

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**ESTUDIO DEL MANEJO DEL AGUA EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS
LÁCTEOS Y SU INCIDENCIA EN LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL
EN LA SOCIEDAD COOPERATIVA YUTATHUI DE R.L.**

POR

GABRIELA ESTHER HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2016

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**ESTUDIO DEL MANEJO DEL AGUA EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS
LÁCTEOS Y SU INCIDENCIA EN LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL
EN LA SOCIEDAD COOPERATIVA YUTATHUI DE R.L.**

POR

GABRIELA ESTHER HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2016

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**



**ESTUDIO DEL MANEJO DEL AGUA EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS
LÁCTEOS Y SU INCIDENCIA EN LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL
EN LA SOCIEDAD COOPERATIVA YUTATHUI DE R.L.**

POR

GABRIELA ESTHER HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2016

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR INTERINO:

LIC. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLÓN

SECRETARIA GENERAL:

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

ING. AGR. M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA.

SECRETARIO:

ING. AGR. M. Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE:

ING. AGR. M. Sc. JOSÉ MAURICIO TEJADA ASENCIO.

DOCENTE DIRECTOR:

ING. AGR. M. Sc. JOSÉ MAURICIO TEJADA ASENCIO.

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN:

ING. AGR. Y LIC. SABAS ALBERTO ARGUETA PALACIOS.

RESUMEN

El presente estudio se realizó de mayo a octubre de 2015 en la Sociedad Cooperativa Yutathui de R.L., la cual se encuentra ubicada en el Kilómetro 69 Carretera hacia Acajutla, El Salvador, Centroamérica y el objetivo fue estudiar el manejo del agua en el proceso de elaboración de productos lácteos y su incidencia en el comportamiento de los Indicadores de Desempeño Ambiental.

Para la realización de la investigación se hicieron visitas de observación y toma de datos una vez por semana para la cantidad de agua utilizada y una vez por mes la calidad del agua en la entrada y salida de la planta de tratamiento, los parámetros que se analizaron fueron: La Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Totales Suspendidos, Aceites y Grasas, según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:06 Aguas. Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor, los cuales fueron utilizados para determinar los indicadores de desempeño ambiental dando como resultados que el consumo de agua fue de 3.34 litros de agua/litro de leche, carga orgánica contaminante 5.5 kilogramos/día y porcentaje de remoción de carga contaminante con 68.78%.

Luego de implementar las medidas recomendadas se logró que las aguas residuales tratadas cumplieran con la Norma, siendo la DBO₅ de 295 miligramos/litro, la DQO de 424 miligramos/litro, SST con 33.75 miligramo/litro y Aceites y Grasas con 18 miligramo/litro, además hubo una significativa reducción en los indicadores de desempeño ambiental, en el caso del consumo de agua se redujo en un 24.82% y la carga orgánica contaminante en un 67.72%.

Palabras clave: Indicadores de desempeño ambiental, consumo de agua, carga orgánica, porcentaje de remoción de carga orgánica contaminante, aguas residuales, parámetros físico-químicos.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecerle a Dios, a mi familia especialmente a mis padres: Miguel Hernández y Patricia Rodríguez por darme la oportunidad de superarme y ser mejor cada día, a mis hermanos: Jaime, Claudia y Cesarina por su apoyo.

A la **Universidad de El Salvador** y la **Facultad de Ciencias Agronómicas** por ser parte de mi formación como profesional.

A la **Sociedad Cooperativa Yutathui de R.L (EL Jobo)** por permitirme desarrollar el trabajo de investigación aportando información valiosa, al presidente Salvador Larín por estar pendiente durante el desarrollo de la fase de campo, al gerente de la planta de lácteos Jesús y los trabajadores René, Jorge, Francisco y Oscar, por compartir sus experiencias en el área de elaboración de productos lácteos.

La **Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)**, a través del área de Laboratorio de Control de Calidad, por realizar los análisis físico-químicos de las aguas residuales.

En especial agradecerle a mi estimado Ing. Agr. M. Sc. José Mauricio Tejada Asencio por sus asesorías y su apoyo incondicional durante el desarrollo del proyecto de investigación.

A mi mejor Amiga Rosa Lilian González Galán por estar siempre apoyándome en las buenas y en las malas durante la carrera.

A mis compañeros y amigos de la primera generación de egresados de la carrera de Ingeniería Agroindustrial por el apoyo que me brindaron y por los 5 años de buenos y malos momentos vividos.

ÍNDICE

RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Descripción de la Cooperativa Yutathui de R. L.....	3
2.1.1. Razón social y ubicación geográfica.....	3
2.1.2. Historia	3
2.1.3. Misión	3
2.1.4. Visión	4
2.1.5. Principales productos	4
2.2. Importancia de la Industria láctea en El Salvador.	4
2.3. Clasificación de la industria procesadora de leche en El Salvador.....	5
2.3.1. Procesador Industrial Tecnificado.....	5
2.3.2. Procesador Industrial Semi Tecnificado.....	5
2.3.3. Procesador Artesanal	5
2.4. Rendimiento de algunos productos lácteos	6
2.5. El agua en los procesos de elaboración de productos lácteos.....	6
2.6. Situación ambiental del sub-sector lácteo.....	7
2.7. Orígenes de los vertidos y composición general.....	8
2.8. Calidad del agua residual	9
2.8.1. Parámetros físico-químicos evaluados en las aguas residuales.	9
2.9. Marco Legal.....	12
2.10. Tratamiento de aguas residuales.....	12
2.10.1. Toma de muestra de aguas residuales de la industria láctea.....	13
2.11. Indicadores de desempeño ambiental del sub-sector lácteo.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. METODOLOGÍA DE CAMPO.....	17
3.1.1. Toma de datos.....	17
3.1.1.1. Planta de Procesamiento de Lácteos (PPL)	17
3.1.1.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	18

3.2. METODOLOGÍA DE LABORATORIO.	18
3.3. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.	19
3.3.1. Indicador de Desempeño Ambiental de Consumo de Agua	19
3.3.2. Indicador de Desempeño Ambiental de Carga Orgánica	19
3.3.3. Indicador de Desempeño Ambiental de Porcentaje de Remoción de Carga Contaminante	19
3.3.4. Análisis porcentual de los Indicadores de Desempeño Ambiental	20
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1. Caracterización de la producción	21
4.2. Consumo de agua por procesos y total	21
4.3. Relación de consumo de agua por litro de leche procesada	22
4.4. Agua residual generada	23
4.5. Calidad del agua residual generada	25
4.6. Parámetros físico-químico de las aguas residuales	26
4.6.1. Parámetros físico-químicos de las aguas residuales a la entrada de la planta de tratamiento	27
4.6.2. Parámetros físico-químicos de las aguas a la salida de la planta de tratamiento	27
4.7. Análisis de otros parámetros	28
4.8. Indicadores de desempeño ambiental	29
4.9. Análisis porcentual y comparación de los indicadores de desempeño ambiental	30
4.9.1. Estimación de pérdidas de leche en los procesos	31
4.10. Propuestas de mejoras para el manejo del agua, manejo de la materia prima y planta de tratamiento de aguas residuales	31
4.10.1. Manejo del agua en la planta de productos lácteos	31
4.10.2. Manejo de materia prima (leche) en la planta de productos lácteos	32
4.10.3. Planta de tratamiento de aguas	32
5. CONCLUSIONES	33
6. RECOMENDACIONES	34
7. BIBLIOGRAFÍA	35
8. ANEXOS	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Cantidad de agua promedio al día por proceso.....	22
Cuadro 2: Relación de consumo de agua por litro de leche procesada.....	22
Cuadro 3: Cantidad de agua residual generada promedio (litros/día).....	23
Cuadro 4: Parámetros físico-químicos de las aguas residuales de entrada y salida de la planta de tratamiento.	26
Cuadro 5: Parámetros físico-químicos tomados con Sonda Multiparámetros.	29
Cuadro 6: Indicadores de desempeño ambiental.....	30
Cuadro 7: Comparación del mes uno y mes cuatro de los indicadores de consumo de agua y carga orgánica.	30
Cuadro 8: Estimación de pérdidas de leche.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Comportamiento de los caudales de entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales en el mes 1.....	24
Figura 2: Comportamiento de los caudales de entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales en el mes 4.....	24
Figura 3: Comportamiento de la calidad del agua residual generada en el mes 1.....	25
Figura 4: Comportamiento de la calidad del agua residual generada en el mes 4.....	26
Figura 5: Parámetros físico-químicos de entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales.	27
Figura 6: Parámetros físico-químicos de salida de la planta de tratamiento de aguas residuales.	28

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos de Contenido

A-1. Formulario de registro de cantidad de leche y productos elaborados.	38
A-3. Formulario de registro de caudales y carga orgánica de las aguas residuales de la planta de procesamiento de lácteos.....	39
A-4. Etiqueta de identificación de las muestra.....	40
Fuente: Elaboración propia.....	40
A-5. Formulario de la cadena de custodia de muestras.	40
A-6. Resultados de análisis de la cooperativa año 2012.	41

A-6. Resultados de análisis de las aguas residuales a la entrada de la planta de tratamiento..... 42

A-7. Resultados de análisis de las aguas residuales 43

Anexos de Cuadros

Cuadro A-1. Composición y DBO₅ aproximadas de diversos productos lácteos. 44

Cuadro A-2. Concentración de oxígeno disuelto en relación a la temperatura del agua... 44

Cuadro A-3. Directrices para la evaluación de la calidad del agua para riego. 45

Cuadro A-4. Resultado de alícuotas por muestra y promedio. 45

Cuadro A-9. Recomendaciones propuestas..... 45

Figura A-12. Medición de parámetros para caracterización de aguas con Sonda Multiparamétros..... 52

Anexo de Figuras

Figura A-1. Ubicación de la Cooperativa Yutathui de R.L. 46

Figura A-2. Planta de lácteos de la cooperativa Yutathui de R.L..... 47

Figura A-3. Valvula de bola y Manguera principal. 47

Figura A-4. Chorros para el abastecimiento de agua. 48

Figura A-5. Fugas en mangueras..... 48

Figura A-6. Fugas en equipos..... 49

Figura A-7. Derrames durante el traspaso. 49

Figura A-8. Derrame durante el envasado de leche. 50

Figura A-9. Alícuotas para muestra Compuesta de las aguas residuales a la entrada de la planta de tratamiento. 50

Figura A-10. Muestra Puntual del agua residual tratada. 51

Figura A-11. Depósitos de vidrio y plástico identificados para ser llevados al laboratorio de Calidad de aguas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)... 51

Figura A-12. Medición de parámetros para caracterización de aguas con Sonda Multiparamétros..... 52

1. INTRODUCCIÓN

El subsector lácteo tiene un gran significado para la economía del país, la producción de la leche fluida se destina en un 58% al mercado Industrial para el procesamiento de leche para consumo nacional y para la elaboración de subproductos lácteos. Las aguas provenientes del proceso se caracterizan por poseer una alta carga orgánica, de la cual se estima que del 90 a 95 % de Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO_5) esto debido a la pérdida de leche durante los procesos, por lo tanto estas aguas deben ser depuradas en plantas de tratamiento de agua antes de ser vertida a un cuerpo receptor. Para determinar qué tan bien está funcionando el proceso en la planta de tratamiento de aguas residuales de manera cualitativa o cuantitativa se emplean los indicadores de desempeño ambiental, dando la voz de alerta sobre la existencia de un problema y permitiendo tomar medidas para solucionarlo.

La planta semi-tecnificada de lácteos de la Sociedad Cooperativa Yutathui de R.L., es una empresa dedicada a la elaboración de productos lácteos de alta calidad; desde su fundación asume un compromiso social y responsabilidad ambiental, lo cual implica hacer un manejo adecuado de los recursos y materias primas que utiliza, así como una adecuada deposición final de sus residuos sólidos y una buena depuración de las aguas residuales generadas por la planta de lácteos, en esta se emplea un promedio de 6,500 litros de agua al día, volumen que tiene que ser depurado en la planta de tratamiento de aguas residuales. Esta agua es utilizada principalmente en las actividades de lavado del equipo y la maquinaria, así como en el aseo del área de trabajo y del personal durante el proceso. Los indicadores de desempeño ambiental que se evaluaron dentro de la planta semi-tecnificada de lácteos tales como consumo de agua, carga orgánica contaminante y porcentaje de remoción de carga contaminante, no cumplían con los valores adecuados antes de realizar la investigación, lo que indica que se estaba haciendo un mal manejo del agua afectando al medio ambiente, generando pérdidas de materia prima observados en la carga orgánica contaminante, sumado a que no se llevaban estadísticas del comportamiento y desempeño de los mismos.

El objetivo de la investigación fue estudiar el manejo del agua en el proceso de elaboración de productos lácteos y su incidencia en el comportamiento de los Indicadores de Desempeño Ambiental haciendo una propuesta de mejora de los procesos productivos

y en el tratamiento de las aguas residuales. Mejorar los indicadores de desempeño ambiental permitirá a la empresa servir de referencia para otras empresas del sector e implementar nuevas tecnologías en un futuro, además los resultados de esta investigación marcan un precedente y generan información básica para próximas investigaciones.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Descripción de la Cooperativa Yutathui de R. L.

