

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**INCORPORACIÓN DE LA VARIABLE AMBIENTAL EN UNA
INDUSTRIA DE DERIVADOS LÁCTEOS**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de
Venezuela para optar al Título
De Ingeniero Químico
Por la Br. Gil Pacheco, Karina Alejandra

Caracas, Diciembre 2003

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**INCORPORACIÓN DE LA VARIABLE AMBIENTAL EN UNA
INDUSTRIA DE DERIVADOS LÁCTEOS**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. María V. Najul

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de
Venezuela para optar al Título
De Ingeniero Químico
Por la Br. Gil Pacheco, Karina Alejandra

Caracas, Diciembre 2003

Gil P., Karina A.

INCORPORACIÓN DE LA VARIABLE AMBIENTAL EN UNA INDUSTRIA DE DERIVADOS LÁCTEOS

Tutor Académico: Prof. María Virginia Najul. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Año 2003, 138 p.

Palabras Claves: Incorporación de la Variable Ambiental, Industria de Derivados Lácteos, Producción más Limpia, Desperdicios, Punto Crítico (PC) y Eficiencia

Resumen. La industria de derivados lácteos genera desperdicios con alto grado contaminante, principalmente durante los procesos productivos de elaboración de mantequilla y quesos. Su impacto ambiental se concentra principalmente en los efluentes líquidos, que contienen un alto porcentaje de la carga orgánica, proporcionada por las pérdidas de producto durante el procesamiento. Como respuesta para contrarrestar el impacto agresivo de los desperdicios, conjuntamente con los elevados costos de su tratamiento, referidos como “al final del tubo”, se presenta este trabajo, cuyo objetivo es proponer estrategias para la incorporación de la variable ambiental en la industria de derivados lácteos, con base en los principios de Producción más Limpia, que permitan no sólo la disminución de los efluentes originados en la elaboración de mantequilla y quesos, sino contribuir al logro de mejoras o modificaciones en el proceso productivo para que sea más eficiente y provechoso, generando así mayores beneficios para la empresa y el ambiente, utilizando como estudio de caso una empresa de derivados lácteos venezolana.

El estudio se desarrolló en cinco (5) etapas: diagnóstico de la situación actual de la empresa, durante la cual se recolectó la información necesaria en cuanto a modos de operación y eficiencia de cada etapa, así como generación de descargas; identificación y análisis de las etapas y causas que generan mayor cantidad de desperdicios; formulación de propuestas, a través de la identificación y jerarquización de actividades que originan elevadas cantidades de desperdicios y carga contaminante, apoyado en las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para el consumo humano, los principios de Producción más Limpia y la incorporación de la variable ambiental en la gestión empresarial; selección de las medidas de prevención viables y factibles para disminuir la descarga de desperdicios y por último el diseño del plan de acción para llevar a cabo las propuestas dentro de la empresa.

La empresa estudiada concentra la mayor parte de su producción (aproximadamente 80%) en la elaboración de mantequilla y queso. El proceso de elaboración de mantequilla genera actualmente un aproximado de 4,0 kg de desperdicios/kg de materia prima procesada y consume cerca de 77 m³ agua/semana. Se evidenciaron como puntos críticos (PC) la etapa de pasteurización (puesta en marcha y lavado del equipo), batido (descarga de suero), lavado de granos (descarga de suero diluído), lavado de las batidoras y lavado del equipo de empacado y enlatado de la mantequilla, por su alto volumen de desperdicio y poder contaminante. El proceso productivo para la elaboración de quesos frescos y madurados genera cerca de 3,6 kg de desperdicios/kg de leche procesada y consume aproximadamente 68 m³ agua/semana. Se identificaron como punto crítico (PC), las actividades de pasteurización (puesta en marcha y lavado del equipo), elaboración de la cuajada (descarga de suero), lavado de las tinas de elaboración de cuajada, lavado de la descremadora y lavado de la cuajada (descarga de suero diluído).

En respuesta al objetivo planteado se elaboraron propuestas operativas y organizacionales. Las propuestas operativas, caracterizadas por bajos costos de inversión, recuperadas en menos de un año, se fundamentaron en el ahorro de agua, a través de la reutilización de la misma en el lavado de los equipos y la optimización del proceso de puesta en marcha de los pasteurizadores. Las propuestas organizacionales se orientaron a incrementar la eficiencia global de la empresa, empleando programas de capacitación y concienciación del personal, herramientas de control y seguimiento de las actividades y asignación de actividades específicas según el área de competencia. Para garantizar los logros mediante la implantación de las propuestas, se diseñó un plan de acción detallado, previsto para desarrollarse en tres años.

Se recomienda evaluar la propuesta de reorganización del recurso humano de acuerdo al organigrama propuesto, a través de un estudio de factibilidad y viabilidad por parte de la empresa, extender el plan de acción a todas las áreas de la empresa y realizar la caracterización de los efluentes generados en los procesos productivos de la empresa, para cuantificar el impacto asociado a las diferentes etapas de los mismos y evidenciar los beneficios, una vez ejecutado el plan de acción.

DEDICATORIA

A mi Madre que me ha dado todo

AGRADECIMIENTOS

Muy especialmente a la Prof. María Virginia Najul por el apoyo, orientación, confianza y sus sabios consejos, lo que me permitió llevar a cabo con entusiasmo este trabajo.

Al Prof. Henry Blanco por su respaldo y comprensión en los momentos más difíciles

A la Dra. Carmen Pacheco.

A Judith Zambrano.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO REFERENCIAL.....	7
II.1. Impacto Ambiental Originado por la Elaboración de Algunos Derivados Lácteos	7
II.2. Prevención de la Generación de Desperdicios	16
II.2.1. Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte	18
II.2.2. Producción más Limpia	20
II.2.3. Incorporación de la Variable Ambiental en la Gestión Empresarial	25
II.3. Experiencias Exitosas en Producción más Limpia Reportadas en la Literatura	28
III. METODOLOGÍA.....	36
III.1. Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa.....	36
III.2. Análisis de la Información	39
III.3. Identificación y Jerarquización de Alternativas de Prevención y Control. Formulación de Propuestas Técnicas.....	40
III.4. Estudio de Factibilidad y Viabilidad Económica de las Propuestas Técnicas.....	40
III.5. Diseño del Plan de Acción de la Propuesta.....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
IV.1. Aspecto Tecnológico.....	43
IV.1.1. Elaboración de Mantequilla	45
IV.1.2. Elaboración de Quesos.....	60
IV.2. Aspecto Organizacional	76
IV.3. Aspecto Económico.....	85

V.	PROPUESTAS PARA LA INCORPORACIÓN DE LA VARIABLE AMBIENTAL EN LA GESTIÓN EMPRESARIAL	87
V.1.	Formulación de las Propuestas	88
V.1.1.	Propuestas Operativas para el Área de Producción de Mantequilla	89
V.1.2.	Propuestas Operativas para el Área de Producción de Quesos Frescos y Madurados.....	90
V.1.3.	Propuestas Operativas para Ambas Áreas	90
V.1.4.	Propuestas a Nivel Organizacional	91
V.2.	Beneficios de la Implementación de las Propuestas.....	96
V.3.	Plan de Acción.....	99
VI.	CONCLUSIONES.....	106
VI.1.	Situación Actual de la Empresa.....	106
VI.1.1.	Aspecto Tecnológico	106
VI.1.2.	Aspecto Organizacional	107
VI.1.3.	Aspecto Económico	108
VI.2.	Propuestas.....	108
VII.	RECOMENDACIONES.....	110
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	111
IX.	ANEXOS	115
IX.1.	Anexo A. Planilla de recolección de datos relacionados con el consumo de materia prima, insumos y generación de desperdicios.....	116
IX.2.	Anexo B. Planilla de recopilación de datos para determinar caudal de mangueras, válvulas y compuertas	117
IX.3.	Anexo C. Instrumento de recopilación de datos concernientes a los equipos.....	118
IX.4.	Anexo D. Planilla de recolección de datos referentes al personal operativo.....	119

IX.5. Anexo E. Tabla de Chequeo según las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para el Consumo Humano	120
IX.6. Anexo F. Instrumento para aplicación de encuesta a personal supervisorio y directivo	126
IX.7. Anexo G. Reseña Histórica de una Industria de Derivados Lácteos	127
IX.8. Anexo H. Cálculos Tipos	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema del proceso productivo de la mantequilla.	10
Figura 2.	Esquema del proceso productivo del queso	14
Figura 3.	Esquema triangular para el análisis de los criterios ambientales internos y factores del entorno local e internacional.....	28
Figura 4.	Diagrama de flujo para la elaboración de mantequilla de una industria de derivados lácteos.....	46
Figura 5.	Flujograma de desechos para la elaboración de mantequilla	51
Figura 6.	Balance global del proceso de elaboración de mantequilla.....	52
Figura 7.	Antigüedad de los equipos de producción de mantequilla.....	59
Figura 8.	Diagrama de flujo general para la elaboración de quesos frescos y madurados de una industria de derivados lácteos	61
Figura 9.	Flujograma de desechos para la elaboración de quesos frescos y madurados	66
Figura 10.	Balance global del proceso de elaboración de quesos frescos y madurados	68
Figura 11.	Antigüedad de los equipos de elaboración de quesos	75
Figura 12.	Organigrama de una industria de derivados lácteos.....	77
Figura 13.	Evolución de la empresa.....	78
Figura 14.	Nivel de instrucción en la empresa.....	80
Figura 15.	Tiempo laborando en la empresa.....	81
Figura 16.	Capacitación en servicio en la empresa.....	81
Figura 17.	Propuesta de organigrama estructural y funcional	92
Figura 18.	Modelo de registro para las actividades de producción en el área de mantequilla y quesos frescos y madurados	94
Figura 19.	Cronograma tentativo para el desarrollo del plan de acción	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Procesos generadores y desperdicios asociados en la elaboración de mantequilla	10
Tabla 2. Procesos generadores y desperdicios asociados en la elaboración de quesos	15
Tabla 3. Comparación entre prácticas correctas e incorrectas de las Buenas Prácticas de Fabricación	19
Tabla 4. Experiencias Exitosas en Producción más Limpia	29
Tabla 5. Clasificación de las estrategias aplicadas en las experiencias reportadas con base en los criterios de Producción más Limpia	32
Tabla 6. Beneficios por m ³ de leche procesada para las empresas ubicadas en Latinoamérica	33
Tabla 7. Desperdicios generados en el proceso de elaboración de mantequilla	48
Tabla 8. Resultados de las descargas para las etapas del proceso de elaboración de mantequilla	54
Tabla 9. Comparación de valores en etapas comunes de la elaboración de mantequilla	56
Tabla 10. Desperdicios generados en el proceso de elaboración de quesos frescos y madurados	63
Tabla 11. Resultados de las descargas para las etapas del proceso de elaboración de quesos frescos y madurados	70
Tabla 12. Comparación de valores en etapas comunes de la elaboración de quesos	73
Tabla 13. Beneficios estimados de la implementación de propuestas operativas	96
Tabla 14. Beneficios estimados de la implementación de propuestas organizacionales	98
Tabla 15. Etapa de sensibilización y capacitación del plan de acción	100
Tabla 16. Etapa de adecuación de equipos del plan de acción	103

Tabla 17. Etapa de instrumentación del plan de acción	103
Tabla 18. Indicadores para el monitoreo y evaluación del plan	105
Tabla 19. Productos elaborados en la empresa objeto del estudio	130

I. INTRODUCCIÓN

El sector agroalimentario presenta dos facetas bien diferenciadas. En primer lugar está la producción de alimentos libres de transformación, y por el otro, la industria agroalimentaria que involucra importantes procesos de transformación y un alto valor agregado. Ambas actividades, productiva y transformadora, constituyen uno de los eslabones más importantes de la cadena alimenticia.

La industria láctea forma parte importante de este sector, ya que la leche y sus derivados constituyen un elemento básico e importante en la alimentación del ser humano, principalmente en sus primeros años de vida. Por ser la leche un producto perecedero, requiere de un procesamiento para obtener un alimento más estable y apto para un prolongado período de conservación y almacenamiento.

Los productos que más se comercializan internacionalmente son leche en polvo (entera y descremada), quesos y mantequilla. En el caso de los quesos, los precios internacionales están estimulando una mayor producción y exportación de los mismos. Además, la preocupación de los consumidores por el efecto de las grasas contenidas en la leche ha impulsado no sólo el consumo de la leche descremada sino de otros derivados lácteos bajos en calorías. ⁽²¹⁾

En el circuito lácteo dominan dos sectores: los productores de leche cruda y la industria procesadora, que a su vez está formada por tres subsectores: las industrias que procesan la leche líquida pasteurizada y ultrapasteurizada, las que elaboran leche en polvo y las que producen queso. Sin embargo, el circuito lácteo es más complejo, ya que la leche y sus derivados primarios constituyen parte de la materia prima para otras industrias. ⁽¹⁸⁾

Los mayores desafíos en el sector lácteo 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 de productos lácteos (Unión Europea, Nueva Zelanda y Australia).⁽²¹⁾ Desafortunadamente, aunque la producción de bienes agrícolas ha sufrido grandes cambios en los últimos años para incrementar la productividad, no se tomaron en cuenta los serios problemas ambientales y ecológicos asociados a la manufactura y a la explotación de los recursos naturales requeridos como materia prima e insumos. Por lo que en la actualidad, para lograr una mayor competitividad en el mercado y responder a la preocupación mundial por el ambiente, las industrias deben realizar cambios que involucren la eficiencia y rendimiento de materia prima e insumos durante el proceso.

Durante la producción de derivados lácteos se generan descargas líquidas, sólidas y gaseosas. Las emisiones líquidas se caracterizan por su contenido de aceites y grasas, materia orgánica expresada en términos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), y sólidos suspendidos que provienen de las aguas de proceso, de enfriamiento, de lavado, pérdidas de materia prima, etc. Los residuos sólidos generados (productos vencidos, maderas, papeles, plásticos utilizados en envasado de materias primas y producto terminado), son en la mayoría de los casos reciclados hacia otros sectores industriales; mientras que los lodos generados en la planta de tratamiento, los cuales contienen una mayor carga orgánica, son dispuestos en vertederos o reutilizados como abono. Finalmente las emisiones gaseosas se originan en las calderas, y por el polvo generado en los procesos de formulación y secado de leche y suero, y está constituido principalmente por material particulado.⁽⁸⁾

El impacto ambiental de la industria de derivados lácteos está concentrado 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 dependerá 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 quesos y mantequilla. En la fabricación de quesos existen cantidades considerables de suero, que de no ser usados, se convierten en la mayor carga contaminante de las aguas residuales de las plantas de productos lácteos. En la elaboración de mantequilla, aparecen como residuos el suero de manteca y el agua de lavado de la mantequilla, lo que también da lugar a fuertes cargas contaminantes. Debido al impacto agresivo ocasionado por estos efluentes líquidos, los costos de tratamiento son tan elevados que para la mayoría de estas empresas, la inversión es insostenible.

Tradicionalmente, el manejo de los residuos se concentra en el diseño e implementación de plantas de tratamiento, práctica conocida como “al final del tubo”, que consiste en tratar los desperdicios luego de ser generados, para así disminuir el impacto ambiental ocasionado por la empresa. Estas plantas de tratamiento requieren de un gran costo de inversión, operación y mantenimiento. 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.

El otro enfoque busca disminuir y/o eliminar las descargas adoptando una estrategia preventiva que le permita a la empresa incrementar sus ganancias, entre ellos está la Producción más Limpia. La Producción más Limpia, es un enfoque preventivo que se ha ido imponiendo para reducir y/o eliminar los desperdicios que se formen en cada una de las etapas del proceso productivo de la industria. Este enfoque toma en cuenta: el producto final, las nuevas tecnologías disponibles, el uso eficiente de los recursos (materia prima e insumos), optimización de las tecnologías existentes y la seguridad en las operaciones. La incorporación de la variable ambiental en la

gestión empresarial conlleva a un mejor desempeño ambiental, lo que es indispensable para garantizar el éxito.

La Producción más Limpia puede tener aplicaciones en diferentes niveles de la industria, involucrando desde su misión hasta sus estrategias, sistemas, componentes, materiales y procesos. Para ello primero se requiere de un diagnóstico, seguido de una evaluación y finalmente una intervención, que consiste en la implementación de los cambios o modificaciones que cumplan con los principios de este enfoque. Para lograr estos objetivos se utilizan como herramientas distintos tipos de evaluaciones y auditorías, entre ellas: Evaluación del Impacto Ambiental, Evaluación de Ciclo de Vida, Evaluación de Tecnología Ambiental, Evaluación Química, Auditoría de Desechos, Auditoría de Energía, Auditoría de Riesgos y Auditoría Ambiental. Éstas son un medio básico y necesario para tomar decisiones eficientemente con respecto a las estrategias a implementar en la industria.

