la administración del medio ambiente a un sistema formal de administración integral (Berruga, 1999; Pankakoski, 2003; Gil *et al*; 2004.)

La diversidad de procesos y productos en la industria láctea nos obliga a revisar su compromiso medio ambiental según el proceso y el producto elaborado; en la industria los principales procesos contaminantes son los de elaboración del queso (Figura1) por la obtención del lacto suero, crema y mantequilla por la mazada o mezcla de agua y suero producto del lavado de la misma, el proceso de lavado de torres de secado y soluciones de limpieza empleadas. Anualmente 110-115 millones de TM de lacto suero son producidas a nivel mundial debido a la elaboración de quesos, de este valor 45% se desechan en ríos, alcantarillados y otros centros de recolección de aguas residuales; Colombia para el año 2006 produjo 6.024 millones de litros de leche destinando para su producción de queso 1.084 millones obteniendo una producción de lacto suero de 921.672 millones de litros (Parra, 2009; González, 2011). En México la producción de lacto suero es de unos 1.000 millones de litros estimándose que solo se aprovecha un 53 % eliminándose el resto como efluente altamente contaminante; Argentina en el año 2008 destinó 4200

millones de litros de leche para la industria quesera cifra equivalente al 42 % de su producción generando 3800 millones de litros de lacto suero el cual se utiliza para consumo animal, como materia prima para la industria y solamente se trata como efluente el 1% de esta producción (Carrillo, 2006; Valencia y Ramírez, 2009; SUBAME, 2009). La producción de leche en Venezuela para el año 2008 fue de 1.266,03 millones de litros, destinándose para la producción de queso el 63.1%, es decir, 798,67 millones de litros, obteniéndose por consecuencia unos 698,83 millones de litros de lacto suero anuales, de estos un 25% es utilizado en la producción de ricota, requesón y consumo animal, el resto se desecha (Faria *et al*; 2003; CAVILAC, 2008).

LA INDUSTRIA QUESERA SUS PROCESOS Y ASPECTOS MEDIO AMBIENTALES ASOCIADOS

El ciclo de producción en la industria láctea tiene su origen en las haciendas ganaderas con la obtención de la leche por medio del ordeño de las vacas productoras, posteriormente es trasladada a los distintos centros de acopio o de industrialización donde la recepción de la misma constituye la primera fase en la elaboración de los distintos productos; a partir de este momento se diversifican los procesos y actividades auxiliares demandando cada uno de ellos un estudio específico para evaluar los principales aspectos medioambientales asociados. La evaluación semicualitativa de estos aspectos asociados a cada operación de proceso o auxiliar se realiza en función de su importancia relativa respecto del proceso en su totalidad (CAR/PL, 2002; CPMLN, 2003).

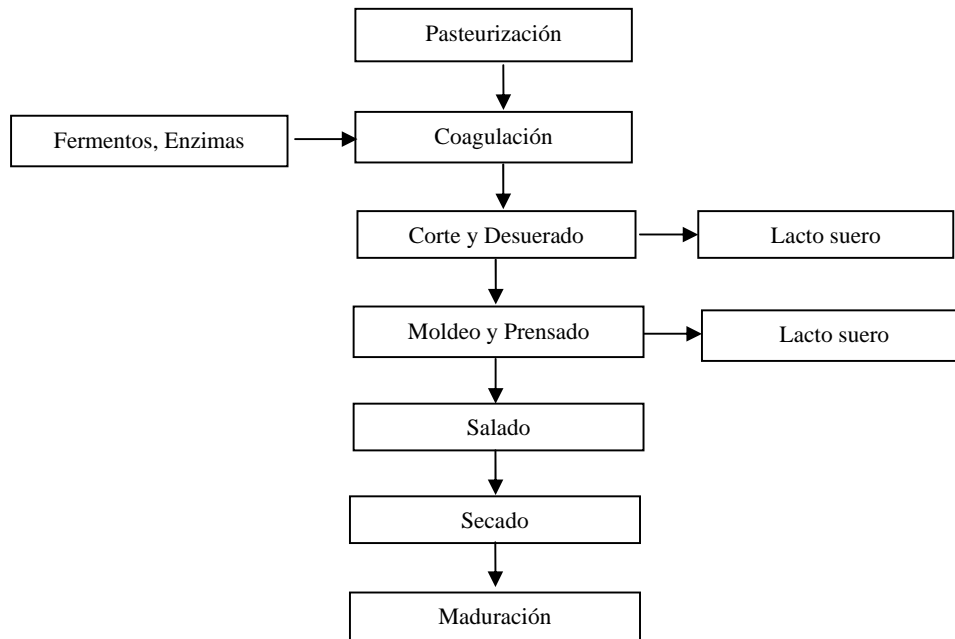


Figura 1. Proceso de elaboración del queso

(Fuente: CAR/PL, 2002)

El queso es un producto fundamental de la industria láctea, la cual utiliza un 25% del total de la producción mundial en su elaboración; en Venezuela se destina a la producción del mismo el 62,9 % de la producción nacional, el 28,9 % lo utiliza las grandes industrias, las pequeñas y medianas industrias también llamadas semi industriales y artesanales procesan el 17 % cada una de ellas lo que indica que este producto y su proceso de elaboración es el más importante al momento de evaluar los aspectos medioambientales asociados, mas aun cuando este aspecto acumulado en las pequeñas y medianas empresas es comparable o incluso superior al de las grandes empresas ya que las mismas no aplican criterios medioambientales en sus operaciones y además no suelen ser el foco de atención de la población y organismos rectores (IDF, 1987; Saizar, 2004; CAVILAC, 2008)