2.1.1. Razón social y ubicación geográfica

Nombre legal: Cooperativa Yutathui de R.L.

Nombre Comercial: Cooperativa el Jobo

Dirección: Km 69 Carretera Acajutla, Sonsonate, El Salvador, Centroamérica y su ubicación geográfica es Latitud: 13°41'11"N y Longitud: 89°44'23"W.

2.1.2. Historia:

La cooperativa Yutathui nació en 1976 en el municipio de Nahuilingo, departamento de Sonsonate. Su fundador principal: Don Enrique Álvarez Córdoba, era el dueño de la hacienda (ubicada en el cantón “El Jobo”) y de varias cabezas de ganado Bovino. Con otros 15 socios fundadores, se comenzó a producir leche cruda y carne de ganado. Sus primeros clientes de leche cruda fueron Diadema y Cooperativa Salud. Los socios observaron que el negocio era rentable, y comenzaron a producir más derivados de la leche: queso duro, queso blando, cápita, etc., todos de forma artesanal. En 1980 durante la guerra, el que era propietario de la hacienda, Enrique Álvarez Córdoba, fue asesinado por La Fuerza Aérea de El Salvador, por lo que sus padres cumplieron lo que era su mayor deseo: hacer dueños de las propiedades a los trabajadores de la hacienda. En 1988, La Unión Europea y el CONACYT, propusieron la industrialización, de la planta de lácteos. Se obtuvo la aprobación de los socios y se comenzó a adquirir maquinaria y estructura adecuada. Fue así como se cumplió uno de los sueños de Don Enrique: Tener una planta de lácteos bien establecida, con la maquinaria e instalaciones adecuadas (Carranza y Carranza 2012).

2.1.3. Misión

“Somos una empresa comprometida con el mejoramiento del ambiente, que garantiza a sus clientes productos alimenticios naturales de alta calidad que cumplen con las normas nacionales e internacionales de calidad correspondiente”.

2.1.4. Visión

“Ser una empresa diversificada e innovadora con procesos y productos de alta calidad, amigable con el medio ambiente”.

2.1.5. Principales productos

En la Sociedad Cooperativa Yutathui de R.L. se elabora una diversidad de productos, cuyos procesos de mayor relevancia son: Leche al 3%, Queso Cuajada y Quesillo (Carranza y Carranza 2012).

2.2. Importancia de la Industria láctea en El Salvador.

En El Salvador, la importancia del sub-sector lácteo se expresa en que aporta el 17.2% del PIB agrícola y el 3% del PIB industrial. Los productos lácteos ocupan el quinto lugar en importancia nutricional dentro de la canasta alimentaria básica consumida por los hogares salvadoreños. Su importancia en este ámbito únicamente es superada por los cereales, las grasas, los azúcares y los frijoles. Del presupuesto promedio destinado a alimentos, bebidas y tabaco por las familias salvadoreñas, se estima que un 12.8% es destinado a productos lácteos, así como un 4.4% del gasto total (MARN 2008).

Los mayores desafíos están asociados con mantener un continuo aumento de la productividad y lograr la máxima calidad y sanidad de los productos, hasta equiparar los estándares de primera categoría internacional con respecto a los niveles industriales de los principales productores y exportadores mundiales. Al igual que en otros rubros de producción de bienes agrícolas, la industria láctea ha sufrido grandes cambios en los últimos años para incrementar su productividad, lo que ha traído como consecuencia una mayor generación de descargas líquidas, sólidas y gaseosas. Paralelamente las restricciones ambientales se tornan cada vez más exigentes, lo que ha obligado a la industria a realizar acciones tendientes al cumplimiento de dichas normativas (Gil *et al.* s.f.).

Las pérdidas de leche, que pueden llegar a ser del 0.5-2.5% de la cantidad de leche recibida o en los casos más desfavorables hasta del 3-4%, son una contribución importante a la carga contaminante del efluente final. Un litro de leche entera equivale aproximadamente a una Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días (DBO₅) de

110,000 mg O₂/l y una Demanda Química de Oxígeno (DQO) de 210,000 mg O₂/l (CAR/PL 2002).

Además, se tiene que por un Kilogramo de DBO₅ en el efluente final de la industria Láctea equivale a nueve litros de leche perdida (MARN 2008).

2.3. Clasificación de la industria procesadora de leche en El Salvador

La industria procesadora de lácteos en El Salvador se clasifica de acuerdo al grado de tecnificación que las empresas poseen, la cual se describe a continuación:

2.3.1. Procesador Industrial Tecnificado

En la actualidad existen al menos diez plantas que pueden ser consideradas industriales o semi-industriales, con volúmenes de procesamiento que varían de 10, 000 a 60,000 litros de leche diarios. La principal competencia que ellas enfrentan es de otras empresas centroamericanas, ya que no hay aranceles de importación en la región. A pesar de ser una competencia dura, según relatos de la industria, empresas de otros países no han conseguido una fuerte penetración en el mercado salvadoreño.

2.3.2. Procesador Industrial Semi Tecnificado

Los procesadores semi-industrializados se caracterizan por industrializar productos lácteos de consumo tradicional como quesillo, crema, queso fresco, queso cremado, queso cuajada, queso cápita, requesón y queso morolique. Muchos de sus productos son envasados y empacados para su comercialización, poseen marcas, registro sanitario y etiqueta. Este subsector procesa alrededor del 19% de la leche producida en el país. Son alrededor de 32 empresas que procesan entre 1,000 y 12,000 botellas de leche por día, procesan entre ellas más de 200,000 botellas de leche al día; estas empresas son inspeccionadas continuamente por la división de Inocuidad Alimentaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

2.3.3. Procesador Artesanal

Una característica de la red de valor de lácteos en El Salvador es la división entre el sector artesanal e industrial. El sector artesanal representa la mayor parte de la producción del país. Se estima que un 75% de la leche producida en el país es procesada por las empresas artesanales o vendida directamente por los ganaderos a los

consumidores. El sector artesanal se caracteriza por el mayor número de plantas y por la producción de bajos volúmenes. Una encuesta en el año 2000 se identificaron 635 plantas artesanales en el país con un volumen promedio de procesamiento de 300 botellas (225 litros) diarias (MARN 2008).

2.4. Rendimiento de algunos productos lácteos

2.4.1. Queso fresco

El queso se obtiene a partir de la coagulación de la leche y deshidratación de la cuajada; se puede conservar por varios días. El queso es rico en proteínas, grasas, sales minerales y vitaminas; en niños y adultos favorece el crecimiento y fortalecimiento de huesos y dientes. El rendimiento que se obtiene con diez litros de leche semidescremada será de tres libras de queso fresco, en promedio.

2.4.2. Requesón

El requesón o queso ricota es un subproducto de la elaboración de quesos que se obtiene mediante el calentamiento gradual del suero y la adición de sal, dejándolo enfriar antes de separarlo del suero, recogéndolo con un colador fino o con una tela de manta y dejándolo escurrir por cuatro horas, al cabo de las cuales está listo para su consumo con sal, azúcar o miel. El rendimiento que se obtiene con diez litros de suero de quesería será de una libra de requesón, en promedio (FAO s.f.).

Se estima que a partir de diez litros de leche de vaca se puede producir de uno a dos kg de queso y un promedio de ocho a nueve kg de suero (Valencia y Ramírez 2009).

2.5. El agua en los procesos de elaboración de productos lácteos

Dentro de la industria láctea, el agua es utilizada principalmente para las operaciones de limpieza de equipo, instrumentos y áreas de trabajo, con el objetivo de mantener las condiciones higiénicas de los mismos y del producto. El agua consumida depende del tamaño de la empresa, los procesos de producción existentes, el tipo de equipo, la facilidad para limpiarlos, el tipo de producción (por lotes o continuo) y las prácticas de manufactura del personal. Debido al alto consumo de agua para estas actividades, la empresa debe buscar la optimización en el uso, obteniendo beneficios como la generación de ahorros y minimización del impacto ambiental. La manera más efectiva de

reducir los efluentes es reducir el consumo de agua fresca y las pérdidas de productos en la fuente. En la industria láctea, el agua que se usa en la limpieza puede llegar a ser el 50– 90 % del consumo total de éste recurso (De La Cruz *et al.* 2003).

En la industria láctea se utiliza gran cantidad de agua en el proceso productivo, el consumo de agua aproximado en relación al producto elaborado es el siguiente: Leche 3.5 litros de agua/litro de leche, Quesos 8 litros de agua/litro de leche y Mantequilla 3 litros de agua / litro de leche. También se emplea gran cantidad de agua en la limpieza de las instalaciones (UE y Fondo Social Europeo 2007).

2.6. Situación ambiental del sub-sector lácteo

El Ciclo de producción en la industria láctea tiene su inicio en las haciendas ganaderas, con la obtención de la leche por medio del ordeño de las vacas. La leche cruda debe de ser transportada en condiciones adecuadas de refrigeración hacia las plantas procesadoras, las cuales se encargan de elaborar los diferentes productos y derivados de la leche (Leche envasada, quesillo, crema, helados y otros). Durante dicho proceso de elaboración se generan adicionalmente diferentes tipos de desecho y emisiones, que causan impactos ambientales significativos. Finalmente las empresas distribuidoras de productos lácteos en cooperación con las plantas procesadoras, son las encargadas de hacer llegar el o los productos hacia los consumidores finales (MARN 2008).

El problema medioambiental más importante de la industria láctea es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada (fundamentalmente orgánica). En cuanto al volumen de aguas residuales generadas por una empresa láctea se pueden encontrar valores que oscilan entre dos y seis litros agua/litros leche procesada (CAR/PL 2002).

En España, el Instituto Tecnológico Agroalimentario (AINIA) ha estimado que la relación de litros de agua residual por litro de leche procesada es de uno a cuatro. Los vertidos procedentes de restos de leche, lactosuero (contiene el 50% de nutrientes del producto inicial) y salmueras aumentan considerablemente la carga contaminante del vertido final (Valencia y Ramírez 2009).

2.7. Orígenes de los vertidos y composición general.

Los vertidos residuales de las industrias de leche y derivados, proceden principalmente de las operaciones de: Limpieza de equipos y superficies, aguas de refrigeración (cuando no se recuperan), condensados de vapor después de su uso en las marmitas, o bien directamente al sistema, restos de leche y lactosuero durante el desuerado en la producción de quesos o derrames de leche generados durante las descargas en la recepción, fugas de tuberías por productos en acumulación de la leche en tuberías y equipos, mejor conocido como mermas o repuntes. Todos estos componentes aparecen en las aguas residuales en mayor o menor cantidad, con las aguas de limpieza y los productos que se empleen en ésta. Los contaminantes esperados en la limpieza son materia orgánica, sólidos en suspensión, aceites y grasas, nitrógeno orgánico y detergentes. Generalmente tienen un carácter alcalino, con valores de pH que pueden aproximarse a 11 (EOI 2008).

Se ha estimado que el 90% de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de las aguas residuales de una industria láctea es atribuible a componentes de la leche y sólo el 10% a sustancias ajenas a la misma. En la composición de la leche además de agua se encuentran grasas, proteínas (tanto en solución como en suspensión), azúcares y sales minerales. Los productos lácteos, además de los componentes de la leche, pueden contener azúcar, sal, colorantes, estabilizantes, etc., dependiendo de la naturaleza y tipo de producto y de la tecnología de producción empleada (Carrión 2012).

La industria láctea genera cantidades significativas de residuos líquidos, mayormente leche diluida, leche separada, crema y suero, incluyendo grasas, aceites, sólidos suspendidos y nitrógeno. La descarga de éstos sin tratamiento previo se convierte en un foco contaminante. Los lavados contienen residuos alcalinos y químicos utilizados para remover la leche y los productos lácteos; así como materiales total o parcialmente caramelizados de los tanques, tambos, latas mantequeras, tinas, tuberías, bombas, salidas calientes y pisos. El lactosuero representa cerca del 90% del volumen de la leche, contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de ésta, el 95% de lactosa (azúcar de la leche), el 25% de las proteínas y el 8% de la materia grasa de la leche. Su composición varía dependiendo del origen de la leche y el tipo de queso elaborado, pero en general el contenido aproximado es de 93.1% de agua, 4.9% de lactosa, 0.9% de proteína cruda, 0.6% de cenizas (minerales), 0.3% de grasa, 0.2% de ácido láctico y

vitaminas hidrosolubles. Los porcentajes anteriores indican el enorme desperdicio de nutrientes en la fabricación del queso. Las proteínas y la lactosa se transforman en contaminantes cuando el líquido es arrojado al ambiente sin ningún tipo de tratamiento, ya que la carga de materia orgánica que contiene permite la reproducción de microorganismos produciendo cambios significativos en la DBO₅ del agua contaminada. Una industria quesera media que produzca diariamente 40,000 litros de suero sin depurar genera una contaminación diaria similar a una población de 1,250,000 habitantes (Valencia y Ramírez 2009).