Los procesos de Producción más Limpia son diseñados para utilizar sólo materias renovables y reutilizables, conservar energía, agua y otros recursos. Al no emplear o elaborar compuestos químicos tóxicos se evita la generación de desperdicios tóxicos. Entonces, se logra una ventaja económica y ecológica sobre los métodos tradicionales de control ambiental.

Entre las ventajas económicas de la Producción más Limpia se tiene que la disposición sistemática de desperdicios y contaminantes disminuye los costos de producción, al aumentar la eficiencia del proceso y el desempeño de las operaciones, ya que se optimiza el consumo de recursos, siendo éste uno de los mayores incentivos para la empresa, y se mejora la calidad del producto. También disminuyen los costos de tratamiento final y de disposición, debido a que al prevenir la contaminación en la fuente se reduce el volumen de contaminantes a tratar. Todo esto hace que la empresa sea mucho más competitiva. La ventaja ambiental, es que soluciona el problema de los desperdicios en la fuente, reduciendo el impacto ambiental. Además,

se reduce el riesgo para los trabajadores, la comunidad, los consumidores del producto y futuras generaciones al preservar los recursos. Finalmente promueve el desarrollo sustentable que busca satisfacer las necesidades actuales sin dañar nuestro entorno, asegurando la conservación de los recursos disponibles. ⁽²³⁾

La empresa en estudio, Lactuario de Maracay, ubicada en Maracay (Edo. Aragua) posee una gran trayectoria en la elaboración de derivados lácteos que se inicia en el año 1908. Esta empresa, de capital totalmente nacional, cuenta con una gran variedad de productos lácteos que incluyen mantequilla, quesos frescos y fundidos, queso crema, yogurt, suero, cuajada, ricotta y crema para batir, siendo la mantequilla y los quesos frescos los productos que producen mayor cantidad de efluentes líquidos con un alto nivel contaminante. La mantequilla refrigerada y en latas representa aproximadamente el 64% de ingresos para la empresa por ventas de producto, los quesos frescos y madurados cerca del 9% y el 21% restante corresponde a los otros productos. Al final del ejercicio económico de la empresa, los quesos frescos y madurados representan 50% en productos terminados, la mantequilla cerca de un 30%, y el 20% restante a otros productos como yogurt, queso fundido, suero, leche en polvo. Tomando en cuenta la importancia económica de la mantequilla y el queso dentro de la empresa y que los efluentes líquidos generados durante su producción son los principales y mayores contaminantes, la investigación se centra en estos dos procesos productivos. Sin embargo, no se descarta considerar los demás procesos productivos de la empresa entre otros: queso fundido, queso crema y yogurt, ya que éstos pueden ser receptáculos potenciales de algunos o todos los desperdicios generados en los procesos de elaboración de mantequilla y queso.

Siendo ésta una industria que lleva en operación más de 90 años, es obvio que se han realizado cambios tecnológicos para aumentar la producción, manteniendo el nivel de calidad de los productos y así poder competir en el mercado nacional. Sin embargo, a pesar de estos cambios, la generación de efluentes no ha disminuido, al contrario ha aumentado con los años.

Por ello, este Trabajo Especial de Grado persigue proponer estrategias para la incorporación de la variable ambiental en una industria de derivados lácteos venezolana, con base en los principios de Producción más Limpia, que permitan no sólo la disminución de los efluentes originados en la elaboración de mantequilla y quesos, sino proponer mejoras o modificaciones en el proceso productivo para que sea más eficiente y provechoso, generando así mayores beneficios para la empresa y el ambiente.

Para desarrollar las propuestas de este Trabajo Especial de Grado, se realiza una evaluación de la situación actual del proceso productivo de mantequilla y queso de la empresa, en cuanto a su desempeño ambiental, haciendo hincapié en la eficiencia de cada etapa y la producción de descargas. A partir de ello, se analizan las causas e identifican las etapas del proceso productivo que generan mayor cantidad de desperdicios.

Para el análisis de las alternativas de prevención y control de las emisiones líquidas y sólidas, se utilizan como referencia los procedimientos agrupados en las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para el consumo humano, los principios de Producción más Limpia y la incorporación de la variable ambiental en la gestión empresarial. Se seleccionan las medidas de prevención factibles para disminuir la descarga de desperdicios y se proponen estrategias para llevar a cabo las medidas de prevención seleccionadas en la empresa.

II. MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se resumen los aspectos teóricos empleados en la elaboración del Trabajo Especial de Grado, iniciando con el impacto ambiental ocasionado por las industrias de derivados lácteos, mostrando en forma generalizada los procesos que generan desperdicios como lo son los procesos de elaboración de mantequilla y quesos, luego se presentan los enfoques y herramientas empleadas para disminuir el impacto ambiental, tanto correctivas como preventivas, haciendo hincapié en el enfoque preventivo. Finalmente se exponen algunos casos exitosos de implementación de Producción más Limpia en empresas de derivados lácteos, realizándose un análisis de las estrategias utilizadas y los beneficios generados por las mismas. Dicho análisis permite encaminar los cambios o modificaciones que se proponen junto con los resultados obtenidos durante la investigación en la empresa.

II.1. Impacto Ambiental Originado por la Elaboración de Algunos Derivados Lácteos

Las plantas de procesamiento de lácteos transforman la leche en mantequilla, queso, yogurt y otros derivados lácteos. Estas plantas reciben un suministro continuo de leche durante todo el año, por lo que se puede esperar un flujo permanente de aguas residuales. ⁽²⁾

Las aguas residuales producidas por las plantas de procesamiento lácteo se originan en el lavado de los camiones tanque, recipientes, tuberías, bombas, aparatos y otros equipos de producción, así como a través de la limpieza de las habitaciones y patios. La leche tiene una $DBO_{5,20}$ de aproximadamente 100.000 a 120.000 mg de O_2/l , mientras que el suero tiene una $DBO_{5,20}$ de unos 30.000 a 36.000 mg de O_2/l .

Por cada 1.000 litros de leche producidos se genera entre 0,5 y 3 m³ de aguas residuales con una DBO_{5,20} entre 0,3 y 4 kg. ⁽²⁾

En la elaboración de mantequilla en promedio se generan 4,9 kg desperdicio/kg leche procesada, con una DBO_{5,20} aproximada de 5,2 kg DBO/1.000 kg leche procesada. Los principales desperdicios generados son: leche descremada, suero de leche, derrames y pérdidas de producto, jabones o detergentes y agua empleados en las actividades de limpieza. ⁽¹²⁾

El proceso de elaboración de mantequilla se inicia con la recepción de la leche cruda, ésta pasa al separador centrífugo donde es sometida a fuerzas centrífugas para realizar el desnatado de la leche y obtener crema (materia prima), leche descremada e impurezas sólidas. Este equipo opera de forma continua y durante su operación puede haber pérdidas de leche, además de las impurezas sólidas cuya cantidad dependerá de la calidad de la leche. ^(7, 27)

La crema se pasteuriza a una temperatura entre 90 – 95°C por 30 seg aproximadamente para destruir los microorganismos patógenos presentes, algunas enzimas indeseables y evitar la recontaminación del producto, logrando un alimento más seguro, de mejor calidad y mayor tiempo de conservación. ^(6, 27) Durante el tratamiento térmico no se generan desperdicios, a no ser que existan fugas en el equipo o en el sistema de tuberías que lo conforman. Sin embargo, en la puesta en marcha y en el apagado del equipo se descargan residuos de crema.

La crema pasteurizada se inocula con fermentos lácticos para aumentar la cantidad de bacterias lácticas en la crema, logrando una adecuada acidificación que favorece el batido y aromatización de la misma. ⁽¹⁾ Sin embargo, con el control de las características biológicas y físicas se puede obtener un aroma característico de la mantequilla sin someter la crema a una maduración con determinados fermentos

lácticos o fermentos del aroma. Por esta razón esta etapa no es obligatoria para la elaboración de la mantequilla, dependiendo en gran parte del criterio de la empresa.

La crema se bate para romper las membranas alrededor de las gotas o glóbulos de grasa hasta que los glóbulos coalescen produciendo granos de mantequilla. ⁽¹³⁾ Es en esta etapa donde se obtiene una emulsión de agua en grasa (mantequilla). Luego se realiza el desuerado al expulsar la fracción líquida (suero de mantequilla) que constituye uno de los principales efluentes durante el proceso, en cuanto a su volumen. Al finalizar el desuerado se realiza el lavado de los granos de mantequilla con agua fría, para eliminar las materias nutritivas solubles que pueden alimentar a los microorganismos. Este lavado puede suprimirse cuando se tratan cremas pasteurizadas en mantequeras estériles. También, se producen grandes volúmenes de efluentes formados por el agua de lavado y residuos de suero (suero de mantequilla diluído). ⁽¹⁾

Finalizada la evacuación del agua de lavado de los granos se realiza el amasado de los mismos, homogeneizando la masa, uniendo los granos entre sí y dispersando muy finamente la parte acuosa. En esta etapa, dependiendo del tipo de mantequilla a elaborar, se agrega sal a la masa. Para concluir se realiza el envasado del producto originándose desperdicios sólidos constituidos por el material de empaque utilizado (cartón, plástico, papel, etc.).

Adicionalmente se generan enormes volúmenes de efluentes al realizar el lavado de cada uno de los equipos empleando diversos productos químicos. Entre los efluentes aquellos que contienen residuos de leche, crema y mantequilla son los de mayor carga contaminante a pesar de tener un menor volumen.

En la Figura 1 se muestra el esquema del proceso productivo de la mantequilla y en la Tabla 1 se resumen los principales desperdicios producidos, especificando el proceso y actividad que los produce, reportados en las referencias consultadas. ⁽¹²⁾

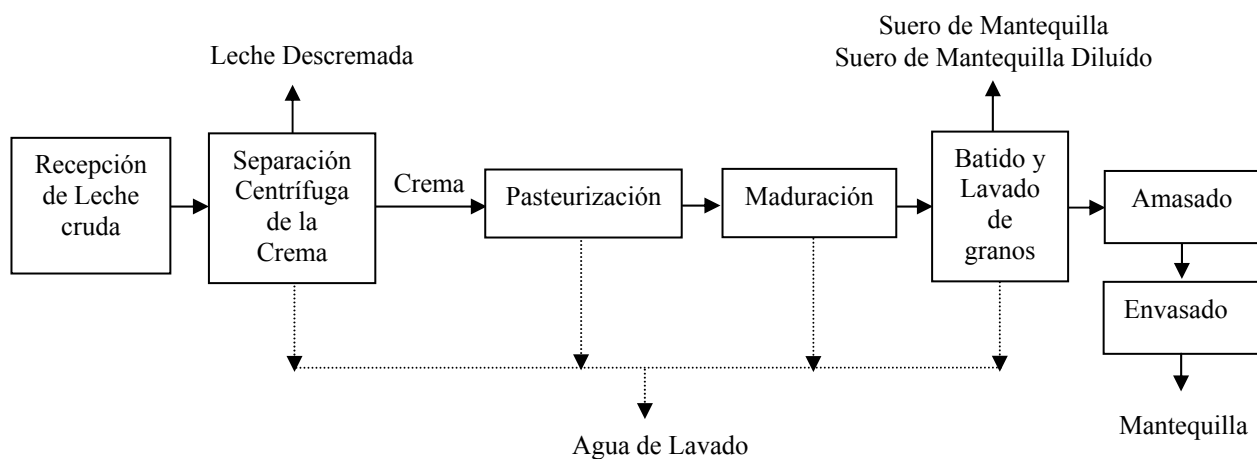


Figura 1. Esquema del proceso productivo de la mantequilla.

Tabla 1. Procesos generadores y desperdicios asociados en la elaboración de mantequilla

Proceso en planta	Actividad generadora de desperdicios	Tipos de desperdicios asociados	Desperdicios generados (kg desperdicio/kg leche procesada)	Poder contaminante (kg DBO/1.000 kg leche procesada)
Recepción de Leche Cruda	Lavado de Cantinas y Carrotanques	1. Residuos de leche 2. Detergente 3. Desinfectante	0,125	0,20
Separación de Crema	Eliminación de Sedimento	1. Materia celular con alto contenido protéinico	0,015	0,08
Almacenamiento de Leche Descremada	Limpieza y desinfección de las tuberías y tanques de almacenamiento	1. Residuos de leche 2. Detergente 3. Desinfectante	0,10	0,15
Almacenaje de la Crema	Limpieza de las tuberías; desinfección y limpieza de los equipos	1. Residuos de crema 2. Detergentes 3. Desinfectantes	0,10	0,30
Pasteurización	Puesta en funcionamiento y apagado del equipo y limpieza de éste	1. Residuos de crema 2. Detergentes 3. Desinfectantes	0,5	0,80

Tabla 1. Procesos generadores y desperdicios asociados en la elaboración de mantequilla (Continuación)

Proceso en planta	Actividad generadora de desperdicios	Tipos de desperdicios asociados	Desperdicios generados (kg desperdicio/kg leche procesada)	Poder contaminante (kg DBO/1.000 kg leche procesada)
Estandarización del nivel de grasa de la crema	Limpieza del equipo	1. Aceite de mantequilla 2. Sólidos de leche	0,01	0,08
Batido de la Crema	Limpieza y desinfección de las tuberías y conductos	3. Grasa de mantequilla 4. Detergente 5. Desinfectante	0,10	0,20
Empacado	Pérdidas por empaque y limpieza del equipo de empacado	1. Grasa de mantequilla 2. Detergente 3. Desinfectante	0,10	0,10
Almacenaje y Distribución	Empaques dañados	1. Mantequilla 2. Grasa	0,01	0,05

Tomado de (12)

La preparación de queso ocasiona un promedio de 4,85 kg desperdicio/kg leche procesada con un valor de DBO de 1,46 kg DBO/1.000 kg leche procesada. La mayor y principal fuente de contaminación está relacionada con el proceso de elaboración de la cuajada, debido al suero (pH 4,5 a 4,7) que se genera en el mismo.
(12)

Los aditivos, temperatura de coagulación, contenido de materia grasa en la leche, tiempo de maduración y otras condiciones de operación del proceso varían dependiendo del tipo de queso a elaborar. De manera general, la elaboración de queso se inicia con la recepción de la leche cruda entera. Para alcanzar el contenido de materia grasa establecido para cada tipo de queso, es necesario en la mayoría de los casos mezclar la leche entera con leche descremada, que se obtiene mediante la utilización del separador centrífugo. Durante este proceso, al igual que en la

mantequilla, se obtiene crema pero en este caso el producto de interés es la leche descremada.

La leche descremada y entera se somete a un tratamiento térmico, conocido como pasteurización. El proceso se realiza a temperaturas relativamente bajas, la pasteurización H.T.S.T (High-Temperatura Short-Time) se usa a menudo y la temperatura es de 72 – 75°C durante 16 seg, también se usa una temperatura de aproximadamente 60°C por 16 seg. Este tratamiento busca destruir los gérmenes patógenos y microorganismos indeseables, obtener una mayor durabilidad y conservación e incrementar la calidad y rendimiento.⁽¹⁵⁾

La leche pasteurizada se madura agregando cultivos lácticos o bacterianos para lograr la acidificación mediante la producción de ácido láctico. Se realiza para disminuir el tiempo de coagulación de la leche, mejorar la expulsión de suero de la cuajada después de ser cortada, restringir el desarrollo de microorganismos contaminantes durante la fabricación y maduración del queso y mejorar la calidad del mismo.^(15, 25)

Después se realiza la coagulación para formar la cuajada, proceso atribuido a la desestabilización de las micelas de caseína y puede ser provocada por acción de ácidos o enzimas. Se efectúa en presencia de calor que puede ser aplicado en forma directa o indirecta y es función de la concentración de sólidos presentes en la leche, la temperatura y del tiempo de calentamiento.⁽¹⁰⁾

La cuajada formada por el proceso de coagulación se corta con liras horizontales y/o verticales para conseguir mayor superficie libre, incrementando así la superficie de la cuajada formando granos de caseína, facilitar la efectiva evacuación del suero y determinar el contenido final de humedad del queso. El grano de caseína se calienta de manera directa o a través de una chaqueta de vapor para conferirle una mayor consistencia y contracción, eliminando mayor cantidad de suero. Esta etapa

también influye en la textura de la cuajada, en la humedad final del queso y elimina microorganismos esporulados presentes en la cuajada. ⁽²⁵⁾

Luego se realiza el desuerado que logra la separación del suero y unir y concentrar la cuajada. Es en esta etapa donde se producen grandes volúmenes de efluentes (suero). La cuajada se deposita directamente en los moldes perforados o se deja en el fondo de la tina para que acidifique. El moldeado permite la acumulación de ácido láctico, controlar la humedad y establecer las propiedades químicas y constituyentes microbiológicos para la maduración. Durante el moldeado se originan efluentes líquidos y residuos de cuajada. La cuajada se prensa por la presión que ejerce su propia masa (autoprensado) o por la aplicación de una fuerza externa, lográndose que la masa se endurezca y desuere más, brindándole su forma característica y textura compacta. ^(15, 25) La cantidad de suero generado en el prensado es poco y a veces casi insignificante al ser comparado con el resto originado durante el proceso.