Sin ninguna duda, el principal subproducto de la industria láctea es el suero de quesería el cual retiene cerca del 55% de los componentes de la leche, y se presenta como un liquido amarillo-verdoso que se obtiene tras la separación de la cuajada afectando su composición el tipo de coagulación empleada en la elaboración del queso, según sea láctica o enzimática se obtienen sueros ácidos o dulces; sus componentes más abundantes como se indica en la tabla 1 son la lactosa , proteínas solubles , grasa butiro métrica, sales minerales y una concentración bastante alta de vitaminas del complejo B; en cualquiera de los dos tipos se estima que por cada kg de queso se producen 9 kg de lacto suero (Berruga , 1999; Muñi *et al*; 2005)

Tabla 1. COMPOSICIÓN DEL LACTO SUERO DULCE Y ACIDO

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

(Fuente: Panesar *et al*, 2007)

Este gran contenido de nutrientes del lacto suero produce aproximadamente 3,5 Kg de demanda biológica de oxígeno (DBO₅) y 6,8 Kg de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100 Kg de lacto suero producido, valores de 5,0 Kg de DBO₅ y 10 Kg de DQO se obtienen al tener aumento en las pérdidas de finos por defectos de coagulación siendo la lactosa la responsable de un 70 a 80 % de los valores obtenidos; la transformación de 100.000 litros de leche / día en quesos genera una contaminación equivalente a una población de 55.000 a 65.000 habitantes (Berruga, 1999; Riquelme, 2010), por lo tanto es conveniente que se haga una revisión sobre los usos potenciales del suero aplicando procesos industriales que se centren en la eliminación de agua, recuperación de sales minerales,

lactosa y proteínas generando por lo tanto el principio de que la utilización industrial del lacto suero va a depender del componente del mismo que se quiera aprovechar para evitar tener que desecharlo como efluente con el alto costo que esto representa (Valencia, 2008 a; González, 2011).

Tradicionalmente se ha reducido el impacto ambiental de los residuos líquidos de la industria láctea a través de plantas de tratamiento, practica conocida como de final de tubo basada en el cuestionamiento, que se hace con los residuos lo que representa elevado costo de inversión para su operación y mantenimiento en lugar de que se puede hacer para no generar residuos soportada sobre la base de la prevención, es decir, anticipar y prevenir los impactos que las actividades industriales

producen al medio ambiente en su conjunto (atmosfera, agua y suelo) aplicando las mejores técnicas disponibles y reducirla en el propio proceso productivo en lugar de reaccionar y tratarlos al final del mismo (Gil *et al*; 2004; CPMLN, 2003)

Los principales efectos medio ambientales generados en el proceso de elaboración de queso (Figura

2) se ven incrementados con las operaciones auxiliares utilizadas para garantizar la calidad del producto elaborado como son las de limpieza y desinfección para mantener las condiciones higiénicas de equipos e instalaciones realizadas en forma sucesiva en el tiempo, primero limpieza y luego desinfección empleando detergentes y desinfectantes por separado o en forma conjunta; para realizarlas hay que aportar agua, energía