La composición de los efluentes líquidos es muy variable dependiendo del tipo de proceso y de producto fabricado (Cuadro A-1) (Villena 1995).

2.8. Calidad del agua residual

El impacto ambiental de la industria de derivados lácteos se concentra en los efluentes líquidos que contienen un alto porcentaje de la carga orgánica proporcionada por la pérdida de producto durante el procesamiento y los lodos producidos en su tratamiento, y su efecto depende tanto del nivel de tratamiento de los efluentes como de las características del cuerpo receptor. Los principales contaminantes de la industria de derivados lácteos provienen de los procesos de producción de queso (suero) y mantequilla (suero y agua de lavado de la mantequilla) (Gil *et al.* s.f.).

2.8.1. Parámetros físico-químicos evaluados en las aguas residuales.

Las aguas residuales de las industrias de tratamiento de leche presentan las siguientes características generales (CENTA 2006):

Grasas y aceites: Sustancias que al no mezclarse con el agua permanecen en su superficie dando lugar a natas. Su procedencia es tanto doméstica como industrial.

Sustancias con requerimientos de oxígeno: Materia orgánica y compuestos inorgánicos que se oxidan fácilmente, lo que provoca un consumo del oxígeno del medio al que se vierten.

Nutrientes (Nitrógeno y Fósforo): El nitrógeno, fósforo y carbono son nutrientes esenciales para el crecimiento de los organismos. Cuando se vierten al medio acuático, pueden

favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada. Si se vierten al terreno en cantidades excesivas pueden provocar la contaminación del agua subterránea.

Sólidos en Suspensión: Sólidos que no pasan a través de una membrana filtrante de un tamaño determinado (0.45 micras). Dentro de los sólidos en suspensión se encuentran los sólidos sedimentables, que decantan por su propio peso y los no sedimentables.

Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días (DBO₅): Cantidad de oxígeno disuelto (mg O₂/L) necesario para oxidar biológicamente la materia orgánica de las aguas residuales. En el transcurso de los cinco días de duración del ensayo se consume aproximadamente el 70 % de las sustancias biodegradables.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): Cantidad de oxígeno (mg O₂/l) necesaria para oxidar los componentes del agua recurriendo a reacciones químicas.

Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales así como áreas con deforestación severa (Valencia y Ramírez 2009).

2.8.2. Análisis físico-químicos complementarios

2.8.2.1. Oxígeno Disuelto (OD).

Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. Es un indicador del grado de contaminación del agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir. Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 7 y 12 partes por millón (ppm o mg/l) (González s.f.).

El oxígeno se introduce en el agua mediante difusión desde el aire. La mayoría de los organismos acuáticos necesitan oxígeno para sobrevivir y crecer.

Algunas especies requieren niveles elevados de oxígeno disuelto (OD) como la trucha y la mosca de piedra. Otras especies no requieren niveles elevados de oxígeno disuelto (OD) como el bagre, los gusanos y las libélulas (Pacheco 2013).

Los niveles bajos de OD afecta el nivel de actividad, alimentación, crecimiento, reproducción, aumenta la susceptibilidad a las enfermedades e incluso a los parásitos. Si el nivel de OD está por debajo de 2 ppm por períodos prolongados los peces pueden morir, pero aunque los niveles estén sobre las 2ppm sufren estrés y enfermedades (González 2011).

El agua contiene menos oxígeno en los lugares altos y cuando la salinidad aumenta, el oxígeno disuelto disminuye. La concentración de OD en el agua varía al aumentar la temperatura. Cuando el agua contiene todo el oxígeno disuelto a una temperatura dada, se dice que está 100 por cien saturada de oxígeno. El agua puede estar sobresaturada de oxígeno bajo ciertas condiciones ("rápidos de agua blanca", o cuando las algas crecen y producen oxígeno más rápidamente del que puede ser usado o liberado a la atmósfera) (Cuadro A-2) (Vargas 2011).

2.8.2.2. Salinidad.

La salinidad es una medida de la cantidad de sales disueltas en agua. La salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas (Benoit 2012).

Los efluentes salinos, por lo general se encuentran asociados a procesos industriales de fabricación y manufactura de conservas de productos marinos y vegetales (Castillo *et al.* 1995).

Coexisten muchas unidades de expresión de la conductividad, aunque las más utilizadas son dS/m (deciSiemens por metro), mmhos/cm (milimhos por centímetro), μ S/cm (microSiemens por centímetro y mS/m (miliSiemens por metro). La conductividad dependerá del tipo de agua (González s.f.): Agua pura 0.055 μ S/cm, Agua destilada 0.5 μ S/cm, Agua de montaña 1.0 μ S/cm, Agua para uso doméstico 500 a 800 μ S/cm y Agua de mar: 52 mS/cm.

La práctica de riego con aguas salinas en distintas zonas de las regiones áridas y semiáridas llevó a la FAO en 1976 a definir unas directrices para evaluar la calidad del agua de riego (Cuadro A-3) (CEDEX 2002).

Además, la conductividad informa sobre la posibilidad de usar el agua residual tratada para riegos, ya que muchas plantas son sensibles al contenido en sales disueltas, y la exposición del terreno a riegos prolongados con aguas muy conductoras puede dar lugar a su inutilización como terreno de cultivo (CIDTA s.f.).

2.9. Marco Legal

En el tema del agua, uno de los recursos más importantes para la actividad de lácteos, la mayoría de los países centroamericanos están en proceso de formación de una Ley de Agua. Estos no cuentan con una normativa comprensiva de agua, solo cuentan con normas, dispersas en distintas leyes, decretos y reglamentos. En cuanto a las regulaciones de las aguas residuales de lácteos, todos los países cuentan con regulaciones de sus aguas residuales, unos cuentan con parámetros específicos para actividades y otros solo parámetros por contaminantes (UGA 2008).

En El Salvador existen varias leyes que se relacionan con el tema, siendo la más importante la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 Aguas. “Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor”, los límites específicos de los parámetros sobre vertidos para la industria láctea son (CONACYT 2009):

Demanda Química de Oxígeno (DQO)= 900 miligramos por litro

Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO₅)= 600 miligramos por litro

Sólidos Suspendidos Totales (SST)= 300 miligramos por litros

Grasas y Aceites = 75 miligramos por litros.

2.10. Tratamiento de aguas residuales

Tradicionalmente, el manejo de los residuos se concentra en disminuir el impacto ambiental ocasionado por los efluentes a través de plantas de tratamiento, práctica conocida como “al final del tubo”, cuyos elevados costos de inversión, operación y mantenimiento, resultan una inversión insostenible para la mayoría de las empresas.

Además, como el manejo y disposición de las descargas no forma parte del proceso productivo de la empresa, se ve como un gasto y no como una inversión a largo plazo y completamente vulnerable a las dificultades financieras que pueda afrontar la empresa (Najul *et al.* 2001).

El tratamiento es una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos que se clasifican en: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y terciario. El pretratamiento consiste en separar sólidos gruesos que pueden provocar taponamiento; el tratamiento primario separa las partículas en suspensión que no son retenidas por el pretratamiento; en el tratamiento secundario o biológico se utilizan microorganismos que eliminan materia orgánica disuelta; por último, en el tratamiento terciario se adicionan compuestos químicos para su desinfección (Valencia y Ramírez 2009).

Los vertidos son el principal aspecto ambiental generado en las empresas lácteas, la calidad de dicho vertido obliga a las empresas a poseer una planta de tratamiento de aguas residuales que minimice el impacto ambiental de estas aguas sobre el medio ambiente (UE y Fondo Social Europeo 2007).

En el caso particular de aguas residuales de industrias lácteas se reportan importantes trabajos que consideran distintas alternativas de tratamiento en función de las características específicas del efluente. Una opción importante para mejorar el funcionamiento de las plantas de agua residual en las empresas lácteas es el uso de Microorganismos Benéficos (MB), una mezcla de bacterias, hongos y levaduras, los cuales favorecen principalmente la reducción de olores, manejo de aguas y residuos sólidos. Los Microorganismos Benéficos (MB) han sido reportados como una alternativa frente al problema ambiental de la contaminación hídrica, puesto que esta mezcla puede utilizar los compuestos contaminantes presentes en el agua residual como fuente de carbono y energía para su metabolismo y crecimiento, reduciendo así sus concentraciones en el agua (Herrera y Corpas 2013).

2.10.1. Toma de muestra de aguas residuales de la industria láctea

Para determinar los sitios a muestrear en un proceso industrial, basta con conocer la dinámica del proceso y con base en él identificar los puntos de descarga que por lo general son conectados a un sistema de tratamiento, por tal razón el sitio exacto para la toma de muestra será a la entrada del sistema de tratamiento y a la salida del mismo, con

lo cual se determinara, no solo la naturaleza del efluente sino también la eficiencia del sistema. La toma de muestras debe garantizar la representatividad de las características y concentraciones del efluente o cuerpo de agua analizado. Esto implica una preparación previa en cuanto a la selección de los sitios de muestreo más representativos, material apropiado para su recolección, reactivo y/o medios de preservación que permitan conducir al laboratorio una muestra lo más representativa posible que conserve las características originales, existen dos tipos de muestro las cuales se definen a continuación (Zambrano 2010):

2.10.1.1. Muestras puntuales

Cuando la composición del vertimiento o de la fuente es relativamente constante a través de un tiempo prolongado o a lo largo de distancias, se puede decir que la muestra es representativa en un intervalo de tiempo o un volumen más extenso; con fundamento en lo anterior una muestra puntual es considerada como representativa, como el caso de algunas aguas de suministro, aguas superficiales, pocas veces, efluentes residuales.

2.10.1.2. Muestra compuesta

Es muy importante para observar concentraciones promedio, usadas para determinar las cargas o la eficiencia de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Se considera estándar para la mayoría de determinaciones una muestra compuesta que representa un periodo de 24 horas, este lapso de tiempo puede variar de acuerdo al ciclo completo de operación periódica o cuando sea posible apreciar las variaciones de cambio en el tiempo. Para evaluar los efectos de descarga y operaciones variables o regulares se toman muestras que representen el periodo durante el cual ocurren tales descargas. Tomar porciones individuales de la muestra en botellas de boca ancha y mezclarlas al final del periodo de muestreo extrayendo de cada una el volumen correspondiente (alícuota) de acuerdo con el cálculo instantáneo, el caudal promedio y el volumen de muestra a componer, tal como se aprecia en la siguiente formula:

$$V_i = (Q_i \cdot V) / (Q_p \cdot n)$$

Dónde:

V_i = Volumen de cada alícuota.

V = Volumen total a componer (generalmente 2000 ml como mínimo).

Q_p = Caudal promedio durante la jornada de aforo.

Q_i = Caudal instantáneo de cada muestra original.

n = Número de muestras tomadas.

2.11. Indicadores de desempeño ambiental del sub-sector lácteo

Un indicador ambiental se define como la medida cuantitativa o la observación cualitativa que permite identificar cambios en el tiempo y cuyo propósito es determinar qué tan bien está funcionando un sistema, proceso o actividad, dando la voz de alerta sobre la existencia de un problema y permitiendo tomar medidas para solucionarlo. En este sentido, los indicadores ambientales se convierten en uno de los elementos centrales que las empresas u organizaciones pueden emplear para monitorear su proceso u actividad productiva, ya que estos permiten, dada su naturaleza, la comparación al interior de la organización (Referencia interna) o al exterior (Referencia externa con otra empresa). Los indicadores ambientales para que cumpla su objetivo de manera efectiva, deben poseer, las siguientes características (MARN 2008):

Relevante: debe ser importante o clave para los propósitos que se buscan.

Entendible: no debe dar lugar a ambigüedades o mal interpretaciones que puedan desvirtuar su análisis.

Basado en información confiable: la precisión del indicador debe ser suficiente para tomar la decisión adecuada.

Transparente/verificable: su cálculo debe estar adecuadamente soportado y ser documentado para su seguimiento y trazabilidad.

Basado en información específica con relación al lugar y el tiempo: debe ser asociado a hechos reales que faciliten su análisis.

De acuerdo a los estudios de producción más limpia recientemente realizados para el Sub- Sector lácteo de plantas procesadoras de El Salvador, actualmente no existen un registro de indicadores ambientales base para dicho sub-sector, no obstante se pudo identificar que no se lleva estadísticas del comportamiento y desempeño de los mismos en cuanto a la obtención de ahorros económicos y mejoras ambientales así como también la eficiencia en cuanto al uso de los recursos utilizados como la energía y el agua, y principales desechos que se generan en las empresas.

Calculo de los Indicadores ambientales de desempeño propuestos para empresa del sub-sector lácteo (MARN 2008):

$$\text{Indicador de consumo de agua} = \frac{\text{m}^3 \text{ o litros de agua consumidos}}{\text{botella de leche recibida}}$$

Indicador de generación de carga contaminante

$$\text{Carga Contaminante} = \frac{\text{Litros de agua consumidos}}{1000} * \frac{\text{mg de DBO}_5 \text{ a la entrada}}{1000}$$

Porcentaje de remoción de carga orgánica contaminante

$$\% \text{ de remoción de carga} = \frac{\text{mg de DBO}_5 \text{ a la entrada} - \text{mg DBO}_5 \text{ a la salida}}{\text{mg de DBO}_5 \text{ a la entrada}}$$

Se registraron y cuantificaron los indicadores ambientales en las tres empresas de lácteos piloto las que se realizó el diagnostico de producción más limpia, dichos indicadores se presentan en forma de rangos tomando en cuenta los valores menores y mayores calculados como resultado (MARN 2008):

Consumo de Agua: 1.75 – 5.0 Litros de agua/botella de leche recibida ó 2.33-6.66 Litros de agua/litros de leche recibida.