El salado de la masa del queso detiene la fermentación láctica cuando ha alcanzado el punto óptimo, reduce el contenido de humedad al eliminarse más suero, favorece la formación de la corteza, regula la textura y cuerpo del queso y asegura una mejor conservación al suprimir el desarrollo de microorganismos esporulados. La etapa de salado se muestra en la Figura 2, después del prensado, sin embargo el salado puede efectuarse en momentos diferentes por cuatro (4) métodos: adición de sal a la leche, adición de sal a la cuajada antes de colocarla en los moldes, salado seco de los quesos y salado de los quesos en salmuera. ⁽²⁵⁾

Finalmente, la maduración da a los microorganismos y enzimas presentes en la cuajada fresca la oportunidad de hidrolizar grasa, proteínas, lactosa y otros compuestos, para producir un cuerpo blando y elástico, desarrollar el sabor característico para cada tipo de queso, dar al queso la textura deseada en la masa y su aspecto típico exterior. ⁽¹⁵⁾

En la Figura 2 se muestra el diagrama del proceso productivo del queso y en la Tabla 2 se resumen los principales desperdicios generados, especificando el proceso y actividad que los produce, de acuerdo a las referencias consultadas. ⁽¹²⁾

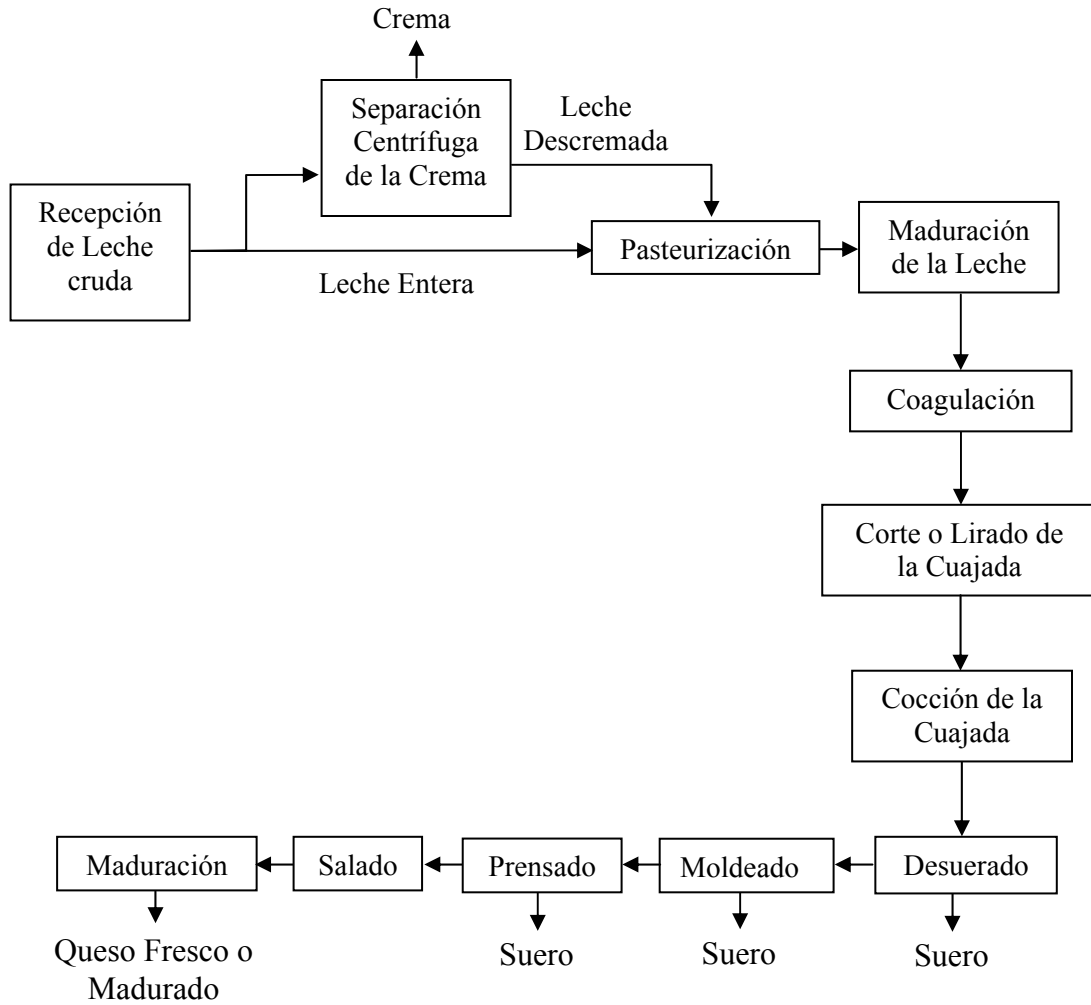


Figura 2. Esquema del proceso productivo del queso

Tabla 2. Procesos generadores y desperdicios asociados en la elaboración de quesos

Proceso en planta	Actividad generadora de desperdicios	Tipos de desperdicios asociados	Desperdicios generados (kg desperdicio/kg leche procesada)	Poder contaminante (kg DBO/1.000 kg leche procesada)
Separación de Leche Descremada	Limpieza y desinfección de tuberías	1. Residuos de leche descremada 2. Detergente 3. Desinfectante	0,01	0,08
Pasteurización	Encendido, apagado, limpieza y desinfección del equipo	1. Residuo de leche 2. Detergente 3. Desinfectante	0,50	0,70
Elaboración del iniciador o fermento	Limpieza y desinfección de tuberías, iniciador y tanques	1. Iniciador (pH 4,6) 2. Detergentes 3. Desinfectantes	0,10	0,30
Elaboración de Cuajada: Coagulación, Corte, cocinado y drenado de cuajada	Drenado del Suero	1. Suero 2. Partículas finas de cuajada	0,20	0,20
Lavado de la cuajada	Drenaje de agua de lavado	1. Suero disuelto 2. Partículas finas de cuajada	1,0	0,15
Maduración	Limpieza y desinfección del recipiente de la cuajada y del queso	1. Partículas de cuajada 2. Detergentes 3. Desinfectantes	0,5	0,1
Crema proveniente del producto pasteurizado almacenado	Limpieza de los tanques de almacenamiento y tuberías de crema	1. Residuos de crema 2. Detergentes 3. Desinfectantes	0,125	0,30
Cremado	Fallas en el equipo de llenado, llenado excesivo; limpieza y desinfección del equipo	1. Cuajada 2. Crema 3. Detergente 4. Desinfectante	0,10	0,30
Almacenaje y distribución	Empaques dañados y devoluciones de producto	1. Crema de requesón o cuajada	0,05	0,10

Tomado de (12)

II.2. Prevención de la Generación de Desperdicios

La industria agroalimentaria depende del medio ambiente para garantizar el suministro de materias primas y otros insumos, por ello el proceso de elaboración de grandes volúmenes de productos, tiene una repercusión considerable en el ambiente. Además, los efluentes líquidos particularmente de la industria de derivados lácteos, tienen cargas contaminantes orgánicas que de no prevenirse o controlarse adecuadamente afectarán negativa e irremediablemente el ecosistema.

Para lograr un control de los efluentes se requiere de una planta de tratamiento la cual debe remover los niveles contaminantes de $DBO_{5,20}$, aceites y grasas, sólidos suspendidos y corregir el pH del efluente. Para alcanzar los niveles permitidos de $DBO_{5,20}$, es necesario que el tratamiento incluya un pre-tratamiento que puede ser del tipo físico o físico-químico y un tratamiento biológico, donde este último tiene como propósito específico reducir los niveles de $DBO_{5,20}$ que es aportado por las proteínas, carbohidratos, azúcar, lactosa y detergentes.⁽¹²⁾

Uno de los tratamientos biológicos más comunes son los sistemas de lodos activados, que comprenden unidades de aeración, unidades de tratamiento secundario y equipos de aeración, además de lagunas de estabilización, lechos biopercoladores, biodiscos rotatorios y reactores anaerobios de flujo ascendente (UASB – RAFA).^(2, 17)

Sin importar los tipos de tratamientos empleados en la planta para remover los altos niveles contaminantes del efluente, la inversión necesaria para la construcción, operación y mantenimiento, son para la mayoría de estas empresas tan elevados, que la inversión es insostenible, ya que, al incrementarse la producción sin optimizar el proceso, la carga hidráulica y contaminante de los efluentes tienden a aumentar y por lo tanto los costos relacionados con el manejo y disposición de los efluentes también se elevan.

Sin embargo, implementando un programa estructurado de prevención de la contaminación, se minimiza la producción de desperdicios al optimizar el proceso, el consumo de recursos y por supuesto los costos de manejo y disposición de desperdicios. Según la experiencia reportada se puede lograr el incremento en las utilidades de la empresa en una planta promedio en más de 10%.⁽⁸⁾

Como estrategias preventivas pueden incluirse desde la incorporación de tecnologías que reduzcan la generación de desperdicios, hasta prácticas gerenciales que, en la medida que adoptan modelos organizacionales para lograr mayores ganancias, paralelamente reducen significativamente su impacto al ambiente.

La aplicación de las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para el consumo humano, como guía para su producción segura, el apoyo en los principios de Producción más Limpia, como metodología para la reducción de la generación de desperdicios por la vía de procesos más eficientes y la incorporación de la variable ambiental en la gestión empresarial como estrategia integral en los aspectos organizacionales, tecnológicos y económicos, pueden constituir herramientas valiosas para prevenir la generación de desperdicios e incrementar la efectividad en la industria en general y en la industria de derivados lácteos en particular.

A continuación se presentan las bases o criterios en los cuales se fundamentan las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte, la Producción más Limpia y la Incorporación de la Variable Ambiental.

II.2.1. Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte

En la industria alimenticia, durante la manipulación de materias primas y de alimentos derivados de ellas, pueden presentarse distintas situaciones, ya sea en forma accidental o por desconocimiento del manejo de los alimentos, que pueden alterar su calidad sanitaria o deteriorar el producto, favorecer la aparición de enfermedades, además de provocar daños económicos a la empresa. Ante estas circunstancias, es imprescindible establecer mecanismos de regulación y control referidos a la producción, conservación, distribución, abastecimiento y comercialización de los productos alimenticios, involucrando a todo el personal relacionado en su producción y comercialización, para lograr así la inocuidad de los alimentos.⁽¹⁹⁾

Las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para el Consumo Humano, son pautas concebidas para facilitar el funcionamiento ordinario de los centros de producción de alimentos y garantizar la fabricación en condiciones de seguridad. Estas normas están relacionadas con: La Edificación e Instalaciones, Equipos y Utensilios, Personal, Requisitos Higiénicos de la Producción, Aseguramiento de la Calidad Higiénica, Programa de Saneamiento y Almacenamiento y Transporte.⁽²⁴⁾

Estas prácticas van dirigidas a eliminar, prevenir o reducir a niveles aceptables los peligros de contaminación que puedan ocurrir durante el proceso de elaboración, envasado, almacenamiento y transporte de los alimentos. Los criterios en los que se basan estos procedimientos son:⁽¹⁹⁾

- ✓ Implementar prácticas y hábitos tendientes a evitar la presencia de microorganismos vivos causantes de enfermedades transmitidas por

alimentos como: bacterias, hongos, virus, parásitos y/o contaminantes químicos en los alimentos destinados a consumo.

- ✓ Mantener las características organolépticas (olor, sabor, textura) de los productos alimenticios y condiciones de frescura originales, desde su elaboración hasta el vencimiento.
- ✓ Evitar el contacto de los productos destinados a consumo con las posibles fuentes de contaminación.

La utilización correcta o incorrecta de las prácticas señaladas en las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de alimentos para el consumo humano puede ocasionar grandes riesgos o beneficios como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparación entre prácticas correctas e incorrectas de las Buenas Prácticas de Fabricación

Riesgos de prácticas incorrectas	Beneficios de prácticas correctas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aparición de brotes de intoxicación alimentaria. ✓ Pérdidas de mercaderías por alteración de productos y devolución de artículos alterados. ✓ Posibilidad de la aplicación de multas por parte de los organismos oficiales sanitarios de control. ✓ Pago de indemnizaciones a las víctimas de intoxicación alimentaria. ✓ Desprestigio laboral. ✓ Cierre del negocio. ✓ Pérdida de su empleo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seguridad de no perjudicar la salud del consumidor. ✓ Mejor rendimiento económico, por disminución de desperdicios. ✓ Satisfacción del cliente. ✓ Evitar inconvenientes de tipo legal, tanto con las autoridades sanitarias oficiales como con víctimas por malas prácticas de elaboración. ✓ Satisfacción personal y laboral. ✓ Aseguramiento de la continuidad de la actividad comercial y de la fuente laboral.

Tomado de (19)

La aplicación de las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de alimentos para el consumo humano dentro de una empresa, reduce significativamente el riesgo de originar infecciones e intoxicaciones alimentarias al consumidor y reduce las posibilidades de pérdidas de producto, al mantener un control preciso, continuo y efectivo sobre las diferentes edificaciones, equipos, proceso productivo, insumos y personal.⁽²⁸⁾ Además, favorece la implementación de planes de prevención de riesgos y/o descargas, donde es necesario la incorporación y concienciación de todos los empleados de la empresa.

II.2.2. Producción más Limpia

La producción de bienes y servicios tiene asociado a su proceso productivo la generación simultánea de desperdicios que causan diversos daños ambientales. Esta producción de desperdicios origina impactos económicos importantes asociados a los costos de tratamiento y disposición final de éstos, además de representar un costo adicional del proceso productivo, ya que la producción de desperdicios puede ser considerada como una pérdida del proceso y un mal aprovechamiento de los insumos.

El costo de los desperdicios y de las emisiones, además de los impactos negativos sobre la salud y sobre el medio ambiente, pueden evitarse desde el comienzo mediante la aplicación de los principios de Producción más Limpia.

La Producción más Limpia es un enfoque hacia la gestión ambiental que ofrece muchos beneficios económicos y ambientales a la industria, al reducir la generación de contaminantes en todas las etapas del proceso de producción, con el fin de minimizar o eliminar los desperdicios que necesitan ser tratados al final del mismo. Contempla el uso de nuevas tecnologías más limpias, mejor y mayor aprovechamiento de la materia prima e insumos, capacitación del personal, entre otros. También, incluye la conservación de las materias primas y la energía, la eliminación de las materias primas tóxicas y la reducción de la cantidad y de la

toxicidad de todas las emisiones y desperdicios antes de ser eliminados de un proceso.

La Producción más Limpia hace referencia a una mentalidad que enfatiza la producción de bienes y servicios con el mínimo impacto ambiental, ya que reconoce que la producción no puede ser absolutamente limpia, siempre habrá desperdicios de algún tipo. Considera las oportunidades de prevención de la contaminación antes de recurrir a medidas que a la larga generan costos de producción más altos y una menor protección del ambiente. Además, contempla el control ambiental y la seguridad laboral como parte del proceso productivo, resultando en una gestión productiva más eficiente y en una vinculación entre desarrollo económico y la protección al medio ambiente.⁽⁹⁾

El principio básico de la Producción más Limpia es aumentar la eficiencia global del proceso, manteniendo o mejorando la calidad e inocuidad del producto, previniendo las pérdidas energéticas y de materiales.⁽⁹⁾ El uso más eficiente de los materiales y la optimización de los procesos dan como resultado menos desperdicios y costos operativos más bajos. La meta es lograr un nivel más bajo de contaminación y de riesgos ambientales. En la mayoría de los casos, la Producción más Limpia tiene una ventaja tanto económica como ecológica sobre los métodos tradicionales de control ambiental.