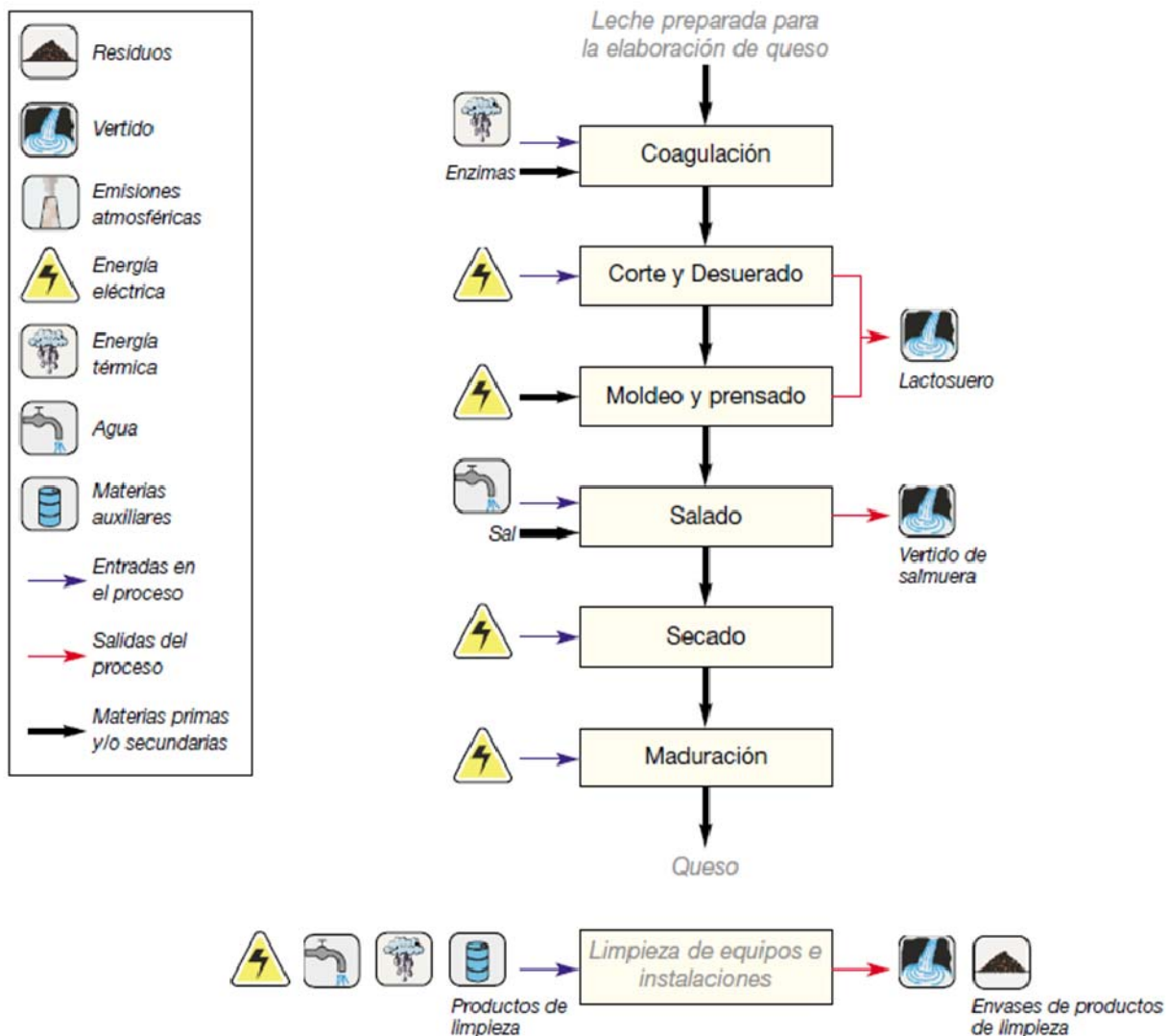


Figura 2. Aspectos Medio Ambientales del proceso de elaboración del queso

(Fuente: CAR/PL, 2002)

calórica y térmica, productos químicos que aumentan los volúmenes de efluentes y su carga orgánica a tratar; necesitamos generar vapor, frío y un apropiado abastecimiento de agua lo que incrementa la emisión de gases, ruido ,consumo de combustible y de energía eléctrica (Tabla 2).

EL LACTO SUERO: ALTERNATIVAS DE UTILIZACIÓN

Con la finalidad de disminuir el problema medio ambiental asociado a la producción de lacto suero numerosas alternativas han sido propuestas (Figura 3) para convertir este problema ecológico en una fuente de generación de recursos económicos que le confieran un

alto valor agregado al mismo (IDF, 1987; Valencia, 2008 b), tradicionalmente el lacto suero se ha utilizado en la alimentación de bovinos y cerdos como fuente proteica, energética y de minerales, esto debido a su cercanía con los establecimientos productores; al incrementarse las distancias y los volúmenes de lacto suero producido la utilización efectiva del mismo disminuyo al incrementarse los costos de su recolección generando otras alternativas de utilización como es la fermentación amoniacal para alimentación de rumiantes, la deshidratación para incorporarlo en el suministro de las raciones o en forma de bloques para lamer (IDF,1987; Berruga, 1999).

Tabla 2. VALORACIÓN DE ASPECTOS MEDIO AMBIENTALES DE LAS OPERACIONES AUXILIARES

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

*NS: No Estandarizados
Fuente. CAR/PL, 2002

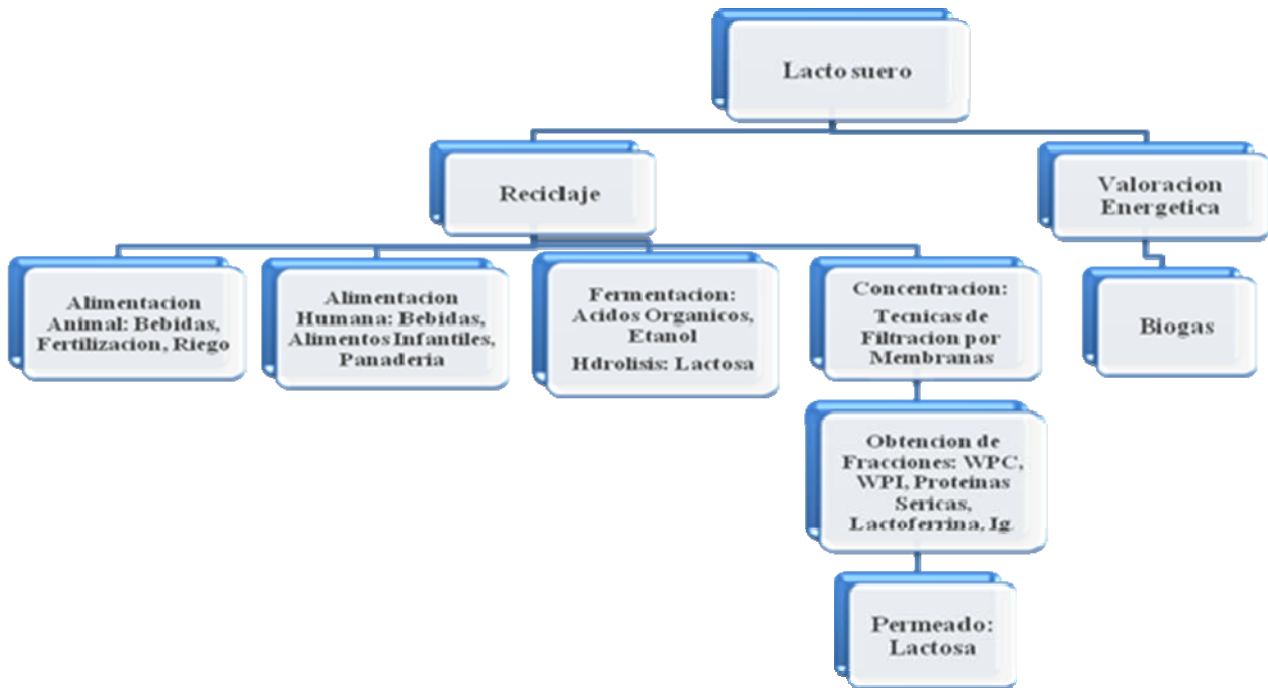


Figura 3. Alternativas de valorizacion del lactosuero

(Fuente: González, 2010)