Carga Orgánica Contaminante: 36,540 Kg de DBO₅/año ó 100 Kg de DBO₅/día.

Porcentaje de Remoción de la Carga Contaminante%: 24.3 – 40.3 %

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio se realizó en la Sociedad Cooperativa Yutathui de R.L., la cual, se encuentra ubicada Km. 69 Carretera Acajutla departamento de Sonsonate, El Salvador, Centro América (Figura A-1), en el periodo de mayo a octubre 2015, y su ubicación geográfica es Latitud: 13°41'11"N y Longitud: 89°44'23"W.

3.1. METODOLOGÍA DE CAMPO.

Para la investigación se realizaron observaciones y toma de datos en la jornada de trabajo de los aspectos en estudio de la Planta de Procesamiento de productos lácteos (Figura A-2) y la Planta de tratamiento de aguas residuales que influyen en los Indicadores de Desempeño Ambiental.

Además se realizó una visita previa para identificar problemas con respecto al manejo del agua contabilizando las válvulas con manguera (Figura A-3) y chorros (Figura A-4) utilizados dentro de la planta de productos lácteos, así como el manejo de la materia prima y el comportamiento del caudal y la calidad de las aguas residuales, recomendando la implementación de medidas para reducir el consumo de agua, el derrame de leche y mejorar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Las recomendaciones hechas (Cuadro A-9) fueron entregadas al gerente de la planta de lácteos y al presidente de la cooperativa para su implementación.

3.1.1. Toma de datos

3.1.1.1. Planta de Procesamiento de Lácteos (PPL)

En esta área se observó y se evaluó el cumplimiento de las medidas implementadas, una vez por semana y los aspectos que podían intervenir en los Indicadores de Desempeño Ambiental, llevando a la vez registros de: Cantidad de leche procesada, los productos elaborados (A-1), tiempos de lavado de materiales, equipos y limpieza, con lo cual, se calculo cantidad de agua utilizada (A-2). Además se observaron las fugas en mangueras (Figura A-5), fugas en equipos (Figura A-6) y derrames de leche durante el traspaso (Figura A-7) y procesos (Figura A-8) y para verificar el cumplimiento de medidas.

3.1.1.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

En esta área se observó y se evaluó una vez por semana el comportamiento del agua residual generada, en cuanto a cantidad y calidad, realizando aforos y toma de muestra a la entrada de la planta de tratamiento (A-3), llevando a la vez registros de: Limpieza de trampas de grasa, limpieza de fosa séptica y limpieza de laguna de oxidación.

3.2. METODOLOGÍA DE LABORATORIO.

Para la realización de análisis de las aguas residuales se tomó una muestra compuesta de agua a la entrada de la planta de tratamiento, según el comportamiento observado durante los cuatro meses de estudio, la calidad del agua se manejó en valores del uno al tres, indicando el uno como “BAJA” presencia de leche, dos como “MEDIA” y tres como “ALTA” presencia de leche en el agua o turbidez al observarlo (Figura A-9), permitiendo establecer las alícuotas para formar la muestra de dos litros (Cuadro A-4); y otra muestra puntual de dos litros de agua residual tratada (vertido) a la salida de la planta de tratamiento (Figura A-10), esto se realizó una vez al mes.

Las muestras obtenidas se colocaron en los depósitos proporcionados por el laboratorio de Calidad de aguas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), se identificaron con etiquetas (Figura A-11) que contenían fecha y hora de la recolección, lugar de la toma de muestra, tipo de muestra, punto de la toma de muestra, recolector, dirección y número telefónico (A-4) y la cadena de custodia (A-5), los cuales fueron llevados en una cadena de frío al laboratorio de calidad de aguas de ANDA para realizar los análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Aceites y Grasas (AyG) (A-6 y A-7).

Además para fines de caracterización de las aguas residuales con la Sonda Multiparámetros se tomó la temperatura, pH, Conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y Sólidos Totales Disueltos (Figura A-12).

3.3. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.

Para obtener los valores de los indicadores de desempeño ambiental se realizaron los siguientes cálculos (MARN 2008):

3.3.1. Indicador de Desempeño Ambiental de Consumo de Agua

$$IDAC = \left(\frac{l \text{ agua}}{l \text{ leche}} \right)$$

IDAC= Indicador de Desempeño Ambiental de Consumo de Agua.

l agua=litros de Agua utilizados al día.

l leche=litros de leche procesada al día.

3.3.2. Indicador de Desempeño Ambiental de Carga Orgánica

$$IDACO = \left(\frac{Q * DBO_5}{1000} \right)$$

IDACO = Indicador de Desempeño Ambiental de Carga Orgánica en Kg/día.

Q = Caudal de agua utilizada (m³) al día.

DBO₅ = Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (mg/l) (entrada).

3.3.3. Indicador de Desempeño Ambiental de Porcentaje de Remoción de Carga Contaminante

$$IDAPR = \left[\frac{COAR - COV}{COAR} \right] * 100$$

IDAPR= Indicador de Desempeño Ambiental de Porcentaje de Remoción de Carga Contaminante en porcentaje.

COAR = Carga Orgánica de Aguas Residuales entrada (Kg/día).

COV= Carga Orgánica del Vertido o Aguas Tratadas (Kg/día).

3.3.4. Análisis porcentual de los Indicadores de Desempeño Ambiental

Se calculó la variación porcentual de los indicadores obtenidos entre el primer mes y cuarto mes, mediante la fórmula siguiente:

$$PV = \left[\frac{IDA1 - IDA4}{IDA1} \right] * 100$$

Dónde:

PV=Porcentaje de variación.

IDA1 = Valor del indicador en el mes uno.

IDA4 = Valor del indicador en el mes cuatro.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la producción

Durante la fase de campo se obtuvo información sobre los productos elaborados y la cantidad de materia prima utilizada, siendo procesados 1,500 a 3,500 litros de leche al día según la demanda. Entre los productos se tienen en orden de importancia: Leche envasada en un 54% a 86%, quesillo del 20% al 46% y cuajada del 8% al 14% y otros en un porcentaje menor al 10% como, sorbete, requesón, queso capa roja, queso capita, queso duro blando, leche saborizada y dulce de leche.

En cuanto a la relación de materia prima y producto final el rendimiento se tiene que, para el envasado de leche es de 1.07 l leche/l producto, el quesillo 7.14 l leche/lb producto, cuajada 3.46 l leche/lb producto; considerando lo publicado por Valencia y Ramírez 2009, estiman que a partir de diez litros de leche de vaca se puede producir de uno a dos kg (2.2 a 4.4 lb) de queso, por lo tanto el quesillo sobre pasa estos valores; para la cuajada, según FAO s.f., el rendimiento que se obtiene con diez litros de leche será de tres libras, en este caso los valores son aceptables.

4.2. Consumo de agua por procesos y total

El cuadro 1 presenta el consumo de agua según los procesos que se desarrollan en la planta de lácteos; como se observa, algunos demandan mayor volumen, tal es el caso de la leche envasada para el cual se utilizan 2,507 litros de agua al día, lo que representa un 36%, en este se lava los tanques de recepción, pasteurizadora, homogeneizadora, envases, mangueras y tuberías y otros en menor volumen como el empacado de productos que solamente consume 167 litros de agua al día, siendo un 2% que se utiliza para lavar mesas, moldes y cuchillos. En el caso de la cuajada, quesillo, queso poroso, crema y empacado la cantidad de agua utilizada en el proceso varía según la cantidad de producto que se está elaborando.

Cuadro 1: Cantidad de agua promedio al día por proceso.

PROCESO	MESES				PROMEDIO (l)	%
	1	2	3	4		
Leche envasada	2399	2643	2505	2482	2507	36
Cuajada	556	613	1021		730	11
Quesillo	652	1285			969	14
Queso Poroso		499			499	7
Crema	794			302	548	8
Sorbete	491		907	302	567	8
Descremado	844	683	930	1296	938	14
Empacado de productos	214	151	76	227	167	2
TOTAL	5951	5874	5438	4610	6925	100

4.3. Relación de consumo de agua por litro de leche procesada

En el cuadro 2 se puede observar que el producto que consume más agua para su elaboración es el sorbete con una relación de 18.9 litros de agua/ litro de leche procesada, siendo un producto poco elaborado en el mes, para el envasado de leche la relación es 1.91 litros de agua/ litro de leche procesada, presentándose como el producto con la menor relación.

Según UE y Fondo Social Europeo 2007, en la industria láctea se utiliza gran cantidad de agua en el proceso productivo, el consumo de agua aproximado en relación al producto elaborado, considerando 3.5 litros de agua/ litro de leche para la leche envasada y 8 litros de agua/litro de leche para quesos, como se observa en el cuadro 2 los procesos de envasado y quesos se encuentran abajo de los valores citados.

Cuadro 2: Relación de consumo de agua por litro de leche procesada.

PRODUCTOS	Litros de leche al mes				Promedio leche litros	Agua Litros	l agua/ l leche
	1	2	3	4			
LECHE 3% Y LECHE SEMIDESCREMADA	1228.24	1706.5	1250.25	1068	1313	2507	1.91
QUESILLO ESPECIAL Y CORRIENTE	450	300	-	675	475	969	2.04
CUAJADA	225	225	225		225	730	3.24
SORBETE	30	30	-	30	30	567	18.9

4.4. Agua residual generada

La Cooperativa utiliza un promedio de 6,500 litros de agua diarios (Jornada de ocho horas) para los procesos, lavado de maquinaria antes, durante y después de procesar junto con la limpieza general de la planta. La cantidad de agua utilizada es la misma cantidad de agua residual que tiene que ser depurada, en el cuadro 3 se muestra la cantidad de agua residual generada promedio (litros/día) durante los cuatro meses de estudio:

Cuadro 3: Cantidad de agua residual generada promedio (litros/día).

MES	1	2	3	4	PROMEDIO (Litros/día)
LITROS	6,974	7,393	5,887	5,878	6,533

En la figura 1 se observa el comportamiento de los caudales durante la jornada de trabajo en el primer mes, identificando las horas en las que hay mayores descargas de agua presentándose tres momentos importantes, siendo al inicio de la jornada que es cuando se realiza el lavado de la descremadora, a mediados del proceso donde se desinfecta el circuito cerrado para el envasado y al final de la jornada que es cuando se realiza la limpieza general de la planta. Este tipo de comportamiento fue similar durante el periodo de la investigación y para efecto de modelizar el comportamiento se tomó el cuarto mes, lo cual se muestra en la figura 2. De La Cruz *et al* 2003, señalan que el agua es utilizada principalmente para las operaciones de limpieza de equipo, instrumentos y áreas de trabajo, lo cual concuerda con lo observado.

Al comparar los caudales del mes uno y el mes cuatro, se observa una significativa reducción del uso del agua durante el proceso, lo cual, se debe a la implementación de las medidas como: utilizar dispensador para mangueras y cerrar las válvulas de paso cuando no se esté utilizando el agua, no obstante durante la desinfección del circuito cerrado y la limpieza general los caudales se mantienen muy similares.

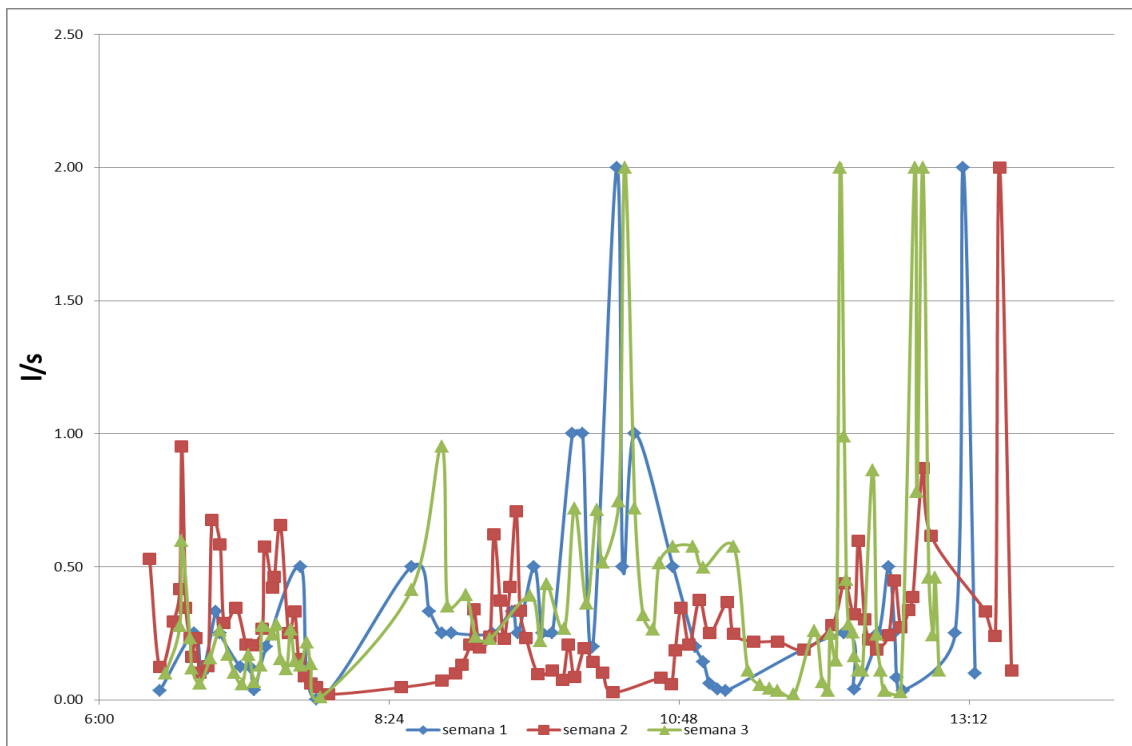


Figura 1: Comportamiento de los caudales de entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales en el mes 1.