La ventaja económica es que, mediante la prevención de la contaminación en la fuente, se reducen los costos de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desperdicios, se logra una utilización más eficiente de los recursos, aumenta la eficiencia del proceso y mejora la calidad del producto y a largo plazo, la fabricación y procesamiento de productos se transforma en un proceso más rentable. De esta forma la Producción más Limpia es, con frecuencia una buena propuesta de negocios, ya que con el incremento en la eficiencia de la producción, la eliminación de las descargas accidentales y de operación, y la reducción de los costos no

productivos que implican el tratamiento y los desperdicios, los costos operativos son más bajos.

La ventaja ambiental es que soluciona el problema de los desperdicios en la fuente y se reduce el riesgo para los trabajadores, la comunidad, los consumidores de productos y futuras generaciones. Además promueve el desarrollo sustentable que busca satisfacer las necesidades actuales sin dañar nuestro entorno, asegurando la conservación de los recursos disponibles.

Para aplicar el concepto de Producción más Limpia, se necesita de nueva tecnología, optimización de la tecnología existente, cambios de materias primas y/o insumos, y un cambio en la actitud de las personas que laboran en la planta. El factor humano es en gran medida, la razón de la lenta aceptación de este concepto, ya que muchas veces, los cambios propuestos no son bien recibidos por los gerentes y trabajadores. La experiencia a nivel mundial indica que el mayor obstáculo es la tendencia humana al “conservadurismo” y poca motivación. La falta de conciencia y de información sobre las opciones y la carencia de nuevas tecnologías apropiadas, también son razones contribuyentes.

La Producción más Limpia ataca al problema en diferentes niveles y de manera simultánea, la introducción de un programa en el nivel planta/industria requiere del compromiso de la alta gerencia y de un enfoque sistemático de reducción de desperdicios en todos los aspectos del proceso de producción. La experiencia de los Estados Unidos es que aproximadamente la mitad de la contaminación generada a nivel nacional podría evitarse con mejoras en las prácticas de operación y simples cambios de proceso.⁽²³⁾

Puede lograrse una Producción más Limpia mediante la implementación de las siguientes medidas:⁽²³⁾

✓ **Buen mantenimiento:** Incluye medidas de procedimiento, administrativas o institucionales que puede utilizar la compañía para minimizar desperdicios. Muchas de éstas se utilizan, en gran parte, para mejorar la eficiencia y como buenas prácticas de manejo. A menudo pueden instrumentarse buenas prácticas de mantenimiento a bajo costo. Estas prácticas pueden ser aplicadas en todas las áreas de la planta, incluyendo producción, operaciones de mantenimiento y en el almacén de la materia prima y almacenaje de productos. Las buenas prácticas de operación incluyen lo siguiente:

- Prácticas de la gerencia y el personal: Incluyen capacitación para los trabajadores, incentivos, bonos y otros programas que estimulen a que los empleados procuren de manera consciente reducir desperdicios.
- Prácticas de manejo del material y de inventario: Incluyen programas para reducir la pérdida de insumos que se dan por manejo inadecuado, materiales caducos de vida corta y buenas condiciones de almacenaje.
- Prevención de pérdidas: Minimiza las pérdidas al evitar que haya fugas en el equipo y derrames.
- Separación de desperdicios: Reducen el volumen de los mismos al prevenir su mezcla con los que no lo son.
- Prácticas de contabilidad de costos: Incluyen programas para atribuir los costos de tratamiento de desperdicios y de disposición directamente al departamento o a los grupos que los generan, en vez de cargar estos costos a las cuentas generales de la compañía. Al hacerlo, los departamentos o los grupos que generan desperdicios se vuelven más conscientes de los efectos de sus prácticas de tratamiento y disposición y tienen un incentivo financiero para minimizarlos. Es también, en esta etapa, donde se considera la eficiencia energética del proceso y de las operaciones generales de la planta.

- Programación de la producción: La frecuencia de limpieza del equipo y los desperdicios resultantes pueden reducirse al tener un horario apropiado en las corridas de producción por lotes.
- ✓ **Cambio tecnológico:** Están orientados hacia las modificaciones de proceso y equipo para reducir desperdicios, principalmente en una línea de producción. Los cambios tecnológicos pueden variar de las modificaciones menores, las cuales pueden instalarse en cuestión de días y a un bajo costo, a la sustitución de procesos, lo cual requiere de un gasto de capital más grande. Éstos incluyen lo siguiente:
- Cambios en el proceso de producción.
 - Disposición del equipo o cambios en las tuberías.
 - Uso de automatización.
 - Cambios en las condiciones de procesamiento: tales como la cantidad de flujo, temperaturas, presiones y tiempo de residencia.
- ✓ **Cambio en los insumos:** La Producción más Limpia se logra realizando cambios de insumos, reduciendo o eliminando los materiales peligrosos que ingresan en el proceso de producción. Además, pueden realizarse los cambios de insumos para evitar la generación de desperdicios peligrosos dentro de los procesos de producción. Los cambios de insumos incluyen:
- Purificación del material.
 - Sustitución del material.
- ✓ **Cambios en el producto:** Los cambios en producto se realizan por el fabricante del mismo con la intención de reducir los desperdicios que se den como resultado de la utilización de un producto. Los cambios en producto incluyen:
- Sustitución del producto.
 - Conservación del producto.

- Cambios en la composición del producto.
- ✓ **Reutilización en el sitio:** El reciclaje y/o la reutilización involucra el regreso del material de desecho, ya sea al proceso de origen como insumo sustituto o para otro proceso como insumo. El reciclaje de desperdicios fuera del proceso de producción, no se considera parte de la Producción más Limpia, a pesar de que dichos procesos siguen siendo necesarios para lograr un bajo impacto ambiental.

Después de que se hayan generado las opciones, debe hacerse una selección inicial, considerando: disponibilidad, qué tan adecuada es la opción seleccionada, los efectos ambientales y la viabilidad económica.

II.2.3. Incorporación de la Variable Ambiental en la Gestión Empresarial

Tradicionalmente la gestión empresarial considera sólo aspectos económicos, tecnológicos y organizacionales, pero a medida que el tema ambiental ha ocupado un lugar importante en la preocupación social a nivel mundial debido a los grandes daños ocasionados al mismo y por el aminoramiento de los recursos necesarios para la producción de bienes y servicios, la gestión empresarial ha comenzado a considerar el aspecto ambiental para mermar el daño generado y lograr un desarrollo sustentable.

La incorporación de la variable ambiental en la gestión empresarial surge como una respuesta a la creciente preocupación ambiental de las empresas, ya que se logra la reducción de los desperdicios, optimización de los recursos, agilización de los procesos productivos, reducción de costos, mejoramiento en la calidad de los productos terminados y una empresa más competitiva. Sin embargo, el proceso es lento y su evolución depende de diversos factores como el entorno local (Regulación

ambiental, Comunidad circundante, Asociaciones empresariales y Clientes locales) y el entorno internacional (Regulaciones estándares internacionales, Clientes internacionales y la Casa matriz), los cuales pueden ser vistos como incentivos a la hora de promover la incorporación de la variable ambiental para mejorar el desempeño ambiental de la empresa.

Los diferentes aspectos de la gestión empresarial inciden independientemente en el desempeño ambiental de la empresa. No obstante, para conseguir la incorporación efectiva de la variable ambiental en la gestión empresarial, estos aspectos deben interrelacionarse unos con otros, ya que el desempeño ambiental de la empresa siempre será el resultado de la correlación o integración de los elementos organizacionales, tecnológicos y económicos de la empresa, así como dependiente del entorno local e internacional.

En el análisis del aspecto organizacional se contempla el nivel de preparación y entrenamiento del personal, el nivel de adopción e implementación de principios de Responsabilidad Integral, la existencia de unidades de manejo de asuntos ambientales e higiene y seguridad industrial. El aspecto tecnológico toma en cuenta el tipo de proceso productivo, las escalas de producción y tipos de productos, el potencial de riesgo y la madurez de la tecnología, la actualización de los equipos productivos, la existencia de sistemas de control de descargas y acciones dirigidas a la prevención de desperdicios. Finalmente el aspecto económico considera el tamaño de la firma, la facilidad de acceso a financiamientos para proyectos en el área ambiental y la capacidad de realizar inversiones que se traduzcan en menores riesgos e impactos ambientales, siendo este último uno de los primordiales indicadores de la influencia del aspecto económico en el desempeño ambiental de la empresa.⁽²⁰⁾

Si en el análisis de cada uno de los aspectos mencionados anteriormente, se consideran como elementos independientes se podría generar alguna de las siguientes situaciones:

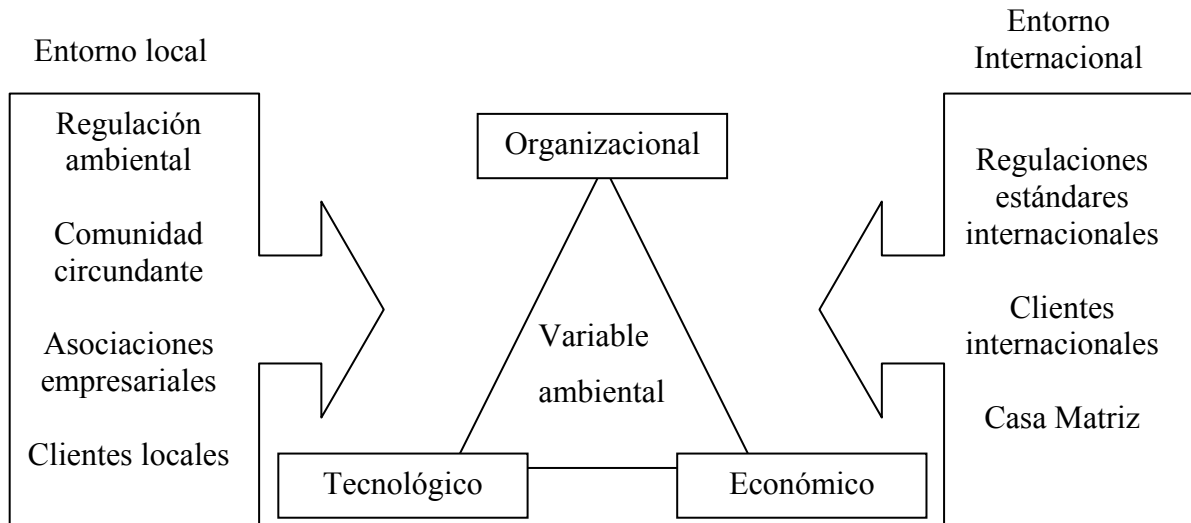
- ✓ Contar con los equipos y tecnología novedosos, pero el personal operativo no está entrenado o capacitado para su manejo, en consecuencia posiblemente se generará la misma cantidad de desperdicios que con el equipo anterior.
- ✓ Incorporar a la empresa un departamento relacionado con la gestión ambiental pero no contar con los recursos financieros y tecnología necesaria. De este modo, no se podrán obtener los resultados buscados.
- ✓ Disponer de los recursos financieros, pero al no existir soporte organizacional (personal capacitado), no se conseguirán los beneficios ambientales y económicos del proceso de incorporación de la variable ambiental.

Es por ello, que para llevar a cabo con éxito la incorporación ambiental y obtener los beneficios de la misma, es importante la compenetración de los diferentes aspectos de la gestión empresarial.

A pesar de existir una estrecha interrelación entre cada uno de los aspectos, el factor económico es el mayor obstáculo y/o incentivo para la implementación de cambios y medidas dentro de la empresa para disminuir el impacto ambiental ocasionado. Si la implementación de estas propuestas requiere de una gran inversión y la misma no genera un ahorro que lo justifique, entonces la propuesta es desechada. No obstante, como se mencionó anteriormente, que el factor económico sea resuelto y no represente un problema para la aplicación de las medidas, no asegura el éxito del proceso de incorporación.

Un esquema triangular presentado en la Figura 3, refleja la relación entre los aspectos de la gestión empresarial incluyendo la variable ambiental y los entornos que lo afectan y, permite realizar el análisis, tomando como eje principal cada

elemento y estimar el grado de incorporación de la variable ambiental, considerando la influencia que ejercen el entorno local e internacional. ⁽²⁰⁾



Tomado de (20)

Figura 3. Esquema triangular para el análisis de los criterios ambientales internos y factores del entorno local e internacional.

II.3. Experiencias Exitosas en Producción más Limpia Reportadas en la Literatura

Se han reportado casos en la industria de alimentos, específicamente en el sector lácteo, donde la implementación de los criterios de Producción más Limpia, ha generado una variedad de beneficios económicos y ambientales los cuales se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Experiencias Exitosas en Producción más Limpia

Empresa	Descargas generadas	Estrategias aplicadas	Beneficios
CAMOAPAN (2001) ⁽³⁾ Chontales – Nicaragua Procesa en promedio 11.000 litros leche/día en verano y 17.000 litros leche/día en invierno. Producción: Queso criollo, queso crema, queso ahumado y quesillo (representa 52,5 % de la producción mensual).	Efluentes líquidos con altas cargas orgánicas y pequeñas cantidades de desechos sólidos (cuajada).	Previas: Planta de tratamiento de aguas residuales, sistema de recolección de suero de 2.500 litros de capacidad y rejillas para la recolección de cuajada. Identificación de los puntos clave para el ahorro de insumos (materia prima, agua y energía). Optimización consumo de agua y materia prima: Inversión \$ 6.379. No se especifican los cambios realizados. Optimización consumo de energía: Inversión \$ 9.750. No se especifican los cambios realizados.	Reducción pérdidas de leche: 58,5 m ³ /año. Reducción carga orgánica en el efluente. Reducción consumo de agua: 3.556 m ³ /año. Ahorro en materia prima y agua: 18.323 \$/año. Reducción consumo de energía: Ahorro 56.893 kg/año de CO ₂ y 5.775 \$/año.
IPILCRUZ S.A (2001) ⁽⁵⁾ La Paz – Bolivia Procesa en promedio 120.000 litros leche/día. Producción: Leche fluida, leche saborizada, leche en polvo, leche condensada, leche evaporada, crema de leche, dulce de leche, mantequilla, yogurt bebible y frutado.	Efluentes líquidos con altas cargas orgánicas.	Incorporación del personal. Optimización consumo de agua: – Reducción del tiempo de lavado de cisternas. – Cambio de válvulas de provisión de aguas a mangueras, por otras de menor diámetro. – Reparación de los flotadores de la lavadora de cajas. Recuperación mermas de leche para alimento de animales: – Recolección en tanque de productos devueltos y primer agua de lavado de tanques de proceso: Inversión \$ 490. Recuperación mermas de productos terminados (mantequilla y leche condensada) para reprocesamiento.	Reducción consumo de agua: 16.700 m ³ /año (7,4%). Ahorro 2.950 \$/año. Reducción consumo de desinfectante (hipoclorito de calcio): 102 kg/año (62,5%). Ahorro 250 \$/año. Reducción carga contaminante del efluente: 25.800 kg DBO/año (35%). Recuperación mermas para alimento de animales: 153.000 litros leche/año. Ingresos 8.000 \$/año. Recuperación mermas para reprocesamiento: 35.200 litros leche/año. Ahorro 3.300 \$/año. Reducción contenido de materia grasa del efluente final: 53%.
PIL ANDINA S.A (2000) ⁽⁴⁾ La Paz – Bolivia Procesa en promedio 123.000 litros leche/día. Producción: Leche pasteurizada natural y saborizada, leche en polvo, yogurt, crema de leche, mantequilla y dulce de leche.	Efluentes líquidos y lodos formados por una mezcla de leche, sólidos y agua.	Reemplazo clarificadora por una nueva: Inversión \$ 163.000.	Operación más eficiente. Reducción pérdidas de leche: 138.000 litros leche/año (75%), ahorro 33.100 \$/año. Reducción consumo de agua: Ahorro de 4.000 m ³ /año y \$ 1.000. Reducción carga orgánica del efluente total: 14,4 ton/año (14%).