Este proceso de continua valorización del lacto suero ha sido posible gracias a la evolución de diferentes tecnologías que permiten la utilización de este subproducto fraccionando sus componentes, recuperando proteínas, lactosa y sales minerales gracias a su elevada selectividad (Almecijas, 2007). Tradicionalmente en la recuperación de las proteínas del lacto suero se usa el calentamiento y precipitación en medio ácido con la obtención de una proteína con excelentes valores nutritivos pero con pérdida de sus propiedades funcionales (Grasselli,1997; Artavia,1999); aplicando técnicas de procesos de membrana donde la fuerza motriz es la presión (Pérez *et al*; 2004) como la micro filtración, ultrafiltración, nano filtración y osmosis inversa obtenemos proteínas con un alto valor nutritivo y funcional que permiten su incorporación como ingrediente en la elaboración de otros productos de la industria láctea y alimentaria (González, 2011)

En la industria quesera con la finalidad de optimizar los procesos se utiliza la técnica de ultra filtración para elaborar el producto o para ultra filtrar el lacto suero obtenido, recuperando las proteínas solubles que se utilizan en el desarrollo de nuevos productos al incorporarlas a la leche destinada a la elaboración del queso o en la leche de productos convencionales como el queso fresco, logrando aumentar el valor nutricional del mismo como también su rendimiento, es decir, mas kilos de queso por cada 100 litros de leche trabajada generando un beneficio económico altamente significativo (Young, 2005; González, 2011).

Recuperando las proteínas ya sea por técnicas de calentamiento, precipitación o por ultra filtración logramos reducir entre 10.000 y 15.000 mg/L la DQO pero el vertido del permeado o lacto suero desproteinizado constituye aun un grave problema

ambiental por la lactosa presente en el mismo (González Siso, 1996). Aplicando las técnicas de filtración por membranas (Novak, 1996) bajo presión y posterior deshidratación en sistema Spray se obtienen los concentrados proteicos (WPC), con una concentración proteica entre 35 y 80 %, desmineralizados o no según la técnica de filtración empleada; al combinar esta técnica con la diafiltración o la cromatografía de intercambio iónico obtenemos los aislados proteicos (WPI) con concentración proteica de 90 a 94 %, libres de lactosa, grasa y sales minerales, (Harper, 1992; Ozdemir *et al*; 2008). Utilizando procesos de ultra filtración y nano filtración combinadas se recupera la lactosa presente en el permeado la cual es concentrada y purificada mediante un proceso de cristalización (Harper, 1992; Valencia, 2008 b). Los excedentes de lactosa en el mercado han conducido a la búsqueda de nuevos derivados como el jarabe hidrolizado, el lactitol, lactulosa, la gluconolactona, lactosil que han adquirido gran importancia como aditivos para alimentos convencionales o funcionales (Berruga, 1999; Valencia, 2009).

El lacto suero se utiliza para la producción de etanol con rendimientos de 75 a 85% del valor teórico sobre la base de que por cada 0,538 Kg de etanol se necesita 1 kg de lactosa metabolizada. Ácidos orgánicos como el acético, láctico y propionico se obtienen por fermentación del lacto suero; utilizado como substrato obtenemos biomasa rica en proteínas de

levadura y como uso más convencional es utilizado como base para la elaboración de bebidas fermentadas o no (Torres, 2001), en las actividades agrícolas se dispone por irrigación en suelos dedicados al cultivo para mejorar sus condiciones al aportar nutrientes y evitar el apelmazamiento de los mismos (IDF, 1987; Parra, 2009).

INDUSTRIA QUESERA: BIENESTAR ANIMAL Y CALIDAD ALIMENTARIA

La industria quesera en su mejoramiento continuo de procesos, valorización y aprovechamiento de los recursos contenidos en su principal residuo como lo es el lacto suero ha desarrollado en forma complementaria a su razón económica actividades generadoras de bienestar animal al utilizar este subproducto en la alimentación de bovinos estabulados en galpones construidos en las adyacencias de la fábrica, el suministro de lacto suero se hace mediante sistema de bombeo y tubería de polietileno de alta densidad que lo conduce y distribuye



Foto 1; Hacienda la Viciosa: Suministro y Consumo de Lacto suero procedente Productos Lácteos Flor de Aragua C.A.

desde los tanques de almacenamiento en la fabrica hasta el corral y canoa correspondiente asegurando la disponibilidad y posterior consumo del mismo (Foto 1); en las fotos 2 y 3 se observan bovinos y bufalinos estabulados los cuales disponen de comida, espacio y sombra suficientes para garantizarles su libertad fisiológica de ausencia de hambre y sed como así también la de confort térmico y físico además de poder mostrar su comportamiento natural. En la implementación del sistema se consideraron los problemas de bienestar animal inherentes al mismo como es la acumulación de excretas y calidad de pisos, los primeros por la generación de malos olores y gran proliferación de moscas y los segundos por la irritación que causan en el tejido corneo ocasionando problemas pódales (González y Petiot, 1998; Lagger, 2006).