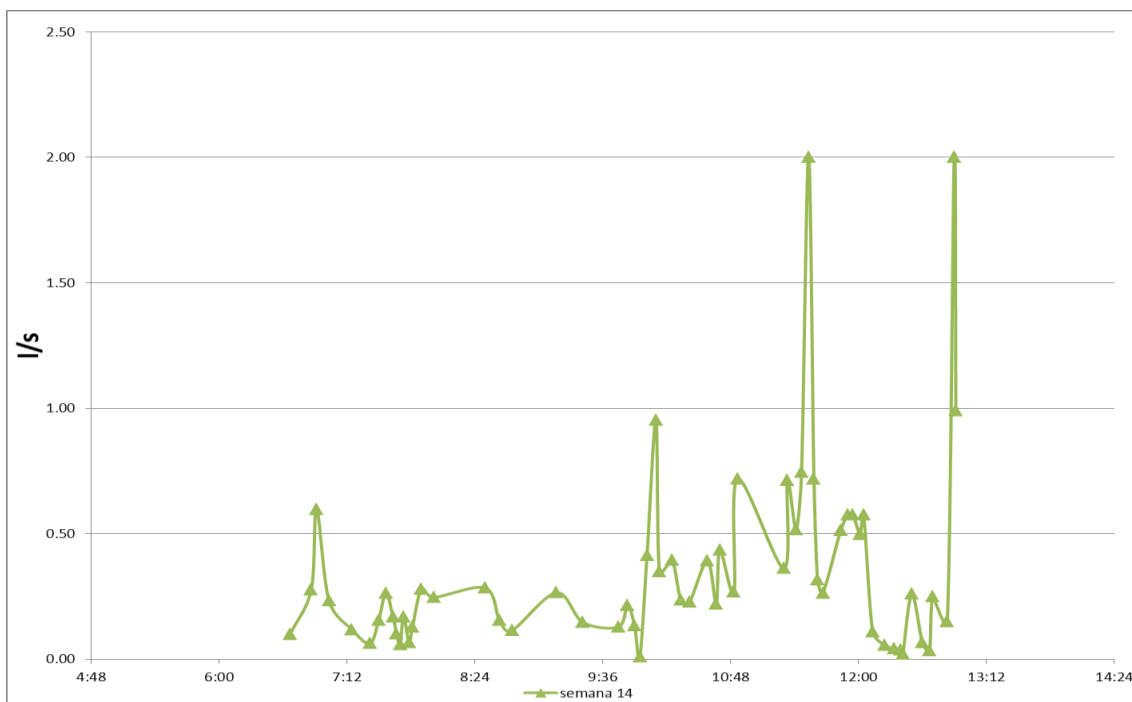


Figura 2: Comportamiento de los caudales de entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales en el mes 4.

4.5. Calidad del agua residual generada

4.5.1. Caracterización cualitativa de la calidad del agua

En la figura 3 se observa el comportamiento de las calidades durante la jornada de trabajo en el primer mes, predominando aguas con alta presencia de leche o aguas de calidad teres, de igual manera se presentó en el mes dos y mes tres. En el mes cuatro el comportamiento fue diferente, observándose aguas con menor turbidez o calidad uno y solamente presentándose tres momentos con calidad tres, siendo durante el lavado de la descremadora, el envasado de leche y la limpieza general, esto se presenta en la figura 4

Al comparar las calidades entre el mes uno y el mes cuatro, se observa una significativa reducción de presencia de leche durante el proceso, lo cual, se debe a la implementación de las medidas como: cambios de empaque desgastados, uso de dos cubetas para el traspaso y no llenar mucho la cubeta dejando escurrir dentro del barril, no obstante durante el envasado y la limpieza general las calidades se mantienen muy similares.

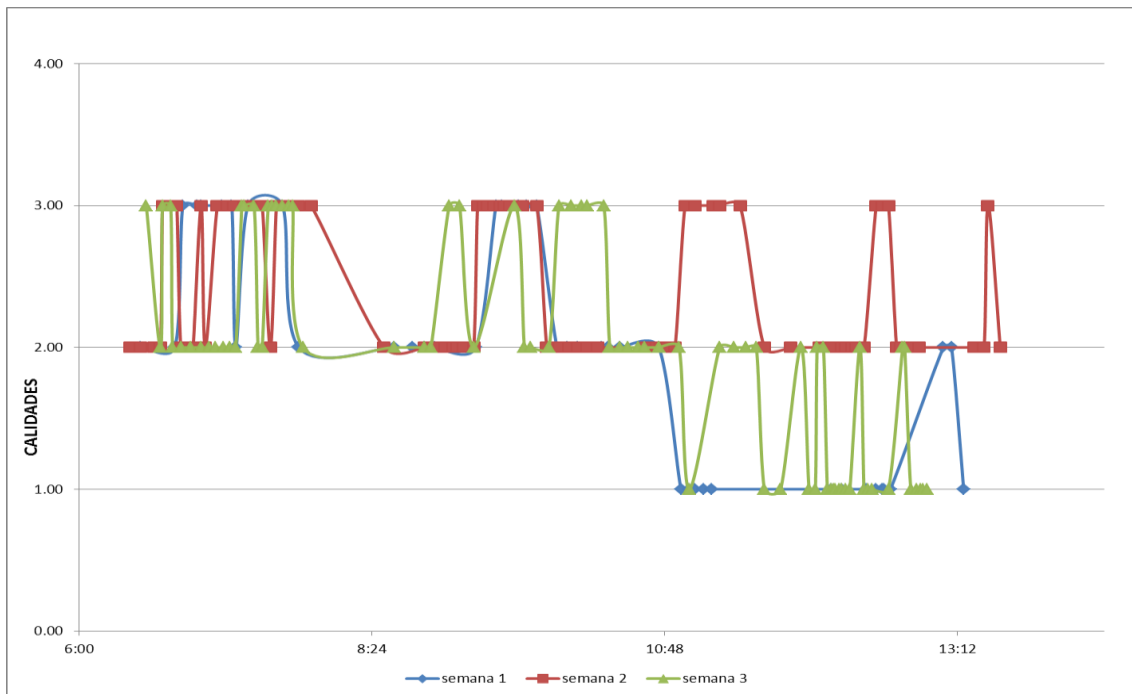


Figura 3: Comportamiento de la calidad del agua residual generada en el mes 1.

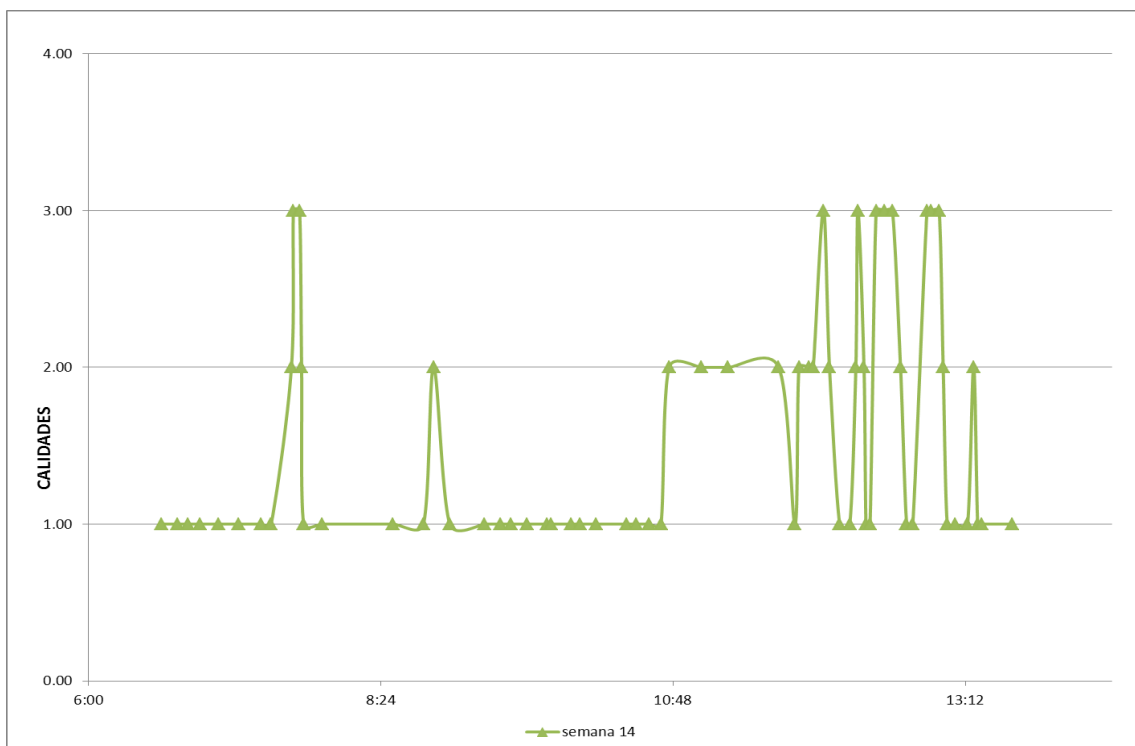


Figura 4: Comportamiento de la calidad del agua residual generada en el mes 4.

4.6. Parámetros físico-químico de las aguas residuales

El cuadro 4 presenta los resultados de los parámetros reportados por ANDA durante los cuatro meses de estudio y los últimos análisis de los vertidos realizados por la cooperativa en el año 2012 (A-6). Al analizar los valores de las aguas residuales de salida y comparar con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 Aguas, se observa que todos cumplen con la normativa (CONACYT 2009).

Cuadro 4: Parámetros físico-químicos de las aguas residuales de entrada y salida de la planta de tratamiento.

PARÁMETROS	UNIDAD	NSO 13.49.01:09	2012	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4	
			Antecedente	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
DBO ₅	mg/l	600	1378	2460	10.9	1540	380	1000	250	945	295
DQO	mg/l	900	2040	3840	28.8	2807	1044	1840	368	1392	424
AyG	mg/l	300	29	834	22	349	13	273	4	250	2
SST	mg/l	75	152	977.78	5	505	140	250	33.33	180	33.75
SS	ml/l		1	N.D	N.D	ND	ND	ND	ND	ND	ND

DBO₅: Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días; DQO: Demanda Química de Oxígeno; Ay G: Aceites y Grasas; SST: Solidos Suspendidos Totales; SS: Solidos

4.6.1. Parámetros físico-químicos de las aguas residuales a la entrada de la planta de tratamiento

En la figura 5 se presentan los parámetros físico-químicos a la entrada de la planta de tratamiento de aguas residuales, se observa el comportamiento durante los cuatro meses de estudio, donde al inicio los valores son mayores y van decreciendo con el tiempo, lo cual manifiesta una reducción significativa de la carga contaminante, mejorando la calidad del agua residual generada en los procesos, esto como resultado de las medidas implementadas y evaluadas.