Tabla 4. Experiencias Exitosas en Producción más Limpia (Continuación)

Empresa	Descargas generadas	Estrategias aplicadas	Beneficios
BONLAC FOODS (1994) ⁽¹¹⁾ Victoria - Australia Producción: Leche en polvo y queso.	Efluentes líquidos y partículas pequeñas de queso.	Cambio detergente en el proceso del CIP (*). Desviación efluente líquido menos contaminado hacia tierras de cultivo para irrigación. Captura sólidos del efluente líquido de la elaboración de queso. Inversión \$ 30.500: – Instalación pantallas en puntos donde ocurren mayores pérdidas. – Colocación de dos tanques en el cuarto de suero para el agua del proceso de enjuague.	Reducción consumo de solución ácida en el proceso CIP y más tiempo disponible para la producción de queso: Ahorro 310 \$/día. Reducción sólidos suspendidos en el efluente. Reducción carga biológica e hidráulica del efluente a tratar.
DAIRY FARMERS BOOVAL (2001) ⁽²⁶⁾ Queensland - Australia Producción: Leche entera, leche modificada, leche sazónada, crema y polvo de queso.	Efluentes líquidos con altas cargas orgánicas.	Dirigir la leche diluida al proceso de elaboración de leche en polvo. Reutilización y recuperación agua de lavado para limpieza en áreas menos críticas: Inversión \$ 36.800. Recuperación productos químicos para limpieza en áreas menos críticas: Inversión \$ 3.200. Reciclaje material de empaque (plástico y cartón). Recuperación energía del vapor condensado para pre-calentamiento de soluciones de limpieza.	Reducción consumo de agua: 30%. Ahorro 73.000 \$/año. Reducción niveles de DQO en efluentes a tratar: 10%. Ahorro 62.000 \$/año. Reducción costos de limpieza: 14.400 \$/año. Recuperación leche en el sitio: 324.000 \$/año. Reducción consumo de gas. Disminución desechos sólidos: 60%.
PAULS LIMITED (N.T.) (1998) ⁽²²⁾ Australia Producción: Productos lácteos y bebidas.	Efluentes líquidos con altas cargas orgánicas.	Reemplazo sistema no reutilizable de CIP por un sistema automatizado multi-uso: Inversión \$ 40.000.	Reducción pérdidas de leche: al mínimo. Proceso de limpieza más eficiente y menores costos de operación. Mejor calidad del producto. Mejor saneamiento del sistema. Reducción consumo de agua y productos químicos de limpieza. No se desmonta el equipo para la limpieza y no se genera contaminación en el montaje. Reducción efluentes relacionados con el lavado.

(*) CIP: Sistema de lavado automático “Clean in place”

La revisión de estas experiencias permite resumir las principales motivaciones para la implementación de criterios de Producción más Limpia en el caso de la industria láctea, para mejorar su desempeño ambiental:

- ✓ Programas de gestión ambiental o prevención de la contaminación que incluyen la reducción en el consumo de materias primas y energía y disminuir la carga contaminante de los efluentes generada durante los procesos, asegurándose que los productos sean elaborados con el mínimo impacto ambiental. (PILANDINA - Bolivia y PAULS LIMITED - Australia)
- ✓ Promoción de tecnologías más limpias por parte de grupos de protección al ambiente. (BONLAC FOOD – Australia)
- ✓ Preocupación por la cantidad de desperdicios generados por la empresa (sólidos y líquidos), las pérdidas de materia prima y producto y los elevados consumos de agua. (DAIRY FARMERS BOOVAL – Australia)

Con base en la información disponible, los casos reportados se analizaron, por un lado para las tres (3) empresas ubicadas en Latinoamérica, donde se conoce la cantidad de leche procesada, lo que permite estandarizar, cuantificar y comparar resultados sobre esa base, y por el otro, las tres (3) empresas ubicadas en Australia, donde al no disponer de esta información los resultados del análisis son más cualitativos y asociados a la importancia del sector lácteo en dicho país.

Es interesante resaltar que la información analizada abarca empresas con diversa capacidad de producción: pequeña (menor de 50.000 L/día), mediana (50.000 – 200.000 L/día), grande (200.000 – 500.000 L/día) e hipergrande (más de 500.000 L/día), entre las cuales a pesar de no contar con la referencia específica, se conoce pertenecen las empresas australianas.

En todos los casos se observa que el beneficio ambiental viene acompañado de un ahorro importante de leche, agua y/o energía que al ser traducido a \$/año logra cubrir el valor total de la inversión incluso luego del primer año de ejecución.

Las estrategias que se pueden aplicar cumpliendo con el criterio de Producción más Limpia son diversas, pero de los casos reportados en la Tabla 4 se puede generar la Tabla 5, en la cual se clasifican las estrategias aplicadas tomando en cuenta si es un cambio tecnológico, de insumo, reutilización en el sitio o buenas prácticas (separación de desechos).

Tabla 5. Clasificación de las estrategias aplicadas en las experiencias reportadas con base en los criterios de Producción más Limpia

	Empresa	Estrategia Aplicada	Costo (\$)	Beneficios (\$/año)
Cambio Tecnológico	IPILCRUZ S.A	Cambio de válvulas Reparación de los flotadores	NSR	2.950
	PIL ANDINA S.A	Reemplazo clarificadora	163.000	34.100
	PAULS LIMITED (N.T.)	Reemplazo CIP	40.000	40.000
Cambio de Insumo	BONLAC FOODS	Cambio de detergente	NSR	310 \$/día
Reutilización en el Sitio	IPILCRUZ S.A	Recuperación de mermas para reprocesamiento	NSR	3.300
	DAIRY FARMERS BOOVAL	Reutilización de la leche diluída en elaboración de leche en polvo	NSR	473.400
		Reutilización y recuperación agua de lavado	36.800	
		Recuperación productos químicos	3.200	
		Recuperación energía del vapor condensado	NSR	
Buenas prácticas	IPILCRUZ S.A	Recuperación de mermas para alimento	490	8.000
	BONLAC FOODS	Captura de sólidos	30.500	NSR

NSR: No se reporta

CIP: Sistema de lavado automático “Clean in place”

Aunque la magnitud de costos presentados en la Tabla 5 varía dependiendo de la propuesta ejecutada, se observa que los costos más elevados de todas las inversiones, están relacionados con los cambios tecnológicos, ya que éstos involucraron reemplazo de equipos bien sea para el proceso productivo o para las operaciones de lavado. También se observa, que la reutilización en el sitio presenta una mayor variedad de medidas que tienen como meta disminuir el consumo de productos y recursos utilizados por la empresa y no requieren, en su mayoría, de una elevada inversión.

Como las empresas ubicadas en Latinoamérica presentaron la cantidad de leche procesada diariamente, se originó la Tabla 6 que muestra los beneficios económicos generados de la implementación de las medidas preventivas siguiendo el criterio de Producción más Limpia, considerando que la empresa opera durante todo el año cinco (5) días a la semana, es decir, el año laboral tiene 260 días.

Tabla 6. Beneficios por m³ de leche procesada para las empresas ubicadas en Latinoamérica

Empresa	Volumen de leche procesada (m ³ /año)	Inversión (\$/m ³ leche procesada)	Beneficios (\$/m ³ leche procesada)	Ahorro de recursos
CAMOAPAN Chontales – Nicaragua 2001	3.640	1,752	5,034	0,016 m ³ leche/m ³ leche procesada
		2,679	1,587	0,977 m ³ agua/m ³ leche procesada 15,630 kg CO ₂ /m ³ leche procesada
IPILCRUZ S.A. La Paz – Bolivia 2001	31.200	Mínima	0,095	0,5353m ³ agua/m ³ leche procesada
			0,008	0,003 kg desinfectante/m ³ leche procesada
		0,016	0,256	0,005 m ³ leche para alimento/m ³ leche procesada
		Mínima	0,106	0,001 m ³ leche para reprocesamiento/m ³ leche procesada
PIL ANDINA S.A La Paz – Bolivia 2000	31.980	5,097	1,035	0,004 m ³ leche/m ³ leche procesada
			0,031	0,125 m ³ agua/m ³ leche procesada

Según datos obtenidos en referencias consultadas, por un m^3 de leche producido se generan entre 0,5 y 3 m^3 de agua residual y se pierde un estimado de 0,2 a 2% de leche procesada. ⁽²⁾ De esto, se tiene que para procesar un m^3 de leche se consume un promedio aproximado de 1,75 m^3 de agua y se obtiene menos de 1 m^3 de leche tomando en cuenta las pérdidas de producto.

Como se observa en la Tabla 6, a pesar de que en algunos casos el ahorro en el consumo de agua, desinfectante y leche es muy pequeña ($1 - 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^3$ de leche procesada), el beneficio monetario puede incluso llegar a 1 $\$/\text{m}^3$ de leche procesada, siendo ésta una ganancia importante para la empresa, fortaleciéndola y estimulando su producción. También se muestra un caso donde al ahorro de leche se encuentra en el orden de $1,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^3$ de leche procesada y el beneficio alcanza los 5 $\$/\text{m}^3$ de leche procesada. Esto conduce a que cualquier disminución en el consumo de agua o leche, trae como consecuencia inevitable una ventaja económica para la empresa, y si la industria desea mantenerse en el mercado y ser más competitiva, esto puede obtenerse mediante la optimización del uso de los recursos.

Se evidencia que los recursos donde más se busca disminuir su consumo, son la leche y el agua, y esto se debe a la importancia de ambos dentro de la empresa tanto para el procesamiento (leche y agua) como para asegurar la inocuidad del producto a través de las acciones de lavado (agua). Además, la optimización en el consumo de agua y leche, significa una reducción en la carga hidráulica y contaminante de los efluentes generados, ya que si se consume menos leche y agua el volumen de efluentes y por ende su carga contaminante, también será menor.

Cabe resaltar el caso de la empresa nicaragüense, que elimina el mito de que las pequeñas empresas no pueden aplicar medidas de reducción de su potencial contaminante, ya que significaría prácticamente la quiebra de la empresa. Este ejemplo demuestra todo lo contrario.

Al visualizar los costos para implementar los proyectos y los beneficios obtenidos por los mismos, se observa que la inversión puede cubrirse de forma inmediata, en un período de 4 - 5 meses, en menos de 2 años y finalmente en menos de 5 años respectivamente. Aunque no hay período fijo para la recuperación de la inversión, a largo plazo cualquier ahorro significa una gran ganancia, ya que mientras el costo de inversión sólo se realiza una vez, el ahorro es continuo.

En los casos presentados de Australia se tiene que este país produce 10% menos que uno de los principales productores (Nueva Zelanda) y exporta el 45% de su producción, que representa el 10% del comercio mundial. El 80% de la leche recolectada es industrializada para la producción de manteca, leche en polvo, quesos y caseína. Las exportaciones se benefician de un impuesto a la producción para el consumo doméstico. La Australian Dairy Corporation es responsable por aproximadamente el 20% de las exportaciones y también por la promoción y desarrollo de nuevos mercados. De aquí la importancia de la implementación de medidas en la industria láctea, que signifiquen un mejor uso y un mayor rendimiento de los recursos, porque representa una ventaja para competir en el mercado internacional.⁽²¹⁾

Por el volumen de producción y los estándares de calidad e inocuidad que debe tener el producto australiano, para mantenerse entre los primeros exportadores de productos lácteos y las exigencias legales para resguardar el ambiente, algunas de las medidas ejecutadas son más radicales, requieren una cuantiosa inversión e incluyen un mayor nivel de automatización. A pesar de ello, los costos de los proyectos ejecutados son amortizados por los beneficios económicos producidos al ejecutar las medidas preventivas.

III. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos planteados en este Trabajo Especial de Grado, se realiza un estudio de carácter descriptivo, analítico y comparativo que se estructura en cinco (5) etapas, las cuales se describen a continuación:

III.1. Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa

En esta etapa se realiza una auditoría de la empresa en el aspecto tecnológico (proceso productivo y equipos), haciendo énfasis en la eficiencia de cada etapa y la producción de descargas, con base en el balance de masa de cada operación del proceso. Asimismo se evalúan los aspectos organizacional (planta física, recursos humanos y cultura empresarial) y económico (inversiones y capital).

La evaluación del aspecto tecnológico se desarrolla de acuerdo a:

- ✓ Observación directa de los procesos de elaboración de mantequilla y quesos, identificación de las etapas y diseño de los diagramas de flujo de dichos procesos productivos.

- ✓ Observación directa de:
 - Consumo de materia prima, productos elaborados, consumo de agua, otros insumos y desperdicios generados para la determinación de un balance de masa. En casos donde no se dispone de la información másica, una vez determinados los volúmenes, ella se estima con base en su densidad teórica.
 - Tareas que cumple el personal operativo y calificación del cumplimiento de acuerdo a una escala establecida (1 = Cumple la

actividad en el primer intento, 2 = Cumple la actividad después de varias veces y 3 = No cumple la actividad asignada).

Para la recolección de estos datos se diseñó la planilla presentada en el Anexo A. En ella se hace referencia a la actividad del operador y su desempeño para la misma, temperatura de operación en caso que sea necesario y por último aquellos datos que permiten la descripción y cuantificación de flujos de entrada y salida de cada etapa.

- ✓ Determinación del volumen de agua consumida durante el proceso y las actividades de lavado de los equipos e instalaciones relacionados con ambos procesos productivos, así como el volumen de líquidos descargados. Para ello primero se identificaron las tuberías, mangueras y compuertas de entrada y salida de líquido, luego mediante aforo con recipiente de volumen conocido se determinaron los caudales individuales en entradas y salidas. Para la recolección de los datos se preparó la planilla como la que se muestra en el Anexo B, donde se identifica tuberías, mangueras y compuertas, así como los datos de volumen del recipiente y tiempo.
- ✓ Observación directa de los equipos involucrados en el proceso productivo para determinar el grado de uso (antigüedad), operatividad, condiciones de operación y mantenimiento (correctivo y preventivo) de los equipos. Para la recolección de esta data se diseñó el instrumento presentado en el Anexo C, que hace referencia a los puntos mencionados.

Para la evaluación del aspecto organizacional de la empresa, se realizó:

- ✓ Caracterización del personal de la empresa objeto del estudio utilizando las variables: edad, sexo, nivel de instrucción, tiempo en la empresa, capacitación en servicio e inducción en la empresa. Para la recolección de esta data se elaboró un instrumento de recolección utilizando como

referencia la metodología empleada para la Evaluación de la Industria Química y Petroquímica Venezolana ⁽²⁰⁾ (Anexo D).

- ✓ Observación directa de la edificación e instalaciones, personal, requisitos higiénicos de la producción, aseguramiento de la calidad higiénica, programa de saneamiento y almacenamiento. Para ello se elaboró una Tabla de Chequeo utilizando como referencia las indicaciones de las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para Consumo Humano ⁽²⁴⁾, tal como se muestra en el Anexo E.
- ✓ Encuesta aplicada al personal que ocupa cargos supervisorios, gerenciales y directivos de la empresa, en lo que se refiere a la adquisición de nuevos equipos e insumos, introducción de nueva tecnología y nuevo personal y traslado de personal (Anexo F). La información se empleó para efectuar la descripción y el análisis de la cultura empresarial, así como para corroborar el análisis del aspecto económico.
- ✓ Revisión breve de la historia de la empresa desde su fundación hasta la actualidad, con miras a identificar tendencias en su desempeño empresarial.

La descripción y análisis del aspecto económico de la empresa, se hizo con la información disponible suministrada por la empresa y estuvo representada por el Balance de Comprobación del ejercicio fiscal 2001-2002, así como los inventarios iniciales y finales correspondientes a los mismos lapsos.

Por motivos de confidencialidad, tanto de la empresa como del personal, no se publican los datos crudos recopilados en los Anexos A, B, C, D y F, sino los resultados de su procesamiento y análisis. Para la consolidación, tabulación y presentación de los resultados se utilizaron tablas y figuras. La medida de resumen en el análisis e interpretación de los datos fue el porcentaje (%).

III.2. Análisis de la Información

A partir del diagnóstico realizado en la etapa anterior se efectuó:

- ✓ Análisis del desempeño ambiental de la empresa y comparación de los resultados obtenidos con los valores promedio reportados para aguas residuales producidas por las plantas de procesamiento lácteo. Ello permite elaborar propuestas de intervención y en un futuro, la medición del alcance de la misma.

- ✓ Análisis de los procesos productivos de elaboración de mantequilla y quesos frescos y madurados, utilizando los diagramas de flujo y balances de masa elaborados en la etapa de diagnóstico, para la identificación de los puntos críticos (PC) relacionados a la generación de desperdicios y/o ineficiencia del proceso, lo que conlleva a la formulación de propuestas para la prevención, manejo y control de los mismos.