La industria láctea y muy especialmente la quesera por los altos volúmenes de utilización de leche debe exigir a sus productores cumplir con el bienestar y salud

animal en sus establecimientos mediante la fijación de pautas concernientes a la crianza y producción en ambientes sustentables al integrar el bienestar animal en la cadena de producción (Lagger, 2006; Thomas y Badino, 2007). Al definir el bienestar animal como el estado del individuo con relación a sus intentos por afrontar su ambiente y poder adaptarse, los animales deben estar libres de: hambre, sed, miedo, angustia, sufrimiento físico y térmico, enfermedades, lesiones, y poder manifestar su comportamiento natural para lograr de esta forma el aumento de la eficiencia del sistema productivo y mejorar la calidad de los productos obtenidos (Rossner *et al*; 2010).

La industria láctea al exigir el bienestar de la vaca lechera mediante la aplicación de buenas prácticas ganaderas y manual de procedimientos para el bienestar animal corrige factores de maltrato que afectan la producción y calidad de la leche obtenida (SENASA, 2004; NMPF, 2010); actividades de conducta agresiva



Foto 2; Suministro de alimento Hacienda La Viciosa Productos Lácteos Flor de Aragua C.A.

como gritos y golpes durante el arreo o en la sala de ordeño, largos periodos de espera, trabajar apurado genera estrés en las vacas con la disminución en la producción y aumento en recuentos celulares. Vacas golpeadas o arreadas indebidamente, mantenidas en corrales barrocos, malos tratos en la sala de ordeño provocan situaciones de miedo y dolor con la consecuente merma en la producción y malos parámetros de calidad; las pérdidas económicas están relacionadas con la eliminación temprana de animales, disminución del consumo voluntario

de alimentos, alteración de los indicadores reproductivos, deterioro de la condición corporal, disminución de la producción de leche y aumento de costos por tratamiento. Disminuir el estrés de la vaca lechera redundara en una mayor producción debido a que el buen trato es el insumo mas barato y el de mayor retorno, existiendo una correlación positiva entre las actitudes de las personas y la producción de las vacas, lo que significa simplemente que el maltrato disminuye la producción (Gingins, 2003; IPCVA, 2006; Castro, 2009).



Foto 3: Bufalinos Estabulados Hacienda la Viciosa Productos Lácteos Flor de Aragua C.A.

El comportamiento animal es un indicador del estado de salud y este a su vez depende del bienestar; las condiciones ambientales y de manipulación a las que se someten los animales cuyos productos se destinan al consumo humano influyen significativamente en la calidad final del producto, solo de animales saludables se pueden obtener alimentos seguros para el consumo (Lagger, 2006).

PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN LA INDUSTRIA QUESERA

Las políticas de control de la contaminación, han ido evolucionando de los métodos conocidos como de final de tubo (end of pipe), hasta las recientes tendencias basadas en el principio de prevención de la contaminación, soportadas en la reducción o eliminación de la misma en su punto de origen, aplicando en forma continua estrategias integradas a procesos, productos y servicios para mejorar su eco-eficiencia reduciendo de esta manera el riesgo para los humanos y el medio ambiente, (CPMN, 2003; MARN, 2010), esta política de

producción más limpia (PML) aplicada a los procesos de producción incluye la conservación de la materia prima y la energía, eliminación de materias primas toxicas, reducción en cantidad y toxicidad de las emisiones y desperdicios antes de su salida del proceso aplicando las mejores técnicas disponibles (MTD_s); en los productos la estrategia se enfoca en reducir los impactos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final del mismo; en los servicios la producción más limpia reduce el impacto del servicio desde el diseño y uso del sistema hasta el consumo total de los recursos requeridos para su prestación aplicando finalmente métodos para el tratamiento y disposición de los contaminantes generados (AINIA, 2000; Behr, 2003)

En general, los procesos llevados a cabo en la industria quesera generan importantes consumos de agua y energía, así como grandes volúmenes de aguas residuales con carga orgánica elevada, residuos sólidos como plásticos, papeles, maderas utilizados en el envasado, lodos, emisiones atmosféricas, ruidos y malos

olores se obtienen; sus características dependen de la tecnología utilizada, de las operaciones y el manejo de cada instalación (CNPMLS, 2002). Un sistema que permita reducir la generación de contaminantes incluye modificación en origen de cualquier proceso, instalaciones, composición del producto, sustitución y reciclaje de materias primas y productos que conduzcan a disminuir las corrientes residuales tanto en el proceso productivo como en etapas posteriores a su producción; la valorización y aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos mediante la utilización de técnicas apropiadas permite reducir su elevada carga orgánica y generar valor agregado a los mismos (IDF,1997; Restrepo, 2006).

La aplicación de un programa de prevención de la contaminación en la industria quesera se inicia con la implementación de mejoras en las prácticas utilizadas (Buenas Prácticas de Manejo) y un mantenimiento preventivo y correctivo apropiado debido a que el 90- 95 % de la DBO de los efluentes de estas empresas provienen de las pérdidas de productos, es decir, leche, productos lácteos y aguas de lavado; por lo tanto el control de estas fugas, derrames, retorno de productos defectuosos son elementos de alto valor estratégico para lograr con éxito la reducción de la contaminación cumpliendo con la normativa ambiental vigente (Ley Orgánica del Ambiente, 2006), aumentando la rentabilidad de la empresa por la recuperación de productos comercializables o por reducción de los costos de tratamiento de los efluentes generados (Hale *et al*; 2003, GEA, 2008).

TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Aplicados los principios de producción mas limpia de precaución, prevención e integración para reducir la generación de residuos, los generados deben someterse a tratamiento para así ser dispuestos apropiadamente con el mínimo de impacto ambiental (Vitalis, 2009; Camacho, 2011); el diseño de una planta de tratamiento para los efluentes generados contempla remover los niveles contaminantes de parámetros tales como DBO₅, DQO, aceites, grasas, sólidos suspendidos, corrección de pH a valores permitidos en la legislación (Ley Penal del Ambiente, 1992; Venezuela, 1995), convirtiendolo en inocuo para el medio ambiente y la salud humana; el sistema considera pre tratamiento y tratamientos biológico; el primero puede ser de tipo físico o físico – químico según la concentración de contaminantes inhibidores del proceso biológico. Como se aprecia en la foto 4 el tratamiento físico remueve sólidos de distinta granulometría; utilizando tanques de equalización, rejas,



Foto 4; Tanque de Ecuación Planta de Tratamiento Productos Lácteos Flor de Aragua

desarenadores, trampas de grasa se separan mediante este sistema sólidos que posteriormente son tratados como basura domestica en rellenos sanitarios o reciclados a otro sector (CONAMA/RM, 1998; Hannemann, 2003; GEA, 2008).

La etapa de tratamiento biológico tiene por objeto reducir los valores de DBO₅ aportado por proteínas, carbohidratos, lactosa y detergentes aplicando tratamiento aerobio usando como principal tecnología lodos activados (foto 5 y foto 6) por aireación extendida o por carga media logrando la biodegradación de la materia orgánica presente en dos etapas; en la primera el efluente contenido en el reactor aireado toma contacto con los microorganismos en suspensión convirtiendo la materia orgánica al transcurrir un tiempo de contacto, la biomasa obtenida en forma de floculo por la producción de exopolisacaridos sedimenta en la segunda etapa al ser conducida a los decantadores, parte de esta biomasa sedimentada se introduce al reactor para mantener la concentración de sólidos constante el resto se purga del sistema como lodos; el sobrenadante claro (foto 7 y foto 8) se descarga al cuerpo receptor como efluente tratado (Berruga, 1999); los costos de tratamiento de la mayoría de estos sistemas son relativamente altos por el elevado consumo de energía para transferir el oxígeno requerido a la mezcla, los sistemas anaeróbicos usados como alternativa mas económica para la depuración de agua residuales con elevada carga orgánica por su bajo consumo de energía presentan mayor tiempo de arranque, velocidad de



Foto 5; Reactor nº 1, Tratamiento Biológico lodos activados. Productos Lácteos Flor de Aragua

reacción lenta y frecuente liberación a la atmosfera de gran cantidad de metano, uno de los principales gases de invernadero lo colocan en desventaja. El sistema aeróbico en torres de contacto gas liquido se usa recientemente por su costo mas económico al usar inyección de aire para la transferencia de oxígeno a la mezcla de aguas residuales y cultivos mixtos de levaduras seleccionadas para la biodegradación. (Baltjes, 1984; Carrillo, 2006)



Foto 6; Reactor nº 2, Tratamiento Biológico lodos activados. Productos Lácteos Flor de Aragua

El exceso de lodos producto del tratamiento biológico se almacena en fosas para su posterior utilización mediante sistema de riego para el mejoramiento de suelos agrícolas o se deshidrata utilizando filtros prensa para disponerse en rellenos autorizados o usados como compostaje. Los residuos sólidos generados en el proceso productivo se entregan a terceros para su reciclaje y reutilización, caso contrario se disponen en rellenos municipales o se incineran en instalaciones adecuadas para ello; los residuos sólidos correspondientes a productos vencidos o fuera de especificación se reciclan para consumo animal o se disponen para su incineración. (Gil, 2008; Serrano, 2008).

CONCLUSIONES

La industria quesera presenta su mayor impacto ambiental al generar gran cantidad de residuos que tienen como destino las fuentes de agua, la atmósfera o los lugares para disposición final de los mismos comprometiendo gravemente los ecosistemas por la alta



Foto 7: Descarga de Efluente Tratado Hacia Laguna de Pulimento. Productos Lácteos Flor de Aragua

concentración de materia orgánica al provocar su desequilibrio.

Aplicando tecnologías alternativas para el aprovechamiento del lacto suero, principal residuo contaminante de la industria por sus elevados volúmenes de producción se obtienen gran cantidad de productos con propiedades nutricionales y funcionales útiles en la formulación y elaboración de alimentos, generando alto valor agregado a su proceso de recuperación evitando que este valiosísimo recurso se pierda

El establecimiento de una cultura al bienestar animal mediante la aplicación de buenas prácticas ganaderas y manual de procedimientos mejora las condiciones de vida de los animales en las explotaciones permitiendo obtener mayores beneficios económicos mejorando la rentabilidad de la empresa al evitar ineficientes pérdidas de productividad y calidad del producto.

Asegurar ambientes confortables, alimentación adecuada, buen trato, medicina preventiva e inmediato tratamiento garantiza la



Foto 8: Laguna de Pulimento, Productos Lácteos Flor de Aragua

producción de alimentos seguros para la comunidad.