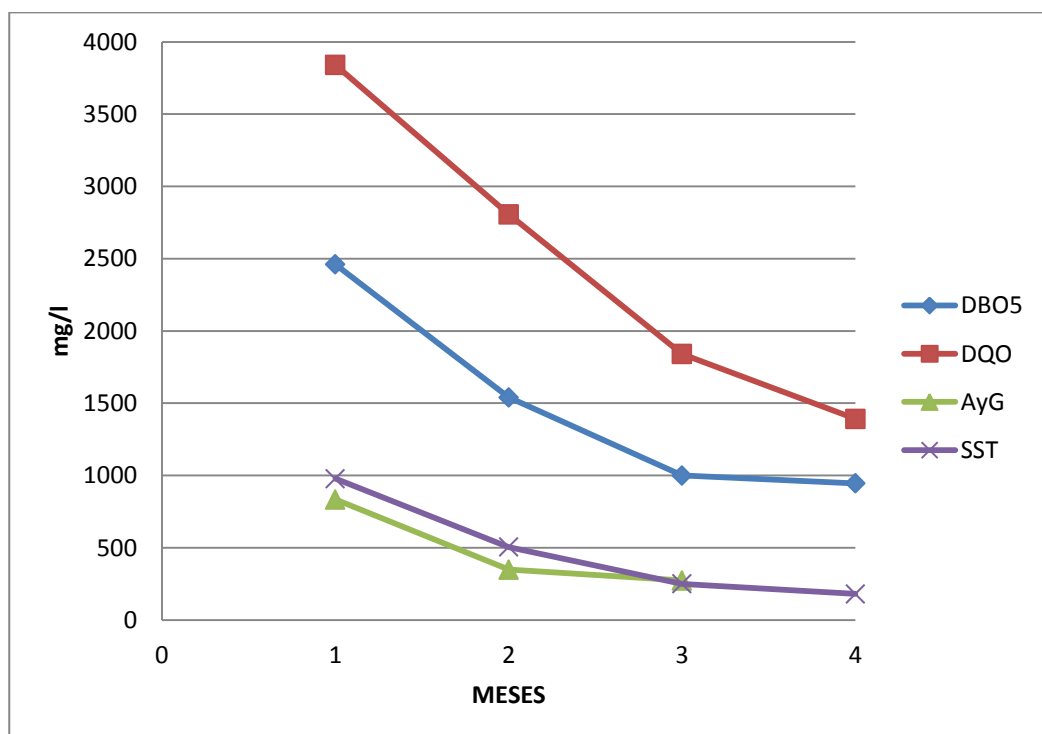


Figura 5: Parámetros físico-químicos de entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales.

4.6.2. Parámetros físico-químicos de las aguas a la salida de la planta de tratamiento

En la figura 6 se muestran el comportamiento decreciente en el tiempo de los parámetros físico-químicos de la salida de la PTAR, con una tendencia a estabilizarse, siendo los valores mayores los correspondientes a los análisis del 2012 proporcionados por la cooperativa y que no cumplían con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 Aguas (CONACYT 2009).

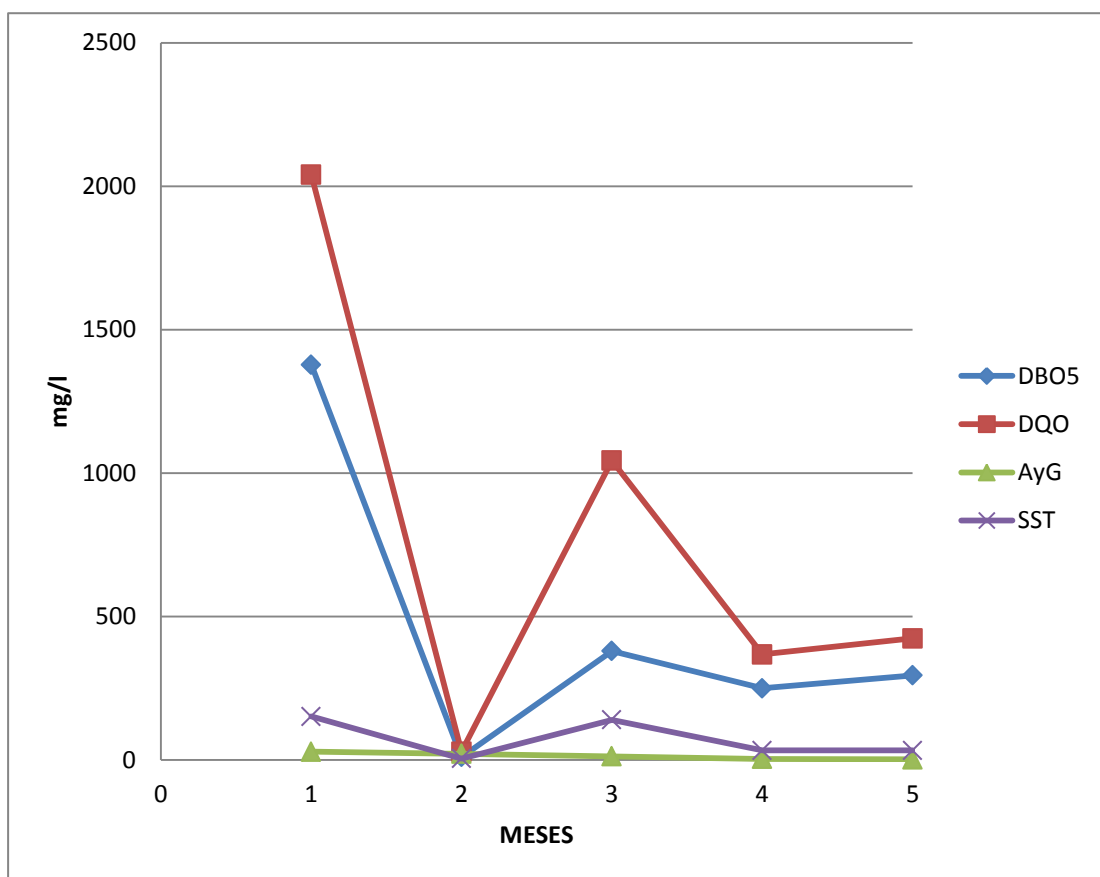


Figura 6: Parámetros físico-químicos de salida de la planta de tratamiento de aguas residuales.

4.7. Análisis de otros parámetros

En el cuadro 5 se presentan los valores de los parámetros tomados con la sonda multiparámetros, para la Temperatura y el pH se observa un comportamiento normal, mientras que para los Solidos Totales Disueltos, Conductividad Eléctrica y Salinidad los valores son muy altos y el Oxígeno Disuelto a la salida de la planta de tratamiento presenta valores abajo de 1 mg/l. Para el caso de la salinidad se debe a que en la elaboración de productos como: quesillo, queso capita, queso capa roja y queso poroso, pasan por un proceso de salado que consiste en dejar en reposo la cuajada en salmuera, este residuo de agua una vez que se retira la cuajada es depositada en los drenajes; para el Oxígeno Disuelto durante la etapa de tratamiento actúan microorganismos descomponiendo la materia orgánica y utilizando el oxígeno para sus procesos y en el

tratamiento de las aguas predominan condiciones anaerobias, debido al mal mantenimiento de la planta de tratamiento.

Según CEDEX 2002, los valores máximos de Conductividad Eléctrica para que el agua presente aptitud para riego no debe sobrepasar los 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ya que esto representa un riesgo para el desarrollo de los cultivos. En la cooperativa se pretende reusar el agua tratada por lo tanto no son aptos para el riego de cultivos agrícolas.

González 2011, afirma que el nivel de OD que está por debajo de 2 mg/l por períodos prolongados puede causar la muerte de los peces, pero aunque los niveles estén sobre las 2 mg/l sufren estrés y enfermedades, por lo tanto las aguas tratadas en la cooperativa no son aptas para la vida acuática porque presentan valores debajo de 1 mg/l. Durante la primera semana del último mes de muestreo se limpió la laguna, permitiendo la circulación del aire y observándose a las 3 semanas la presencia de libélulas en estado adulto (orden Odonota) y larvas de *Aedes aegypti* (orden Diptera), lo que indica que a pesar de poseer un valor de 0.12 mg/l pueden sobrevivir algunos insectos y microorganismos.

Cuadro 5: Parámetros físico-químicos tomados con Sonda Multiparámetros.

PARÁMETROS	UNIDADES	Límites Para uso	1		2		3		4	
			Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Tmx	°C		26.8	26.8	27.9	27.3	29.6	29.0	28.7	27.02
pH			7.06	6.91	6.97	6.64	6.92	6.49	7.18	6.38
CE	$\mu\text{S}/\text{cm}$	700	2700	2115	2450	3410	2560	2400	2660	4020
Salinidad	ppt		1.34	1.03	1.18	1.69	1.2	1.13	1.26	2.01
STD	mg/l		1322	1022	1166	1666	1183	1118	1249	1972
OD	mg/l	8	6.03	0.59	5.49	0.19	6.62	0.23	5.39	0.12
	%	100	77	7.5	71.6	2.4	88.8	3.1	71.2	1.6

Tmx: Temperatura de la muestra; CE: Conductividad Eléctrica; STD: Solidos Totales Disueltos; OD: Oxígeno Disuelto.

4.8. Indicadores de desempeño ambiental

En el cuadro 6, se presentan los valores de los indicadores de desempeño ambiental durante los cuatro meses de estudio, al comparar con los indicadores del MARN 2008, el indicador de consumo de agua se encuentra en el rango 2.33-6.66 litros agua/litro leche; para el caso del indicador de carga orgánica son menores a 100 kg/día y el indicador de porcentaje de remoción de carga son superiores al 40%. Esto permite afirmar que los

indicadores de desempeño ambiental de la cooperativa presentan valores aceptables y mejores que los de la industria nacional estudiados por el MARN 2008. El comportamiento de los indicadores de desempeño ambiental muestra una tendencia decreciente en el tiempo.

Cuadro 6: Indicadores de desempeño ambiental.

INDICADORES	UNIDADES	MES			
		1	2	3	4
Consumo de Agua (IDAC)	litros agua/litro leche	4.45	2.99	3.12	3.34
Carga Orgánica (IDACO)	kg/días	17.16	11.39	5.89	5.55
Porcentaje de remoción de carga (IDAPR)	%	99.56	75.32	75.00	68.78

4.9. Análisis porcentual y comparación de los indicadores de desempeño ambiental

En el cuadro 7, los indicadores de desempeño ambiental evaluados en los cuatro meses, mostraron reducciones significativas en comparación del mes uno con el mes cuatro, siendo para el consumo de agua un 24.82% y carga orgánica un 67.62%, estas reducciones se debieron a que se implementaron algunas medidas de consumo de agua durante el proceso y medidas para el manejo de materia prima.

Cuadro 7: Comparación del mes uno y mes cuatro de los indicadores de consumo de agua y carga orgánica.

INDICADORES	UNIDADES	MES		%
		1	4	
Consumo de Agua (IDAC)	litros agua/litro de leche	4.45	3.34	24.82
Carga Orgánica (IDACO)	Kg/día	17.16	5.55	67.62

4.9.1. Estimación de pérdidas de leche en los procesos

Con base a los resultados del indicador de carga orgánica, se cuantifica la pérdida de leche durante los procesos, Según MARN 2008, se tiene que por un Kilogramo de DBO_5 en el efluente final de la industria láctea equivale a nueve litros de leche perdida. En el cuadro 7 se presenta las estimaciones de perdida de leche, siendo en el mes uno de 154 litros y el mes cuatro de 50 litros, lo cual, representa una reducción del 67%, indicando que hubo una mejora en la eficiencia en el uso de la materia prima. Al mismo tiempo CAR/PL 2002, considera que los límites de perdida en los casos más desfavorables es hasta un 4%, a partir del mes tres se observa un porcentaje de pérdida del 2.8% encentrándose abajo del límite máximo de pérdidas de leche.

Cuadro 8: Estimación de pérdidas de leche.

		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Litros de leche perdidas	Litros	154	102	53	50
(1 Kg de DBO_5=9 litros de leche)					
% de Perdidas	%	9.8	4.1	2.8	2.8
Límite máximo de perdidas4%	Litros	62.72	99	75	70

4.10. Propuestas de mejoras para el manejo del agua, manejo de la materia prima y planta de tratamiento de aguas residuales

Para continuar manteniendo los parámetros físico-químicos debajo de los límites que exige la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 Aguas y los indicadores de desempeño ambiental, es necesario y de vital importancia implementar algunas medidas mostradas a continuación:

4.10.1. Manejo del agua en la planta de productos lácteos

Objetivo: Reducción de pérdidas de agua.

Medidas recomendadas:

Reparar fugas de chorros.

Utilizar dispensadores de manguera (Pistolas a presión).

Cerrar válvulas cuando no esté en uso las mangueras.

Colocar un contador en la tubería principal que abastece la planta.

4.10.2. Manejo de materia prima (leche) en la planta de productos lácteos

Objetivo: Reducción de la carga orgánica.

Medidas recomendadas:

Cambiar empaques desgastados cuando se requiera.

Colocar válvula en la mesa de envasado.

Usar dos cubetas para el traslado de la leche.

No llenar mucho la cubeta y esperar que escurra dentro del barril.

Buscar alternativas para el manejo del suero y las salmueras.

4.10.3. Planta de tratamiento de aguas

Objetivo: Reducir la carga orgánica contaminante

Medidas recomendadas:

Limpieza de trampas de grasa una vez a la semana.

Limpieza de Fosa Séptica una vez cada tres meses.

Remoción de lodos de la laguna de oxidación cada diez años.

Limpieza de los sólidos suspendidos en la laguna y pozos de sedimentación cada mes.

Con estas medidas se pretende dar continuidad a la mejora en el tratamiento de las aguas residuales, como en el manejo del agua y la utilización de la materia prima, lo cual lleva a la reducción en el gasto de agua para los diferentes procesos y contribuye a la disminución de leche derramada.

5. CONCLUSIONES

Los parámetros físico-químicos analizados en las aguas residuales a la salida de la planta de tratamiento en la Sociedad Cooperativa Yutathui de R.L., cumplen con los valores exigidos por la “Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 Aguas. Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor”.