- ✓ Análisis de cada una de las etapas del proceso a través de las actividades que permiten:
 - Identificación y focalización de las áreas u operaciones que producen desperdicios y/o ineficiencia.
 - Establecer las condiciones intrínsecas y extrínsecas del proceso que lo afectan.
 - Identificación de los agentes causales y los factores que conducen a la generación de los desperdicios en los procesos productivos, tales como falta de mantenimiento, operación indebida, tecnología deficiente, entre otras.

III.3. Identificación y Jerarquización de Alternativas de Prevención y Control. Formulación de Propuestas Técnicas

Para dar cumplimiento a esta fase se tomaron en cuenta aspectos teóricos tales como los procedimientos de Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para el Consumo Humano, que ayudan a mantener la inocuidad del producto, disminuyendo los niveles de contaminación que puedan ocurrir en el procesamiento del alimento, los criterios de Producción más Limpia, que enfatizan la producción de bienes y servicios con el mínimo impacto ambiental bajo la tecnología actual y límites económicos, y por parte de la empresa la tecnología disponible y los límites económicos. Esto permite:

- ✓ Formular actividades tendientes al control de los puntos críticos (PC) identificados, dirigidas a la reducción y/o eliminación de los desperdicios.

- ✓ Desarrollar líneas operativas de prevención, considerando factibilidad técnica y económica, aunado a la reducción del impacto ambiental.

- ✓ Validar las líneas operativas de prevención, a través de la simulación de la condición final obtenida al aplicar las medidas preventivas propuestas, a objeto de verificar el impacto de la misma en la producción de descargas y eficiencia del proceso.

III.4. Estudio de Factibilidad y Viabilidad Económica de las Propuestas Técnicas

Una vez analizada la información e identificadas las alternativas para el manejo de desperdicios, se selecciona la propuesta de prevención de acuerdo a los resultados de la simulación, disponibilidad, factibilidad, oportunidad, efecto ambiental y

viabilidad económica. Esto se logra mediante la realización de un análisis preliminar costo-beneficio el cual permite seleccionar la propuesta más ventajosa. Para ello se requiere, entre otras:

- ✓ Selección de indicadores de desempeño.
- ✓ Estimación de costos por pérdidas de productos más actividades de control.
- ✓ Estimación de costos de inversión para implementación de medidas preventivas.
- ✓ Estimación de ganancias por implementación de medidas preventivas.

III.5. Diseño del Plan de Acción de la Propuesta

Teniendo en cuenta los principios de Producción más Limpia, la introducción de medidas preventivas para reducir sistemáticamente los desperdicios en los aspectos relacionados con la producción, requiere del compromiso del recurso humano del nivel directivo, gerencial y operativo de la empresa. La propuesta contribuirá a garantizar y afianzar el enfoque de Producción más Limpia dentro de la empresa.

Como apoyo para el diseño del plan de acción, se utiliza como herramienta el análisis estratégico que permite diseñar la propuesta, tomando en cuenta las fases de la planificación estratégica, esto es: evaluación ex-ante,¹ formulación de la propuesta

¹ Evaluar la viabilidad y sustentabilidad del proyecto, plan o programa en términos financieros políticos e institucionales, para priorizar y seleccionar la(s) alternativa(s), componente(s) y actividad(es) que maximicen el impacto. Es la herramienta de evaluación que permite la toma de decisiones.

de plan y evaluación ex-post,² la cual queda pendiente cuando la empresa ejecute el plan. ^(14, 16)

En la formulación del plan de acción se consideran aspectos tales como:

- ✓ Concienciación a la directiva de la necesidad de los cambios establecidos en la propuesta.

- ✓ Promoción, difusión y divulgación del modelo de propuesta al personal operativo para concienciarlo de la importancia de la prevención de desechos en la mejoría de la eficiencia del proceso.

- ✓ Elaboración de los planes de capacitación dirigidos al personal operativo, tendiente a la mejoría de la eficiencia del proceso y prevención de generación de desperdicios.

- ✓ Presentación de lineamientos o herramientas a los gerentes y supervisores de cada área, para que realicen el entrenamiento al personal operativo (Capacitación en Servicio), a fin de implementar las medidas preventivas.

² Es la evaluación que se hace al finalizar el tiempo estimado del proyecto y que va a permitir conocer los cambios generados, las habilidades y destrezas adquiridas que se reflejan en el impacto del proyecto, plan o programa, que se resume en un informe final.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la observación del proceso, del análisis de los datos recopilados en los formatos presentados en los anexos, así como suministrada en la empresa objeto del estudio, muestran un panorama de la situación actual que vive la empresa en sus tres (3) aspectos: tecnológico, organizacional y económico.

IV.1. Aspecto Tecnológico

Dentro del aspecto tecnológico se toma en cuenta el proceso productivo de la elaboración de mantequilla y queso, considerando los insumos y descargas asociados a cada etapa, y las condiciones del equipo empleado en el proceso de elaboración. En la primera parte, se muestran los resultados obtenidos de la observación directa de los procesos productivos y de la recopilación de información referente al consumo de materia prima y agua, así como a las descargas asociadas a cada etapa del proceso productivo. Para ambos procesos productivos, mantequilla y queso, se presentan el diagrama de flujo del proceso, el flujograma de desechos, el balance de masa global y el volumen descargado en cada una de las etapas resultante del balance de masa del proceso. La segunda parte analiza la información recabada concerniente a la antigüedad, condiciones de operación y mantenimiento y, en general, de la infraestructura del proceso productivo.

Es importante señalar algunos factores y consideraciones previas que definieron las bases de cuantificación y análisis de los procesos productivos de mantequilla y queso.

En primer lugar las actividades de producción de la empresa dependen de la existencia de materia prima y de la demanda del producto, por lo que su producción

diaria es muy variable. En el caso de la mantequilla, la existencia de materia prima (crema de leche) es el factor determinante, mientras que en el área de quesos la demanda del producto define sus actividades. Esto conlleva a la inexistencia de un cronograma fijo de producción y a que las actividades se conozcan con muy pocos días de anticipación.

Por otra parte, no existen (o al menos no se tuvo acceso) registros sistematizados de las actividades de producción que permitan conocer la situación y en consecuencia realizar una planificación, así como conocer el programa de producción de años o meses anteriores para ajustar los resultados con la realidad de la empresa y no con una situación que podría ser hipotética o irregular.

Todo esto llevó a trabajar con valores promedio a partir de las mediciones realizadas, tomando como unidad de tiempo una semana para ambos procesos, y para la mantequilla suponiendo una producción estándar y un número fijo de batidas diarias (3 batidas), siendo éste el número más frecuente observado en la jornada laboral diaria.

En el proceso de cuantificación del caudal, tanto en el área de mantequilla como en la de quesos, la posición de algunas tuberías de descarga de líquidos impidió la medición directa del volumen descargado, específicamente en las actividades de lavado y puesta en marcha de los pasteurizadores. Sin embargo, considerando que en el lavado no hay acumulación de volumen y en la puesta en marcha la acumulación es muy pequeña, ya que durante el proceso de pasteurización en sí no se aprecia consumo de agua, se asumió que el volumen descargado durante ese proceso era igual al volumen de entrada, el cual sí es medible.

Las pérdidas de producto en ambos procesos no se determinaron de forma directa ya que sería necesario caracterizar los efluentes, lo cual escapa del alcance de este estudio. Las estimaciones realizadas con base en la observación y referencias

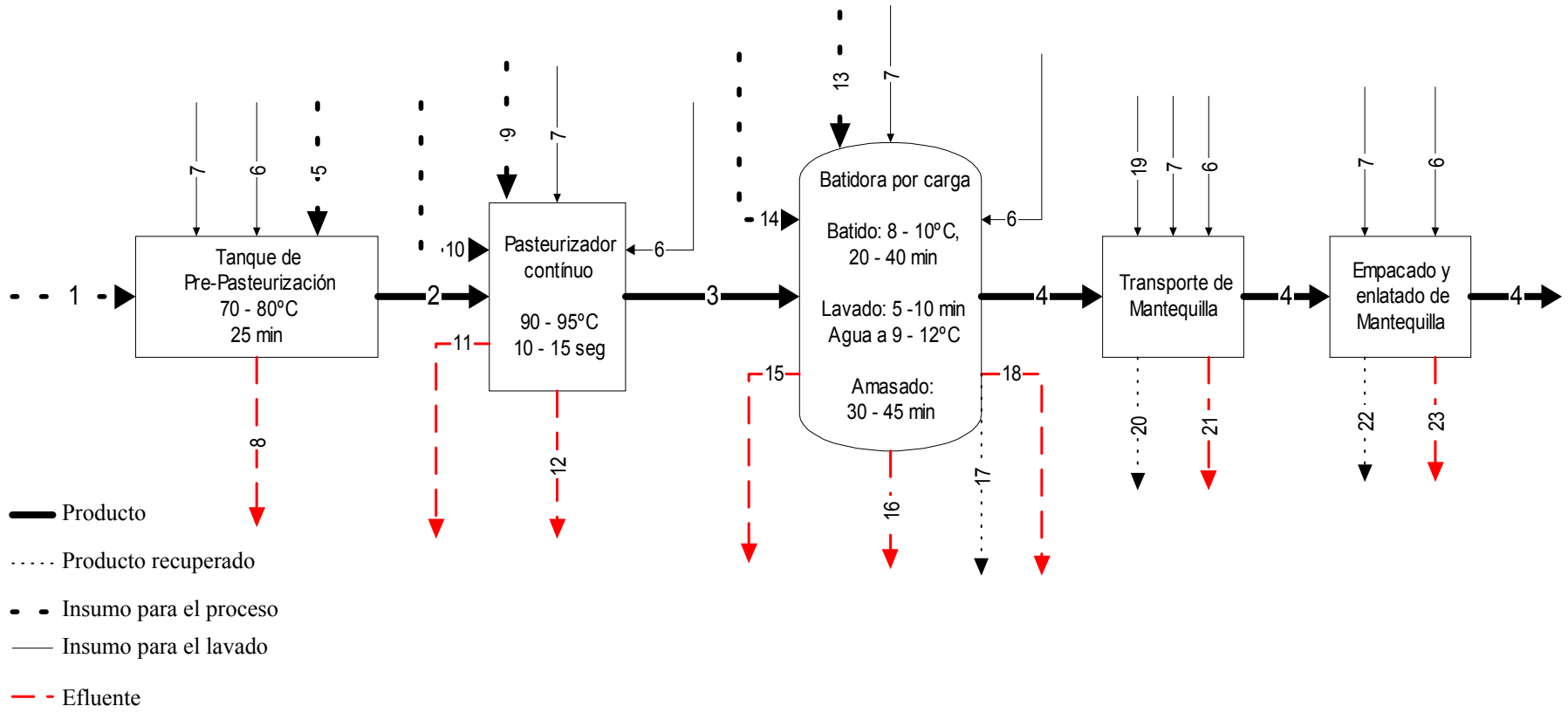
consultadas representan una primera aproximación, que deberá ser confirmada mediante un programa de caracterización diseñado, considerando la variabilidad de los procesos productivos.

IV.1.1. Elaboración de Mantequilla

Luego de la observación directa del proceso de elaboración de mantequilla, se diseñó el diagrama de flujo del proceso donde se reflejan los insumos y desperdicios generados.

El proceso productivo de la mantequilla de una industria de derivados lácteos venezolana, se resume en la Figura 4. Se inicia con la pre-pasteurización de la crema en estado líquido (camiones cisternas) y/o en estado sólido (tambores de 200 kg y paneles de 25 - 30 kg). La utilización de crema de leche en lugar de leche fresca disminuye la cantidad de desperdicios generados, ya que el procesamiento de la leche implica un mayor volumen de efluentes. La empresa cuenta con dos tanques de acero inoxidable con una capacidad aproximada de 2.500 - 3.000 litros, para realizar dicha operación. La pre-pasteurización consiste en el calentamiento mediante la inyección de vapor y la agitación manual de la crema a fin de homogeneizarla y estandarizarla para facilitar el proceso de pasteurización.

Antes de iniciar el proceso de pasteurización es necesario poner en marcha el equipo, para efectuar la descarga del agua de lavado y desinfectante, contenidos en los tanques de balanceo, que permanecen allí desde el último día de lavado del equipo. Además, para alcanzar la temperatura requerida para efectuar el tratamiento térmico, durante la puesta en marcha se descarga una pequeña cantidad de materia prima (crema de leche, butter-oil y aceite vegetal) diluída con el objeto de curar el tanque. En el área de pasteurización existen dos pasteurizadores: uno sin



- Producto
- Producto recuperado
- - - Insumo para el proceso
- Insumo para el lavado
- - - Efluente

	Descripción de la corriente
1	Crema (sólida y/o líquida)
2	Crema pre-pasteurizada
3	Crema pasteurizada
4	Mantequilla
5	Agua
6	Productos de limpieza y desinfectantes
7	Agua (lavado de equipo)
8	Agua de lavado, productos de limpieza

	Descripción de la corriente
9	Agua (puesta en marcha)
10	Colorante
11	Agua de lavado y desinfectantes
12	Crema, agua de lavado, productos de limpieza
13	Sal (opcional)
14	Agua (lavado de mantequilla)
15	Suero de mantequilla
16	Suero de mantequilla diluido

	Descripción de la corriente
17	Mantequilla recuperada
18	Agua de lavado y productos de limpieza
19	Vapor
20	Mantequilla recuperada
21	Agua de lavado y productos de limpieza
22	Mantequilla recuperada
23	Agua de lavado y productos de limpieza

Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de mantequilla de una industria de derivados lácteos

desodorizador y otro con desodorizador. Como la crema que se utiliza en la empresa en estudio es de alta calidad, la cual es verificada a través de análisis físico-químicos³ y bacteriológicos⁴ efectuados en laboratorios de la empresa, el pasteurizador con desodorizador no es frecuentemente utilizado, salvo que la crema posea malos olores. La utilización de este pasteurizador significa un consumo adicional de agua, debido a que el desodorizador requiere agua para su funcionamiento.

El tratamiento térmico se realiza por medio de intercambiadores de placas de flujo laminar y se usa agua o vapor a baja presión para efectuar el calentamiento. Al alcanzar la crema la temperatura de pasteurización, pasa a una cámara de vacío bajo, que produce casi instantáneamente el enfriamiento de la crema a una temperatura media, de forma que sale del sistema a una temperatura baja. Al finalizar la pasteurización la crema se envía a la batidora, a una temperatura de 9 – 10°C.

El método empleado para el batido de la crema es el tradicional o por cargas. La sala de batido está formada por dos batidoras: una de forma bicónica (3.000 litros de crema) y la otra de forma cilíndrica o de tonel (4.000 litros de crema). Están construidas de acero inoxidable con superficie interior rugosa para permitir el amasado tras la extracción del suero de mantequilla y regular la temperatura mediante una ducha exterior de agua. Dicho control de temperatura es fundamental para la eficiencia del proceso y, en consecuencia, para la reducción de las descargas. Temperaturas demasiado elevadas durante el batido, superiores a 10 y 13°C en temporada de verano e invierno respectivamente, aceleran la velocidad del proceso, provocan pérdidas de grasa en el suero y la mantequilla es más blanda y rica en agua. De la misma forma temperaturas demasiado bajas provocan una operación lenta y una mantequilla seca. Al finalizar el batido, se separa el suero de los granos de mantequilla y se inicia el lavado de los granos con agua fría (9 - 12°C) durante 5 a 10

³ Se determina acidez, pH, grasa, extracto seco, grasa sobre base seca, humedad, densidad, evaluación sensorial y temperatura de recepción.

⁴ Se determina coliformes, hongos, levaduras y gérmenes totales.

min, evacuándose luego el agua de lavado de la batidora. En esta fase debe mantenerse el control de la temperatura par evitar los problemas mencionados anteriormente.

Posteriormente se efectúa el salado y amasado de los granos de mantequilla por un período cerca de 30 – 45 min. La mantequilla terminada se vacía en un carro transportador de acero inoxidable y se lleva al área de enlatado y empaquetado.

A partir del diagrama de flujo de la elaboración de mantequilla (Figura 4) y de la observación directa del mismo, se diseñó la Tabla 7, que resume las actividades en las cuales se generan los desperdicios, así como una descripción de los mismos. Adicionalmente se señalan las condiciones que originan las descargas, en los que se resaltan algunas condiciones de operación del proceso que influyen en su volumen y poder contaminante.