Los programas de prevención de la contaminación en la industria aplicando buenas prácticas operativas orientadas a la producción más limpia permiten reducirla en origen al establecer en forma continua una estrategia ambiental preventiva integrada a procesos, productos y servicios mejorando su eco-eficiencia, reduciendo riesgos para humanos y el medio ambiente cumpliendo de esta forma no solamente con las normativas medio ambientales vigentes sino también con el ambiente que rodea al trabajador.

Aplicando la prevención de la contaminación implementando principios de producción más limpia se reducen los volúmenes de efluentes líquidos a tratar optimizando el costo de tratamiento de los mismos al mejorar el diseño y aprovechamiento energético de las plantas destinadas a su tratamiento; de igual forma se reduce la generación de ruidos y emisiones.

Literatura Citada

1. Almecija M. C. 2007. Obtención de lactoferrina bovina mediante ultrafiltración de lacto suero. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Dpto. de Ingeniería Química. 276 pp.
2. Artavia W. 1999. Elaboración de ricotta a partir de suero lácteo. Tesis de Grado Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH). Guácimo, Costa Rica. 40 pp
3. AINIA, Instituto Técnico Alimentario. 2000. Mejores Técnicas Disponibles en la Industria Láctea. Valencia, España. 104 pp
4. Baltjes J. 1984. Economic Aspects Water Pollution Prevention by Reduction of Milk and Milk Product Wastage. IDF bulletin 184:35- 42
5. Berruga M. I. 1999. Desarrollos de procedimientos para el tratamiento de efluentes de quesería. Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. 337 pp.
6. Behr G. 2003. Gestión Ambiental en la Industria Quesera. Secretaria de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos, Área de Investigaciones. Buenos Aires, Argentina 29 pp.
7. Cámara Venezolana de Industrias Lácteas (CAVILAC). 2008. La industria lechera en Venezuela. Su evolución. Caracas, Venezuela. 58pp.
8. Camacho A. 2011. Aplicando Producción Mas Limpia en El Sector Lechero. Rev Éxito Empresarial (144): 5 PP.
9. Carrillo J. L. 2006. Tratamiento y Reutilización Del Suero de Leche. Rev Mundo Lácteo y Cárnico (6): 28-30
10. Castro S. 2009. Importancia Económica del Bienestar en el Tambo. Rev Producir XXI. Bs. As. 17(210): 12-18
11. Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL). 2002. Prevención de la Contaminación en la Industria Láctea. Barcelona, España. 164 pp.
12. Centro de Producción Mas Limpia (CPMLN). 2003. Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción Mas Limpia para la Industria Láctea. Managua, Nicaragua. 48 pp.
13. Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana (CONAMA/RM). 1998. Guía Para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial. Santiago, Chile. 58 pp.
14. Faria J, García A. C, García A C.2003. Eficiencia en la concentración de la proteína del lactosuero con

- una planta móvil de ultrafiltración y nanofiltración. Rev Científica, FCV-LUZ XIII (5): 345-347.
15. GEA Consultores Ambientales. 2008. Herramientas de Gestión de la Producción Láctea, Sector Secundario: Industria Láctea. Montevideo, Uruguay. 14 pp.
16. Gil k, Najul M, Pacheco C. 2004. Manejo de Desperdicios en Industrias de Derivados Lácteos con Criterios Competitivos. Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 8 pp.
17. Gil E. 2008. El Éxito de la Gestión Ambiental en Alpina S.A. Rev EAN (62): 73-88
18. Gingins M. 2003. El Bienestar de la Vaca Lechera. Rev Marca Liquida Agropecuaria 13(123): 45-46
19. González M, Petiot P. 1998. Utilización del lacto suero producido en la Industria Productos Lácteos Flor de Aragua C.A. en la alimentación de bovinos estabulados. Informe de Gestión año 1998. 20pp.
20. González M. 2010. Alternativas de Aprovechamiento del lacto suero en la Industria Productos Lácteos Flor de Aragua C.A. Informe de Gestión año 2010. 22 pp.
21. González M. 2011. Aplicaciones de la tecnología de ultrafiltración en la elaboración industrial del queso. En, Innovación y Tecnología en la Ganadería Doble Propósito. 2011. C González-Stagnaro, N Madrid Bury, E Soto Belloso (eds). Fundación Girarz. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. (XCIII): 933-944.
22. González-Siso M. 1996. The Biotechnological Utilization of Cheese Whey. Rev. Bioresource Technology (57): 1-11.
23. Grasselli M, Navarro A, Fernandez H, Miranda M, Camperi S, Cascone O. 1997. Qué hacer con el suero. Rev. Ciencia Hoy. Fac Fcia y Bioq. Universidad de Buenos Aires 8(43):12-17.
24. Hale N, Bertsh R, Barnett W, Duddleston L. 2003. Sources of Wastage in the Dairy Industry. IDF bulletin 382: 7-30
25. Hannemann H. 2003. Measurement of Wastewater and Wastage. IDF bulletin 382:35-49
26. Harper W. 1992. Functional properties of whey protein concentrate and their relationship to ultrafiltration. IDF Special Issue 9201:77-108.
27. Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA). 2006. Bienestar Animal y Calidad de Carne. Cuadernillo Técnico N° 1:20 pp.
28. International Dairy Federation (IDF).1987. Trends in Whey Utilization. Bulletin 212:171 pp.
29. International Dairy Federation (IDF). 1997. Higienic Design and Maintenance of Dairy Buildings and Services. Bulletin 324:72 pp.
30. Lagger J. 2006. Bienestar y Salud en Establecimientos Lecheros. Rev Veterinaria Argentina 23(223):190-262
31. Ley Orgánica del Ambiente. 2006. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5833. Asamblea Nacional. 52 pp.
32. Ley Penal del Ambiente. 1992. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4358E. Congreso de la República de Venezuela. 14 pp.
33. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2010. Biblioteca virtual. Producción más Limpia el Salvador. PML. (<http://175.25.0.1/fogapemi.nsf>)28/08/2011
34. Muñi A, Paez G, Faria J, Ferrer J, Ramones E. 2005.

- Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración del lactosuero. Rev Científica FCV-LUZ XV (4): 361-367.
35. Novak A. 1996. Application of membrane filtration in the production of milk protein concentrates. IDF bulletin 311: 26-30.
36. National Milk Producers Federation. 2010. Manual de Cuidado Animal. Programa Nacional Lechero FARM. Arlington. Virginia.USA. 80 pp.
37. Ozdemir M, Floros D. 2008. Optimization of Edible Whey Protein Films Containing Preservatives For Mechanical and optical Properties. Journal of Food Engineering 84(1): 116- 123
38. Pankakoski M. 2003. Environmental Management Systems. IDF bulletin 382: 5-6
39. Parra R. 2009. Lactosuero; Importancia en la industria de alimentos. Rev Fac Nal Agr Medellin 62(1): 4967- 4982.
40. Perez A, Vaillant F. 2004. Aplicación de las Tecnologías de Membrana en la Industria Lechera. Rev Tecnología Láctea Latinoamericana (53): 6-15
41. Restrepo M. 2006. Producción más Limpia en la Industria Alimentaria. Rev Producción + Limpia 1(1): 88-101
42. Riquelme L. 2010. Desarrollo por ultrafiltración de un concentrado proteico a partir de lactosuero. Tesis de grado Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 48 pp.
43. Rossner M, Aguilar N, Koscinezuk P. 2010. Bienestar Animal Aplicado a la Producción Bovina. Rev Veterinaria 21(2): 151-156
44. Saizar C. 2004. Producción más Limpia para la Mejora de la Gestión Ambiental de las PyMES. Rev Industria Lechera. LXXXV (736):26-33
45. Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA) 2004. Manual de Procedimientos en Bienestar Animal. Buenos Aires, Argentina. 38 pp.
46. Serrano J. 2008. Diseño Hidrosanitario, Sistema de Evacuación y Tratamiento de Aguas Residuales de la Planta de lácteos (ECOLAC) y Cárnicos. Tesis de Grado, Escuela de Ingeniería, Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador 137 pp.
47. Subsecretaria de Agroindustrias y Mercados (SUBAME). 2009. Valorización: De residuo Contaminante a Producto de Alto Valor Agregado. http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_44/cadenas/lacteos_sueros_lecheria.html. Última visita 28/08/2011
48. Thomas J, Badino O. 2007. Bienestar Animal. Rev Agromercado Temático Bs. As. (136): 24-27
49. Torres J. 2001. Utilización del ultra filtrado de suero pasteurizado del queso para el desarrollo de una bebida Isotónica. Tesis de grado, Facultad de Agronomía Zamorano, Honduras. 37 pp.
50. Valencia J. 2008a. El Suero de Quesería y sus Posibles Aplicaciones parte 1. Rev Mundo Lácteo y Cárnico, (2):4-6
51. Valencia J. 2008b. El suero de Quesería y sus posibles Aplicaciones parte 2. Rev Mundo Lácteo y Cárnico. (4):16-18
52. Valencia D, Ramírez M. 2009. La Industria de la Leche y la Contaminación del Agua. Rev Elementos (73):27-31
53. Valencia J, 2009. El Suero de Quesería y sus Posibles Aplicaciones parte 3. Rev Mundo Lácteo y

Cárnico. (1):28-30

54. Venezuela. 1995. Gaceta Oficial N° 5021 extraordinario de la Republica de Venezuela. Ejecutivo Nacional. Normas para la Clasificación y el Control de Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos Líquidos 32 pp.
55. Vitalis. 2009. Situacion Ambiental de Venezuela 2009. Analisis de Percepcion del Sector. D Diaz, J Apostolico, Y Frontado (eds). 29 pp. Disponible online en. www.vitalis.net última visita 29/08/2011.
56. Young S. 2005. Productos de Suero de Leche en Quesos Procesados Empacados en Frio y Pasteurizados. Rev Mundo Lácteo y Cárnico (2):9-15

Nota:

***Trabajo arbitrado y recomendada su publicación en la Revista Electrónica Ganadera Mundo Pecuario y presentado en el 1^{ER} CURSO NACIONAL SOBRE ETOLOGÍA Y BIENESTAR ANIMAL: COMO PRODUCIR CON ANIMALES EN EL SIGLO XXI, realizado los días 28 y 29 de octubre en la ciudad de Trujillo Universidad de Los Andes-Trujillo, Trujillo, Venezuela, bajo el patrocinio de la Universidad de Los Andes, el Laboratorio de Investigación en Fisiología e Inmunología (LIFI-ULA), la Fundación Grupo de Investigadores de la Reproducción Animal en la Región Zuliana de La Universidad del Zulia (FGIRARZ-LUZ) y la Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y La Tecnología en el Estado Trujillo (FUNDACITE-Trujillo)**