Para el indicador de consumo de agua se logró reducir un 24.82%, obteniendo como resultado en el cuarto mes 3.34 litros de agua por litro de leche procesada, debido a la implementación del uso de dispensador de agua en manguera y cierre de válvulas de paso de agua cuando no está en uso.

Según el indicador de carga orgánica, esta redujo un 67.62%, obteniendo como resultado en el cuarto mes 5.5 Kg/día, esto debido a la implementación de medidas como cambios de empaque desgastados, uso de dos cubetas para el traslado y no llenar mucho la cubeta dejando escurrir dentro del barril, reduciendo las cantidades de leche derramada durante el procesos.

El indicador de desempeño ambiental de porcentaje remoción de carga contaminante, al finalizar la investigación presentó un valor de 68.78%, siendo aceptable y superior al 40% reportado por el MARN.

Los parámetros de salinidad y el oxígeno disuelto en el agua residual tratada, muestran valores fuera del rango para su utilización para el riego de cultivos y generación de vida, siendo los valores de conductividad eléctrica para el cuarto mes 4,020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el oxígeno disuelto de 0.12 mg/l.

6. RECOMENDACIONES

Implementar un programa de monitoreo de los indicadores de desempeño ambiental de los procesos de la planta de lácteos y realizar los análisis dos veces al año para un mejor control de las aguas tratadas.

Continuar con las medidas de manejo del agua como uso de dispensador de manguera y cerrar válvulas de paso de agua cuando no esté en uso.

Implementar medidas de manejo de la materia prima como cambiar empaques desgastados cuando se requiera, colocar válvula en la mesa de envasado, usar dos cubetas para el traslado de la leche. No llenar mucho la cubeta y esperar que escurra dentro del barril.

Separar o reutilizar las salmueras para disminuir los niveles de salinidad de las aguas residuales y poder utilizarla para el riego de algunos cultivos.

Hacer limpieza y mantenimiento de las estructuras que conforman la Planta de Tratamiento de aguas residuales, considerando las siguientes actividades: Limpieza de trampas una vez a la semana, extracción de sólidos de la Fosa Séptica una vez cada tres meses, remoción de lodos de laguna y limpieza de los sólidos suspendidos en la laguna y pozos de sedimentación, esto permitirá el desarrollo de procesos anaerobios incrementando los niveles de oxígeno.

7. BIBLIOGRAFÍA

Benoit M. 2012. Folleto informativo Conductividad Eléctrica/ Salinidad, (en línea). Consultado 11 mar. 2016. Disponible en <http://www.slideserve.com/marvel/conductividad-el-ctrica>

CAR/PL (Centro de Actividades Regional para la Producción Limpia), 2002. Prevención de la contaminación en la industria láctea. Plan de acción para el mediterráneo (en línea). Consultado el 1 oct. 2014. Disponible en http://www.cprac.org/docs/lac_es.pdf

Carranza A. y Carranza F., 2012. “Sistema de gestión de calidad ISO-22000 para la Sociedad Cooperativa Yutathui de R.L.”. Tesis Ingeniero Industrial, San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. p. 131-148.

Carrión C., 2012. Sistemas agroindustriales. Orígenes de los vertidos y composición general (en línea). Consultado el 29 set. 2014. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/111145421/Agua-en-La-Agroindustria>

Castillo P., Bezanilla J., Amieva J., Jácome A., y Tejero I. 1995. Depuración de agua residual con salinidad variable empleando un proceso de biodiscos (RBC) (en línea). Consultado el 28 ene. 2016. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/3289/21article3.pdf;jsessionid=67008B1CFC234CEC3070D014B7A7B63A?sequence=1>

CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, ES). 2002. Drenaje. Master en Ingeniería de Regadíos. Tomo IV.

CENTA (Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua). 2006. Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanos para pequeños núcleos de población. Mejora de la calidad de efluentes (en línea), España. Primera edición, Daute Diseño, S.L. Consultado el 1 oct. 2014. Disponible en <http://www.cienciacanaria.es/.../Guia-sobre-tratamientos-de-aguas-residuales-ur...>

CIDTA (Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua, ES). s.f. Aguas residuales (en línea). Consultado 28 ene. 2016. Disponible en <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/residuales.pdf>

CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, SV). 2009. Norma salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 Aguas. Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor (en línea). Consultado 24 may. 2015. Disponible en <http://www.inmetro.gov.br/.../..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5...>

De La Cruz J., Porta M. y Buser C. 2003. Producción Más Limpia en el Sector de Productos Lácteos. San Salvador, SV. CNP+L El Salvador, CNP+L Guatemala. p. 21-23.

EOI (Escuela Organización Industrial). 2008. Contaminación de las aguas. Sector Lácteo. Escuela Organización Industrial Máster Profesional en Ingeniería y Gestión Medio Ambiental. (en línea) Sevilla, España. Consultado el 29 set. 2014. Disponible en http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48159/componente48157.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, GT), s.f. Proceso de elaboración de lácteos (en línea). Consultado el 28 abr. 2015. Disponible en <http://www.fao.org.gt>.

Gil K., Najul M. y Pacheco C. s.f. Manejo de desperdicios en industrias de derivados lácteos con criterios competitivos (en línea). Consultado el 29 set. 2014. Disponible en <http://www.infolactea.com/descargas/biblioteca/378.pdf>.

González C., 2011. Monitoreo de la calidad del agua. Oxígeno Disuelto (OD) (en línea). Consultado 28 ene. 2016. Disponible en <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLObj-861/maguaoxigenodisuelto.pdf>

González N., s.f. El agua en Navarra. Oxígeno Disuelto (OD) (en línea). Consultado el 28 ene. 2016. Disponible en http://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Agua/Documentacion/Parametros/OxigenoDisuelto.htm

Herrera, O. F. y Corpas, E. J., 2013. Reducción de la contaminación en agua residual industrial láctea utilizando microorganismos benéficos. Vol. 11. 30 p. (Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, n.1). <http://prezi.com/zpeex3n6rg0w/quimica/>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Diagnóstico ambiental del subsector lácteo el salvador 2008 (en línea). El Salvador. Consultado el 1 oct. 2014. Disponible en http://www.caftadr-environment.org/.../2_DIAGNOSTICO_AMBIENTAL_DE...

Najul, M.; Ortega, E. Y Sánchez, R. 2001. La Variable Ambiental en la Gestión Empresarial de la Industria Química y Petroquímica Venezolana, en Tecnología y ambiente. El desafío competitivo de la industria química y petroquímica venezolana. CENDES, Fundación Polar, Caracas. 211-238. Consultado el 29 set. 2014. Disponible en <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1012-25082003000100010...>

Pacheco J. 2013. Oxígeno Disuelto, (en línea). Consultado 11 mar. 2016. Disponible en

UE (Unión Europea) y Fondo Social Europeo. 2007. Guía de Buenas Prácticas Medio Ambientales en el Sector Lácteo (en línea). Consultado el 1 de oct. de 2014. Disponible en <http://www.euresp-plus.net/.../Guía%20de%20Buenas%20Practicas%20Medio>.

UGA (Unidad de Gestión Ambiental). 2008. Diagnóstico del Cumplimiento del Marco Legal Ambiental de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas del Sector Lácteo. Universidad Paulo Freire e Instituto Ambiental Centroamericano (IACA-UPF), Managua, Nicaragua. pág. 9-10 (en línea). Consultado el 1 oct. 2014. Disponible en <http://www.mific.gob.ni/LinkClick.aspx?fileticket=-4...tabid=425...es...>

Valencia E. y Ramírez M., 2009. La industria de la leche y la contaminación del agua. Revista Elementos 16(73):27-31.

Vargas L. 2011. Folleto informativo Oxígeno Disuelto, (en línea). Consultado 11 mar. 2016. Disponible en <http://docslide.it/documents/oxigeno-disuelto-1doc.html>

Villena L. J., 1995. Contaminación en la industria láctea. Composición de los productos lácteos (en línea). Consultado el 28 abr. 2015. Disponible en <http://www.insacan.org/racvao/anales/1995/articulos/08-1995-02.pdf>

Zambrano, S. L., 2010. Protocolo para toma de muestras de aguas residuales (en línea). Consultado el 28 abr. 2015. Disponible en http://www.corpoamazonia.gov.co/.../Protocolo_para_Toma_de_Muestras_de.

8. ANEXOS

A-1. Formulario de registro de cantidad de leche y productos elaborados.

REGISTROS DE LA PLANTA DE LÁCTEOS DE LA ASOCIACION COOPERATIVA YUTATHUI
DE R.L

Fecha:		Semana	
Procesos		Botellas	
Total			

Fuente: Elaboración propia

A-2. Formulario de registro de los tiempos de lavado en la planta de procesamiento de lácteos.

REGISTROS DE LA PLANTA DE LÁCTEOS DE LA ASOCIACION COOPERATIVA YUTATHUI
DE R.L

HOJA DE REGISTRO DE TIEMPOS DE LAVADO EN LOS PROCESOS DE LA INDUSTRIA LACTEA				
FECHA			Semana	
ACTIVIDAD	LAVADOS		OBSERVACIÓN	MANGUERA
	HORA			
	INICIO	FIN		

Fuente: Elaboración propia

A-3. Formulario de registro de caudales y carga orgánica de las aguas residuales de la planta de procesamiento de lácteos.

REGISTROS DE LA PLANTA DE LACTEOS DE LA ASOCIACION COOPERATIVA YUTATHUI
DE R.L

HOJA DE REGISTRO DE CAUDALES Y CARGA ORGÁNICA EN LOS PROCESOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA							
FECHA					SEMANA		
HORA		Tiempo Segundos (A)	Tiempo Segundos (B)	Carga Orgánica		OBSERVACIONES	
INICIO	FINAL			A	B		


Fuente: Elaboración propia

A-4. Etiqueta de identificación de las muestra.

Número de muestra: _____ Fecha: _____ Hora: _____
Lugar: _____
Tipo de muestra: _____
Punto de toma: _____
Recolector: _____
Dirección: _____
Teléfono: _____

Fuente: Elaboración propia

A-5. Formulario de la cadena de custodia de muestras.


		LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD REGISTROS				CÓDIGO: PG-25F1 NÚMERO: CD-01087-2015 PAGINA: 1 de 1																							
NOMBRE: CADENA DE CUSTODIA																													
Fecha de Muestreo: _____		Fecha de Recepción: _____		Hora de Recepción: _____		T° Preservación: _____																							
Solicitante: _____		Muestreador: _____				Firma: _____																							
		Entrega: _____				Firma: _____																							
N° Asignado Laboratorio (ID Muestra)	Código (ID solicitante)	No. Frascos	Punto de Muestreo	Análisis solicitados / Hora Muestreo								Temperatura °C		Tipo de Agua				Origen				pH	Modificación en el Número de Análisis (Especificar)	Observaciones					
				M	N	C	M	O	R	O	R	O	OTROS	MX	AMB	C	T	E	C	P	D				I	S	T	FUENTES	OTROS

Recepción: _____ Analistas: _____
 Microbiología Físicoquímico Investigación Físicoquímico Res. Microbiología Res.

Boulevard del Hipódromo #609, Col. San Benito laboratorio@anda.gob.sv

Fuente: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2015.

A-6. Resultados de análisis de la cooperativa año 2012.



CENTRO DE CONTROL DE CALIDAD INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.
 Calle San Antonio Abad, Urb. Lisboa # 35, San Salvador. Tel.: 2284-0223 Telefax: 2284-5933
 ccci@navegante.com.sv · www.ccci.com.sv

San Salvador, 17 de Noviembre de 2012

N° de Solicitud: SA01375	N° de Reporte: RA5697
-----------------------------	--------------------------

Datos del cliente	
Empresa:	
Responsable:	
Dirección:	Km 69 Carretera acajutla.
Teléfono y Fax:	

Datos de la Muestra	
Naturaleza	Agua Residuales Fosas de Oxidación Lacteos
Fecha de ingreso:	9/11/2012
Fecha de análisis:	9/11/2012 a 15/11/2012
Muestreado por:	Cliente

RESULTADOS DE ANALISIS

PARAMETROS ANALIZADOS	RESULTADOS	NORMA PARA AGUAS RESIDUALES NSO 13.49.01:09** Tabla 2, Numeral.IV, Sección. 1 y Tabla 3.	METODO***
Demanda Quimica de Oxigeno* mg/L	2,040	900	Standard Methods, APHA AWWA WEF Ed 21 2005. 5220 - D Metodo colorimetrico , reflujo cerrado
Demanda Bioquimica de Oxigeno* mg/L	1,378	600	Standard Methods, APHA AWWA WEF Ed 21 2005. 5210 -B o D Método TI trimétrico de 5 días
Sólidos Sedimentables* ml/L	1	75	Standard Methods, APHA AWWA WEF Ed 21 2005. 2540.F- Metodo Volumétrico
Sólidos Suspendidos Totales* mg/L	152	300	Standard Methods, 2540D, 21Ed 2005.Metodo Gravimetrico
Aceites y Grasas* mg/L	29	75	Standard Methods, APHA AWWA WEF Ed 21 2005. 5520D- Metodo de Extracción Soxhlet
pH*	5.02	5.5 a 9.0 2)****	Standard Methods, APHA AWWA WEF 21Ed 2005. 4500 H. B Valor de pH Metodo Electrométrico.
Temperatura °C	28	20-35°C 3)*****	Standard Methods, APHA AWWA WEF 21Ed 2005. 2550 Medicion de temperatura , termometro de sonda

*Análisis Acreditado por OSA (Organismo Salvadoreño de Acreditación)
 **Norma Salvadoreña Obligatoria. Tabla 2, Valores máximos permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad. Numeral IV. Productos de la industria alimentarias, bebidas, líquidos alcohólicos, tabaco y sucedáneos Sección 1. Productos Lácteos.
 ***Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 th. Edición. 2005
 ****2) El valor de pH 5.5-9.0 aplica para descargas en aguas limpias; definiéndose un valor de pH entre 6.0-9.5 para vertidos en aguas costero marinas.
 *****3) En todo caso la temperatura del H2O de descarga al cuerpo receptor no podrá alterar ± 5°C, con respecto a la temperatura natural del cuerpo Hídrico receptor. mg/L: Miligramo por litro ml/L: Mililitro por litro

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA: Agua muy turbia de color café con abundantes partículas suspendidas y Sedimentado olor séptico.