Tabla 7. Desperdicios generados en el proceso de elaboración de mantequilla

Etapa	Actividades que generan desperdicios	Condiciones que generan desperdicios	Desperdicios generados
Pre-Pasteurización	Durante las actividades de lavado del equipo.	Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Residuos de crema. Agua de lavado. Productos químicos de limpieza (principalmente soda, detergente, desinfectante)
Pasteurización Continua	En la puesta en marcha del equipo. Fugas o derrames en el equipo y en el sistema de tuberías que lo conforman. Durante las actividades de lavado del equipo.	Mantenimiento mecánico deficiente y/o irregular del equipo y tuberías. Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Residuos de crema. Agua de proceso y de lavado. Productos químicos de limpieza (principalmente soda, detergente, desinfectante).

**Tabla 7. Desperdicios generados en el proceso de elaboración de mantequilla
(Continuación)**

Etapa	Actividades que generan desperdicios	Condiciones que generan desperdicios	Desperdicios generados
Batido Tradicional o por Carga	Al finalizar el proceso de batido de la crema. Al finalizar el proceso de lavado de los granos de mantequilla. Durante las actividades de lavado del equipo.	Temperatura de batido y del agua de lavado demasiado elevada, producen pérdidas de grasa en el suero, es decir, el suero tiene una mayor carga contaminante. Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Suero de mantequilla. Suero diluído de mantequilla. Granos de mantequilla. Residuos de mantequilla. Agua de lavado. Productos químicos de limpieza (principalmente soda, detergente, desinfectante).
Transporte de Mantequilla	Durante las actividades de lavado del equipo.	Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Residuos de mantequilla. Agua de lavado. Productos químicos de limpieza (principalmente soda, detergente, desinfectante).
Enlatado y empacado en panelones de mantequilla	En el proceso. Durante las actividades de lavado del equipo.	Fallas del personal. Mantenimiento mecánico irregular del equipo. Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Pérdidas de producto terminado. Residuos de mantequilla. Agua de lavado. Productos químicos de limpieza (principalmente soda, detergente, desinfectante).

Al detallar la Tabla 7, cada una de las etapas origina desperdicios, producto del lavado de los equipos, debido a que es imprescindible para mantener las condiciones sanitarias y evitar que el alimento se contamine. En el lavado de los equipos, se utiliza la prueba de la fenolftaleína para determinar si no hay residuos de productos químicos de limpieza como la soda, así se verifica la eficiencia del lavado y se procede a la utilización de la solución desinfectante para concluir la actividad.

Las fallas en el control del proceso, específicamente en la etapa de batido y lavado de granos modifican el efluente descargado aumentando su poder contaminante, dado que temperaturas superiores a los 10°C ocasiona una pérdida de

grasa en el suero de mantequilla y en el suero diluido, además altera el estado final de la mantequilla al disminuir su contenido de grasa. Por último, el factor mantenimiento también interviene en la generación de desperdicios incrementando su volumen y carga contaminante, ocasionando pérdidas de materia prima o producto.

Un factor favorecedor respecto al volumen y carga orgánica de los efluentes, es que al trabajar directamente con crema de leche y no con leche fresca, se evitan las descargas relacionadas con el procesamiento. Además, el empleo de crema de leche de buena calidad evita la utilización del desodorizador, previniéndose el consumo adicional de agua durante la etapa de pasteurización.

En resumen se concluye que las causas principales de los elevados volúmenes de desperdicios serían: el mantenimiento mecánico irregular de los equipos, fallas del personal operativo y del control de las condiciones de operación en el proceso productivo, especialmente de la temperatura en la etapa de batido y lavado de granos de mantequilla. Por lo que para aminorar la carga hidráulica y contaminante de la descarga es evidente la necesidad de un control eficaz y constante de las condiciones del proceso, así como un mantenimiento técnico regular y eficiente de la maquinaria.

La corrección de los errores disminuirá la cantidad de desperdicios líquidos y sólidos (pérdida de materia prima y producto) generados. La crema de leche y la mantequilla se encuentran presentes en la totalidad de los desperdicios generados y éstos aportan una gran carga orgánica, aunque la cantidad sea pequeña o incluso insignificante, y representa el mayor impacto al ambiente.

La observación directa del proceso productivo bajo las premisas indicadas inicialmente respecto a la suposición del número de batidas diarias permitió la elaboración de la Figura 5, que indica los horarios aproximados en los que los desperdicios de cada etapa son descargados al sistema de alcantarillado, en una semana.

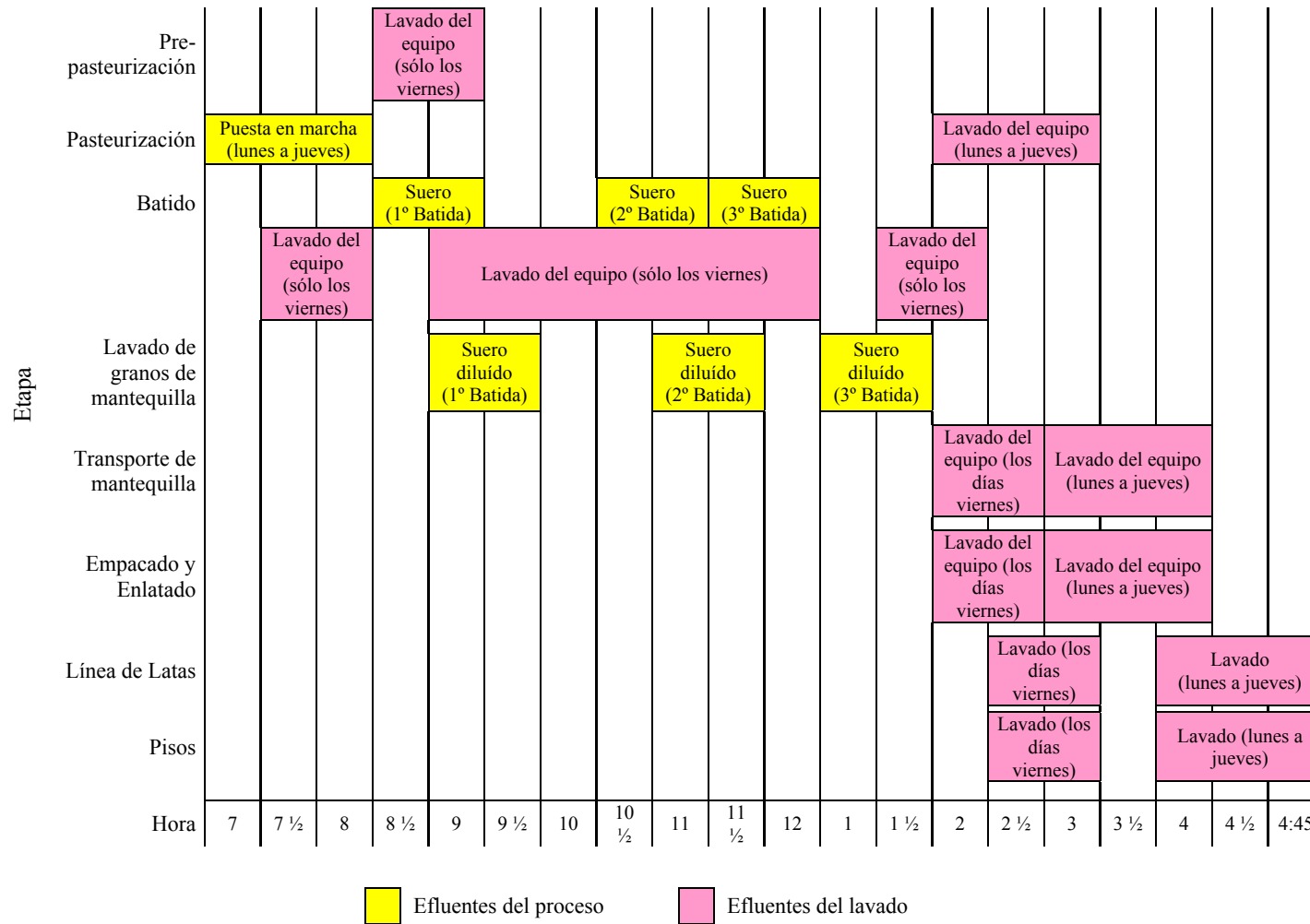


Figura 5. Flujograma de desechos para la elaboración de mantequilla

Se observa que en el área de mantequilla existen actividades de lavado que se ejecutan de lunes a jueves (4 días a la semana) como es el caso del pasteurizador. Para las batidoras y los tanques de precalentamiento, esta actividad se lleva a cabo semanalmente al concluir la jornada. Esta diversidad se debe a diferentes circunstancias: el empleo de calor en el tanque de precalentamiento y la próxima realización de la pasteurización evita el peligro de contaminación del alimento en esta etapa, por lo que no se justifica un lavado diario. En el caso de las batidoras éstas permanecen cerradas minimizando el riesgo de contaminación. En otras ocasiones queda mantequilla de un día para otro (no hubo tiempo para efectuar el empaqueo o envasado de la mantequilla), lo que no permitiría un lavado diario.

El procesamiento de los datos recopilados concernientes al consumo de materia prima y agua, y a las descargas generadas, permitió determinar el balance de masa global del proceso (Figura 6) con una semana como unidad de tiempo, realizando doce (12) batidas durante esa jornada. Los resultados presentados son valores estimados, ya que surgieron de la suposición de un número fijo de batidas diarias que durante la operación normal de la empresa, no son siempre las mismas dada la variabilidad de la producción.

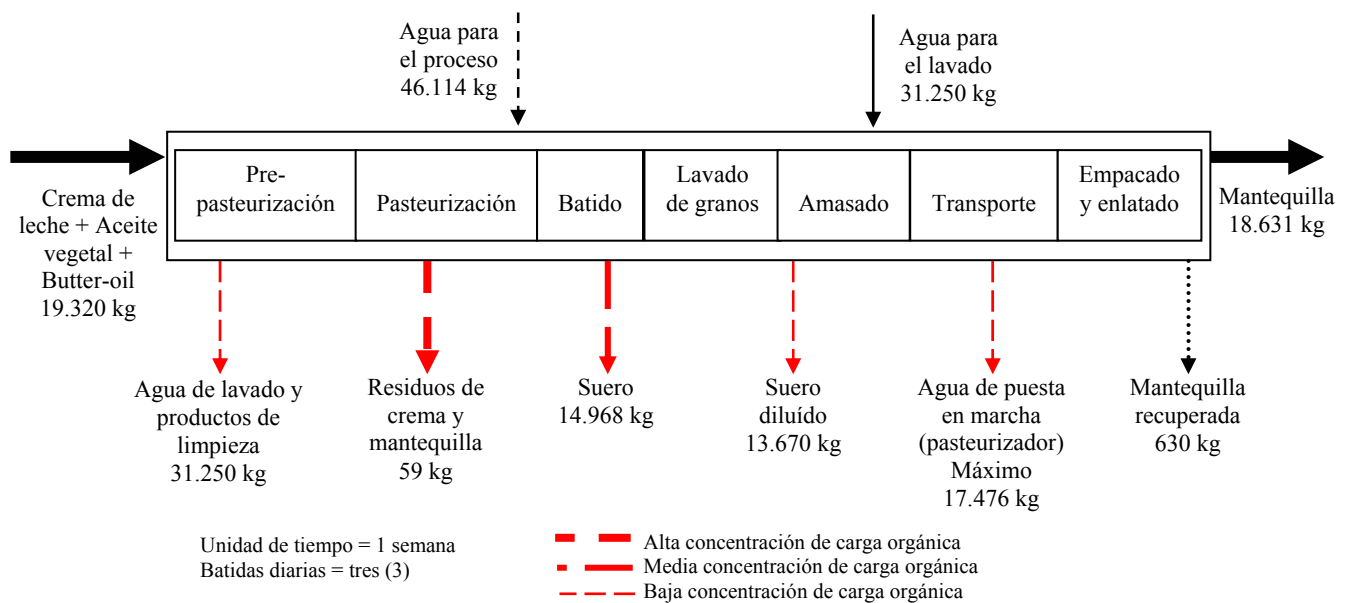


Figura 6. Balance global del proceso de elaboración de mantequilla

Según las referencias consultadas en la elaboración de mantequilla se generan entre 1,5 y 18,6 kg desperdicio/kg de leche procesada y un promedio aproximado de 4,9 kg desperdicio/kg de leche procesada.⁽¹²⁾

Con base en estas referencias y los resultados obtenidos del balance de masa global se determinó la relación entre masa de desperdicio y masa de materia prima procesada y comparar la situación de la empresa con los valores reportados. Como la empresa no trabaja directamente con leche para la elaboración de mantequilla sino que utiliza una mezcla de crema de leche (sólida o líquida), aceite vegetal y butter-oil, para respetar la confidencialidad se tomó la mezcla como la materia prima a procesar.

Del balance de masa global se obtuvo que el procesamiento de 1 kg de materia prima genera 4,0 kg de desperdicios, ubicándolo cerca del promedio mencionado anteriormente, a pesar de utilizar un buen escenario en cuanto a las actividades de producción. Existe la posibilidad de aumentar el número de batidas diarias para disminuir la cantidad de desperdicios generados y reducir la relación másica (kg desperdicio/kg de crema de leche).

En la Tabla 8, se muestran los resultados de las descargas para cada una de las etapas diferenciando el volumen de desperdicios generados durante el proceso y los originados a partir de las actividades de lavado señalando su frecuencia y características (Ver Anexo H). A simple vista, empleando sólo la Tabla 8, las etapas de pasteurización (puesta en marcha y lavado del equipo), batido (proceso) y lavado de granos, presentan las cantidades más elevadas de desperdicios en el proceso y/o en las actividades de lavado. Esta información suministra una primera aproximación para estimar el impacto de las descargas. La crema de leche y la mantequilla, aún en pequeñas cantidades aporta una gran carga orgánica ocasionando un mayor impacto al ambiente, razón por la cual se requiere de un programa de caracterización para cuantificar específicamente el aporte de las descargas y, posteriormente, evidenciar el efecto de las acciones que se tomen para reducirlas.

Tabla 8. Resultados de las descargas para las etapas del proceso de elaboración de mantequilla

Etapa o actividad	Volumen a descargar semanal (m ³)	Masa a descargar (kg/kg de materia prima procesada)	Frecuencia de descarga	Características de la descarga	Observaciones
Pasteurización (puesta en marcha)	17,48	0,90	Diario, de lunes a jueves antes de realizar la actividad	Crema, desinfectantes y agua de proceso	Se descarga una pequeña cantidad de crema durante el proceso que no pudo ser cuantificada.
Batido	13,86	0,77	3 a 4 veces al día, de lunes a jueves dependiendo de la producción	Suero y granos de mantequilla	Los granos de mantequilla son recuperados en una especie de filtro para ser devueltos a la batidora. Aunque no hay pérdida de producto apreciable en forma de mantequilla, la carga orgánica contenida en el suero puede ser considerada como tal.
Lavado de granos de mantequilla	12,66	0,71		Suero diluido y granos de mantequilla	Los granos de mantequilla son recuperados de la misma forma que en la etapa anterior. La carga orgánica del suero es menor, pero el consumo de agua es considerable, lo que podría llevar a concluir más adelante la eliminación de la misma. A pesar de ello, es una práctica que posee una larga trayectoria en la empresa y es asociada con la calidad del producto lo que representa una dificultad si desea prescindir de ella.
Pre-pasteurización (lavado de equipo)	0,85	0,04	Semanal	Residuos de crema, productos de limpieza (principalmente soda, detergente y desinfectante) y agua de lavado	Se dispone de dos (2) tanques, antes del lavado no se realiza recuperación de la materia prima. No pudo cuantificarse el volumen de crema descargado, ya que ésta es llevada hasta la alcantarilla por una tubería que imposibilita la medición.