OBSERVACIONES: El resultado de DQO, DBO, Sólidos sedimentable, sólidos suspendidos totales, Aceites y Grasas No cumplen con lo establecido por la norma de referencia. Los demás resultados cumplen con lo establecido por la norma de referencia.

Los resultados del presente reporte corresponden en procedencia y código a la muestra indicada.

Por políticas de confidencialidad y derechos de autor, la reproducción total o parcial de este reporte debe ser autorizada por el laboratorio.

Atentamente,

CENTRO DE CONTROL DE CALIDAD INDUSTRIAL S.A DE C.V – CCCI

Sulma Yanira Reyes de Serpas
 Dra. Sulma Yanira Reyes de Serpas.
 Directora Ejecutiva

República de El Salvador

C.C.C.I.

LABORATORIO DE ANALISIS DE ALIMENTOS

AGUAS Y AGUAS RESIDUALES

N° LEA-13:07


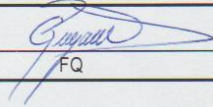
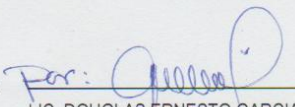

Prop. SOCIEDAD CENTRO DE CONTROL DE CALIDAD INDUSTRIAL, S.A. DE C.V. San Salvador Dpto. San Salvador

El CCCI trabaja con un sistema de Calidad Implementado bajo la Norma NSR ISO /IEC 17025:2005 como parte de la garantía de calidad de nuestros análisis.

ANALIZANDO Y ASESORANDO PARA UNA COMPETITIVIDAD SOSTENIBLE


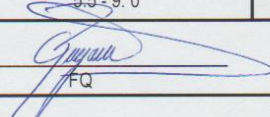
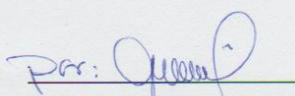

Fuente: Centro de control de calidad industrial, S.A. de C.V., 2012.

A-6. Resultados de análisis de las aguas residuales a la entrada de la planta de tratamiento.

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD		CODIGO:	
	REGISTRO		N° L154992	
	NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE VERTIDOS INDUSTRIALES		PAGINA: 1 de 1	
Código de M	Identificación de Muestra: L154992			
Cliente:	Fecha de Recepción: 21-08-2015 Hora: 11:40			
Dirección:	Fecha de Análisis: 21-08-2015 Hora: 13:45			
Muestreador: GABRIELA ESTHER HERNANDEZ RODRIGUEZ	Tipo de Vertido Analizado:			
Punto de Muestreo: ENTRADA DE LA PTAR.	Norma para regular Calidad de Aguas Residuales de Tipo Especial Descargadas al Alcantarillado Sanitario Norma Técnica de ANDA			
Plan de Muestreo: Puntual				
Fecha de Muestreo: 21-08-2015 Hora: 07:35				
Párametros de Campo	Resultados	Unidad	Límite Máximo Permissible	Método
Temperatura de Muestra	28.7	°C.	20 - 35 °C	2550 Laboratory and Field Methodo
RESULTADOS ANALITICOS				
Párametros de Laboratorio	Resultados	Unidad	Límite Máximo Permissible	Método
DQO Total	1392.0	mg/L	1000	5220 C Closed Reflux, Titrimetric Method APHA
DBO Total	945.0	mg/L	400	5210 B 5-Day BOD Test APHA
Sólidos Sedimentables	N.D	mL/L	20	2540 F Settleable Solid APHA
Sólidos Suspendidos Totales	180.0	mg/L	450	2540 D Total Suspended Solid Dried at 130 - 105°
Aceites y Grasas	*	mg/L	150	5520 D Soxhlet Extraction Method APHA
pH	-	—	5.5 - 9.0	4500 - H + B Electrometric Method APHA
* Métodos Acreditados				
Revisado por:  FQ				
Observaciones: * El resultado de Aceites y Grasas quedara pendiente.				
<p>Autorizado por:  LIC. DOUGLAS ERNESTO GARCIA JEFE LABORATORIO DE CALIDAD</p>				
				
Boulevard del Hipodromo, No. 609, Colo. San Benito, San Salvador Nota: Los resultados reportados corresponden a la muestra ensayada				laboratorio@anda.gob.s.v

Fuente: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2015.

A-7. Resultados de análisis de las aguas residuales

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD		CODIGO:	
	REGISTRO		N° <u>L154993</u>	
	NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE VERTIDOS INDUSTRIALES		PAGINA: 1 de 1	
Código de Muestra:	Identificación de Muestra: L154993			
Cliente:	Fecha de Recepcion: 21-08-2015 Hora: 11:40			
Dirección:	Fecha de Análisis: 21-08-2015 Hora: 13:54			
Muestreador: GABRIELA ESTHER HERNANDEZ RODRIGUEZ	Tipo de Vertido Analizado:			
Punto de Muestreo: SALIDA DE PTAR	Norma para regular Calidad de Aguas Residuales de Tipo Especial Descargadas al Alcantarillado Sanitario			
Plan de Muestreo: Puntual	Norma Técnica de ANDA			
Fecha de Muestreo: 21-08-2015	Hora: 08:35			
Párametros de Campo	Resultados	Unidad	Límite Máximo Permisible	Método
Temperatura de Muestra	27.2	°C.	20 - 35 °C	2550 Laboratory and Field Methodo
RESULTADOS ANALITICOS				
Párametros de Laboratorio	Resultados	Unidad	Límite Máximo Permisible	Método
DQO Total	424.0	mg/L	1000	5220 C Closed Reflux, Titrimetric Method APHA
DBO Total	295.0	mg/L	400	5210 B 5-Day BOD Test APHA
Sólidos Sedimentables	N.D	mL/L	20	2540 F Settleable Solid APHA
Sólidos Suspendedos Totales	33.75	mg/L	450	2540 D Total Suspended Solid Dried at 130 - 105°
Aceites y Grasas	*	mg/L	150	5520 D Soxhlet Extraction Method APHA
pH	-	—	5.5 - 9.0	4500 - H + B Electrometric Method APHA
* Métodos Acreditados				
		Revisado por: 		
Observaciones: * El resultado de Aceites y Grasas quedara pendiente.				
Autorizado por: 		LIC. DOUGLAS ERNESTO GARCIA JEFE LABORATORIO DE CALIDAD		
				
Boulevard del Hipodromo , No. 609, Colo. San Benito, San Salvador				laboratorio@anda.gob.s.v
Nota: Los resultados reportados corresponden a la muestra ensayada				

Fuente: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), 2015.

ANEXOS DE CUADROS

Cuadro A-1. Composición y DBO₅ aproximadas de diversos productos lácteos.

Por cada 100 gramos					
PRODUCTO	GRASA (g)	PROTEINAS (g)	LACTOSA (g)	SALES (g)	DBO ₅ (ppm)
Leche desnatada	0.2	3.1	4.7	0.8	64260
Leche semidesnatada	1.6	3.0	4.6	0.7	75040
Leche entera	3.5	3.0	4.5	0.7	91300
Queso sem. Extragr.	25.0	24.0	1.0	3.0	476200
Suero quesería	0.3	0.9	4.9	0.6	43790
Nata	36.0	2.0	2.5	0.4	357250
Mantequilla	85.0	0.5	0.7	0.1	766200
Suero mantequilla	0.3	3.0	4.6	0.8	63470
Yoghurt	3.0	3.5	4.0	0.7	88750
Leche en polvo	27.0	26.0	38.0	6.0	755100

Fuente: Villena, 1995.

Cuadro A-2. Concentración de oxígeno disuelto en relación a la temperatura del agua.

temperatura (°C)	OD (mg/l)	temperatura (°C)	OD (mg/l)
0	14.6	16	9.9
1	14.2	17	9.7
2	13.8	18	9.6
3	13.5	19	9.3
4	13.1	20	9.1
5	12.8	21	8.9
6	12.5	22	8.7
7	12.1	23	8.6
8	11.8	24	8.4
9	11.6	25	8.3
10	11.3	26	8.1
11	11.0	27	8.0
12	10.8	28	7.8
13	10.5	29	7.7
14	10.3	30	7.6
15	10.1	31	7.5

Fuente: Folleto informativo, s.f.

Cuadro A-3. Directrices para la evaluación de la calidad del agua para riego.

Problema potencial	Unidades	Limitación de uso		
		Ninguna	De ligera a moderada	Severa
Salinidad (Afecta a la disponibilidad de agua para el cultivo) C E	μS/cm	<700	700-3,000	>3,000

Fuente: Ayers y Westcot, 1985.

Cuadro A-4. Resultado de alícuotas por muestra y promedio.

Muestra	Vol C1	%	Vol C2	%	Vol C3	%	ml de muestra de agua residual generada
Mes 1	201	10.1	1211	60.6	588	29.4	2000
Mes 2	1243	62.1	581	29.1	176	8.8	2000
Mes 3	1418	70.9	452	22.6	130	6.5	2000
Mes 4	1328	66.4	419	21.0	253	12.6	2000
Promedio	1329	66.5	484	24.2	186	9.3	2000

Cuadro A-9. Recomendaciones propuestas.

PROBLEMAS IDENTIFICADOS Y PROPUESTAS PARA SER EVALUADAS EN LA SOCIEDAD COOPERATIVA YUTATHUI DE R.L. 2015.	
MANEJO DEL AGUA Objetivo: Reducción de pérdidas de agua	
PROBLEMAS IDENTIFICADOS	MEDIDAS RECOMENDADAS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fuga de agua en la pasteurizadora. ➤ Flujo continuo de agua en manguera durante su uso. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reparar la fuga. ➤ Utilizar dispensadores de manguera (Pistolas a presión) o cerrar válvulas de paso de agua.
MANEJO DE MATERIA PRIMA (LECHE) Objetivo: Reducción de la carga orgánica	
PROBLEMAS IDENTIFICADOS	MEDIDAS RECOMENDADAS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fugas en acoples y empaques de tuberías al conectarse a motor. ➤ Derrame de leche al pasar de descremadora a tina. ➤ Derrame de leche en mesa de envasado. ➤ Derrame de leche al trasladarla del barril a pasteurizadora. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambiar empaques desgastados. ➤ Usar dos cubetas para el traslado de la leche. ➤ Instalar válvula en la mesa. ➤ No llenar mucho la cubeta y esperar que escurra en el barril.

TRATAMIENTO DE AGUAS	
Objetivo: Reducir la carga orgánica contaminante	
PROBLEMAS IDENTIFICADOS	MEDIDAS RECOMENDADAS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de mantenimiento. ➤ Modo de aplicación de enzimas. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpieza de trampas una vez a la semana. ➤ Limpieza de Fosa Séptica una vez cada seis meses. ➤ Remoción de lodos de laguna. ➤ Aplicar la mitad en drenaje y la otra mitad en la fosa séptica.

ANEXOS DE FIGURAS

Figura A-1. Ubicación de la Cooperativa Yutathui de R.L.



Figura A-2. Planta de lácteos de la cooperativa Yutathui de R.L.



Figura A-3. Valvula de bola y Manguera principal.



Figura A-4. Chorros para el abastecimiento de agua.



Figura A-5. Fugas en mangueras.



Figura A-6. Fugas en equipos.



Figura A-7. Derrames durante el traspaso.



Figura A-8. Derrame durante el envasado de leche.



Figura A-9. Alícuotas para muestra Compuesta de las aguas residuales a la entrada de la planta de tratamiento.



Figura A-10. Muestra Puntual del agua residual tratada.



Figura A-11. Depósitos de vidrio y plástico identificados para ser llevados al laboratorio de Calidad de aguas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANEA).



Figura A-12. Medición de parámetros para caracterización de aguas con Sonda Multiparamétros.