Tabla 8. Resultados de las descargas para las etapas del proceso de elaboración de mantequilla (Continuación)

Etapa o actividad	Volumen a descargar semanal (m ³)	Masa a descargar (kg/kg de materia prima procesada)	Frecuencia de descarga	Características de la descarga	Observaciones
Pasteurización (lavado de equipo)	10,90	0,56	Diario, de lunes a jueves luego de realizar la actividad	Residuos de crema, productos de limpieza (principalmente soda y desinfectante) y agua de lavado	No hay recuperación de materia prima antes de realizar el lavado. La descarga de crema no pudo ser cuantificada por la dificultad de la medición, ya que las tuberías están al nivel del piso e imposibilitan la misma.
Batido (lavado de equipo)	3,72	0,19	Semanal	Residuos de mantequilla, productos de limpieza (principalmente soda y desinfectante) y agua de lavado	Se realiza la recuperación de producto en las dos (2) antes batidoras antes de iniciar el lavado, empleando agua caliente y haciendo girar la batidora unas cuantas veces para lograr el desprendimiento de la mantequilla de las paredes internas del equipo.
Empacado y enlatado (lavado de equipo)	5,50	0,28	Diario, de lunes a viernes luego de finalizar la producción	Residuos de mantequilla, productos de limpieza (principalmente soda, detergente y desinfectante) y agua de lavado	Se realiza la recuperación de mantequilla antes de iniciar el lavado circulando agua caliente por el sistema de tuberías para recolectar el producto.
Transporte de mantequilla (lavado de equipo)	3,31	0,17		Se recupera la mantequilla antes de iniciar el lavado utilizando vapor para desprender la mantequilla adherida en las paredes internas y en el tornillo sin fin que se encuentra en el interior del carro.	
Pisos (lavado)	4,13	0,21		Durante el lavado de pisos hay botes innecesarios de agua ya que en el trayecto entre la válvula de la manguera y el sitio donde se realiza el lavado, la manguera permanece abierta. Esto también ocurre en el resto de las actividades de lavado.	
Línea de latas (lavado)	2,12	0,11		Residuos de mantequilla, productos de limpieza (detergente y desinfectante) y agua de lavado	Hay botes innecesarios de agua, durante el trayecto entre la válvula de la manguera y el sitio donde se realiza el lavado, la manguera permanece abierta y viceversa.

En la Tabla 9 se muestran las etapas que poseen elevados volúmenes de desperdicios a descargar según la Tabla 8, además de aquellas etapas comunes con la Tabla 1, con el fin de identificar mejor los puntos críticos (PC). Los valores relacionados con el DBO de la etapa de batido y lavado de granos, se estimaron tomando en cuenta, el tipo de desperdicio generado.

Tabla 9. Comparación de valores en etapas comunes de la elaboración de mantequilla

Etapas o Actividad	Valores referenciales		Valores kg desperdicio/kg de materia prima procesada
	kg desperdicio/kg de leche procesada	kg DBO/1.000 Kg de leche procesada	
Pasteurización (Puesta en marcha y lavado del equipo)	0,50	0,80	1,46
Batido (proceso)	NSR	0,20	0,77
Lavado de granos (proceso)	NSR	0,15	0,71
Batido (Lavado del equipo)	0,10	0,20	0,19 ⁵
Empacado (Pérdidas por empaque y limpieza de equipo)	0,10	0,10	0,28 ⁶

NSR: No se reporta

Las etapas comunes en las Tablas 1 y 8, es decir, pasteurización, lavado del equipo de batido y lavado de equipo de empacado, se encuentran por encima de los valores referenciales, identificando estas tres (3) etapas como punto crítico (PC). Adicionalmente, las etapas de batido y lavado de granos generan elevados volúmenes de suero y suero diluído respectivamente, que aún cuando se desconoce el valor exacto de DBO, pueden identificarse como punto crítico (PC) del proceso.

⁵ Se realiza semanalmente

⁶ Sólo incluye la limpieza del equipo

Tomando como referencia el poder contaminante de cada etapa, se efectuó la jerarquización de los puntos críticos (PC) identificados, según la cantidad y calidad de los desperdicios para establecer aquellas etapas del proceso que deben ser las primeras a considerar al momento de realizar la propuesta. La reducción simultánea de la cantidad de desperdicios y carga contaminante consigue beneficios ambientales y económicos más representativos, entre ellos:

- ✓ Incremento en la productividad al evitar derrames o fugas de materia prima o producto durante el proceso productivo las cuales aportan gran cantidad de carga orgánica al efluente.
- ✓ Menor impacto ambiental y en caso de que se aplique un método de control, menores costos de tratamiento.
- ✓ Disminución en el consumo de agua que se traduce en la preservación del recurso y un ahorro económico para la empresa.

Como resultado del proceso de jerarquización, se tiene de manera ordenada, las siguientes actividades:

- ✓ Puesta en marcha y lavado del pasteurizador, es el punto más crítico por su elevada cantidad de desperdicios y carga contaminante.
- ✓ Descarga de suero en la etapa de batido.
- ✓ Descarga de suero diluído producto del lavado de los granos de mantequilla.
- ✓ Lavado de las batidoras.
- ✓ Lavado del equipo de empacado y enlatado de mantequilla.

Aún cuando el lavado de granos se considera como una etapa crítica y según algunas referencias consultadas puede eliminarse bajo ciertas condiciones y con ello lograr una disminución del volumen de desperdicios, el lavado de granos dentro de la empresa está asociada con la calidad del producto final, por lo que es improbable que pueda prescindirse de ella.

Con referencia al cumplimiento de las tareas del personal durante el proceso, las mismas se cumplen en el primer intento a excepción del área enlatado y envasado, en donde también influye el desempeño de la máquina destinada a tal actividad. Todo esto significa que hay pérdidas de material de empaque (latas y papel) y producto, y un aumento en los costos de producción ya que la mantequilla recuperada debe ser reprocesada.

Durante el período de observación se pudo recolectar datos acerca de las pérdidas de producto (mantequilla) y material de enlatado, que ocurren en la etapa de empaquetado y enlatado de la mantequilla. Además, se consideró como pérdida de producto, la mantequilla recuperada antes de efectuar el lavado de los equipos, ya que debe ser reprocesada y significa un costo de producción para la empresa. Las pérdidas anuales por material de empaque y producto (mantequilla a reprocesar) son aproximadamente de 6.860 latas y 30.870 kg de mantequilla respectivamente.

Aparte de las fallas o pequeños descuidos que se presentan durante el desarrollo de las actividades en el área de producción de mantequilla, el personal conoce el proceso, sus actividades y las condiciones necesarias para concluir su tarea, así como las medidas a aplicar para corregir el problema. A pesar de ello se generan descargas y aunque parte de la responsabilidad recae directamente sobre el personal encargado de esa área, deben considerarse otros elementos relacionados con el aspecto tecnológico (equipo utilizado), además del aspecto organizacional (recursos humanos y cultura empresarial) y económico (capital e inversiones) de la empresa.

La observación directa y la recopilación de información de los equipos incluidos en el proceso de elaboración de la mantequilla permitieron cubrir los elementos relacionados con el proceso productivo, dando origen a la Figura 7 referente a la antigüedad de los equipos ubicados en el área de producción de mantequilla.

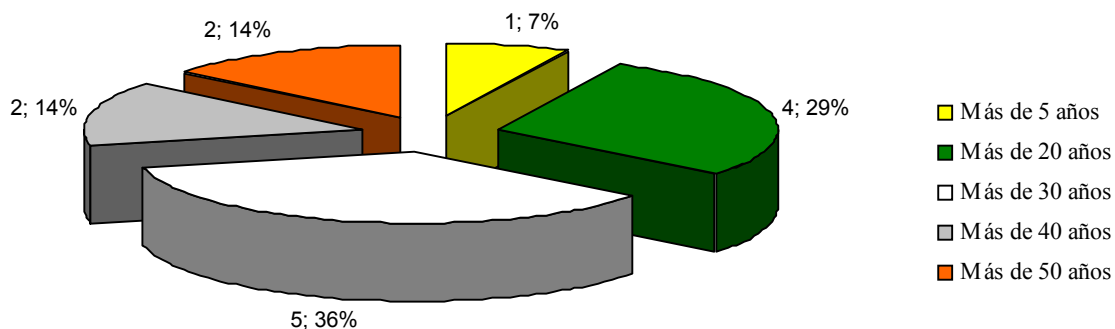


Figura 7. Antigüedad de los equipos de producción de mantequilla

De la figura, se puede concluir que más del 60% de los equipos utilizados para la elaboración de la mantequilla superan los 30 años, por lo que se consideran como equipos antiguos. Sin embargo, todos ellos se encuentran en condición operativa y algunos cuentan con sistemas de monitoreo que aunque no son automatizados, permiten un control de las condiciones operativas del proceso productivo.

En cuanto al mantenimiento técnico, se refleja que el mismo es deficiente ya que sólo un (1) equipo recibe algún tipo de revisión mecánica, mientras que el resto sólo se limita al lavado del equipo para cumplir con los requerimientos sanitarios y asegurar la inocuidad del producto siendo revisados sólo al momento de presentar alguna falla. Esto demuestra que la empresa no realiza prácticas preventivas relacionadas con los equipos involucrados directamente con el proceso productivo, con miras a disminuir la cantidad de desperdicios generados e incrementar la eficiencia del proceso.

De las encuestas aplicadas a los supervisores del área de mantequilla, las respuestas concernientes a la adquisición de nuevos equipos e insumos para esa área en específica durante el tiempo que llevan laborando en la empresa, fueron 100%

afirmativas, mientras que para la introducción de nueva tecnología fueron 100% negativas. Estos resultados muestran una clara tendencia por la adquisición de equipos y nuevos insumos, los cuales están relacionados con la etapa de empaçado (maquinaria y material de empaque) y con elementos no relacionados con el proceso productivo, además desconocen las razones que impulsaron dichos cambios. Sin embargo, el hecho de que no se haya realizado la introducción de nueva tecnología en el proceso productivo en un período de quince (15) años, se traduce en la enorme dificultad que representaría la aceptación de cualquier tipo de propuesta que requiera la modificación de la tecnología que hasta ahora se desarrolla en esa área.

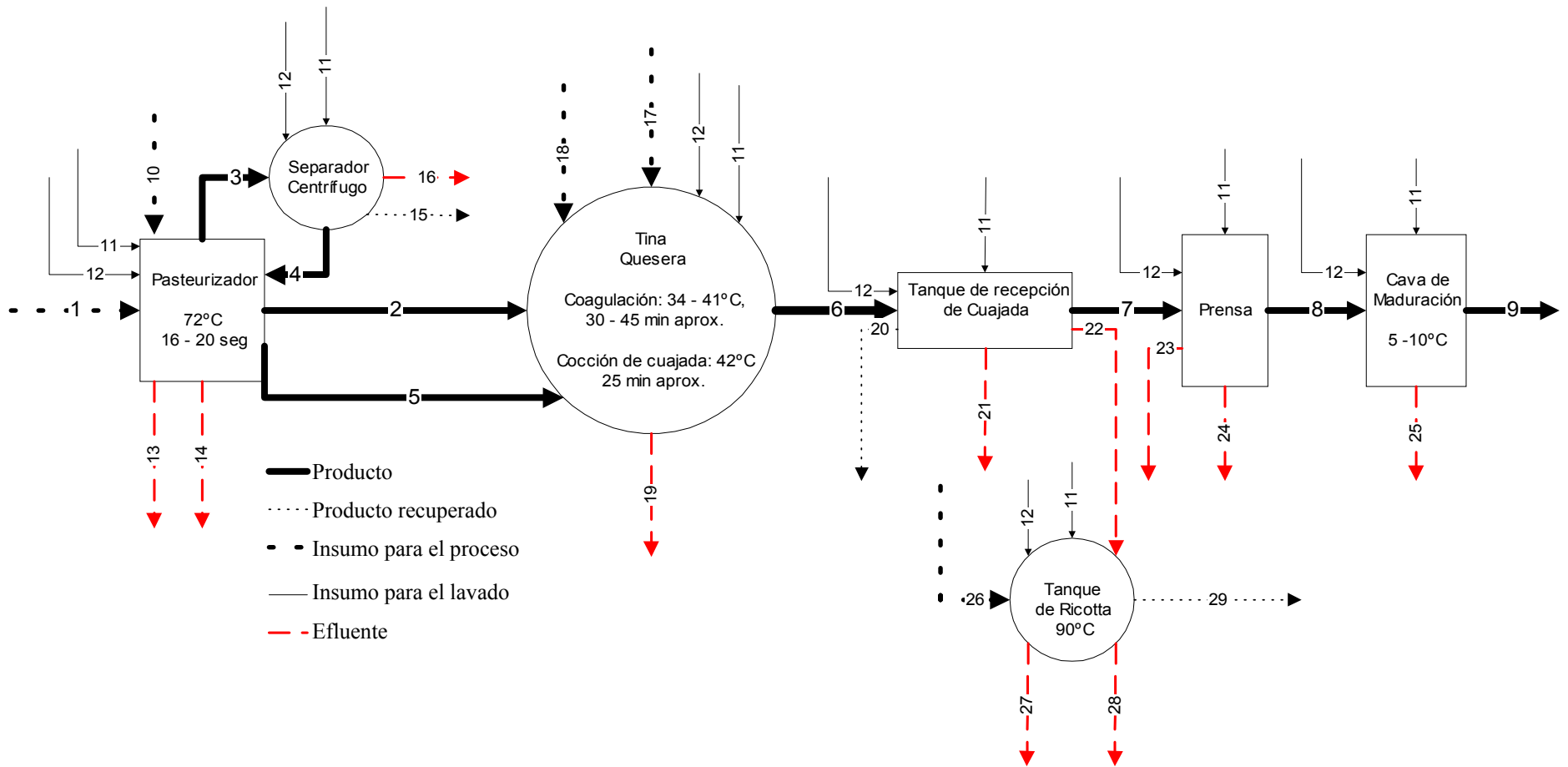
IV.1.2. Elaboración de Quesos

El proceso productivo de los quesos frescos y madurados de una industria de derivados lácteos venezolana se refleja en la Figura 8. Para la elaboración de los mismos se emplea leche de vaca y de búfala como materia prima, cuya calidad es comprobada en el laboratorio de físico-química⁷ y microbiología⁸ de la empresa. El proceso empieza con la pasteurización, antes de iniciar el proceso es necesario poner en marcha el equipo, para efectuar la descarga del agua de lavado y desinfectante, contenidos en los tanques de balanceo, que permanecen allí desde el último día de lavado del equipo y para alcanzar la temperatura requerida para efectuar el tratamiento térmico. Durante la puesta en marcha se descarga una pequeña cantidad de materia prima (leche) diluída con el objeto de curar el tanque.

Luego del proceso de puesta en marcha del pasteurizador, la leche fresca (vaca y/o búfala) pasa a un intercambiador de placas que opera en forma continua. Como la mayoría de los quesos se elaboran a partir de una mezcla de leche entera y leche

⁷ Se determina acidez, pH, grasa, extracto seco, grasa sobre base seca, humedad, evaluación sensorial y temperatura de recepción.

⁸ Se determina coliformes, hongos, levaduras y gérmenes totales.



—●— Producto
 - - - - - Producto recuperado
 - - - - - Insumo para el proceso
 — Insumo para el lavado
 - - - - - Efluente

Descripción de la corriente	
1	Leche entera cruda
2	Leche entera pasteurizada
3	Leche entera pre-calentada
4	Leche descremada
5	Leche descremada pasteurizada
6	Cuajada y Suero
7	Cuajada moldeada
8	Cuajada prensada
9	Queso fresco y/o madurado
10	Agua (puesta en marcha)

Descripción de la corriente	
11	Productos de limpieza y desinfectantes
12	Agua (lavado de equipo)
13	Agua de lavado y desinfectantes
14	Residuos de leche, agua de lavado y productos de limpieza
15	Crema
16	Suero
17	Agua (depende del tipo de queso)
18	Cuajo, Cultivo láctico, cloruro de calcio, Sal, colorante y lipasa (opcional)
19	Residuos de cuajada, agua de lavado y productos de limpieza
20	Cuajada recuperada

Descripción de la corriente	
21	Residuos de cuajada y suero, agua de lavado y productos de limpieza
22	Suero
23	Suero
24	Residuos de cuajada, agua de lavado y productos de limpieza
25	Agua de lavado y productos de limpieza
26	Aditivos (sorbato)
27	Residuos de suero, agua de lavado y productos de limpieza
28	Suero diluido
29	Ricotta

Figura 8. Diagrama de flujo general para la elaboración de quesos frescos y madurados de una industria de derivados lácteos

descremada, se usa una separadora centrífuga con una capacidad de procesamiento máximo de 12.500 litros de leche/día. La leche descremada, pasa al pasteurizador para el tratamiento térmico y de allí, tanto la leche descremada como la entera pasan a la tina quesera para la preparación de la cuajada. Hay disponibles tres tinas queseras circulares automáticas con una capacidad aproximada de 3.200 – 3.500 litros de leche para la elaboración de la cuajada. Estas tinas poseen soportes a los cuales pueden acoplarse las herramientas necesarias para trabajar la cuajada (liras horizontales y verticales y agitadores). La coagulación es enzimática y se emplea cuajo artificial.

Una vez que se ha formado la cuajada, se realiza la cocción y el corte de la misma empleando las liras. Al finalizar el trabajo de la cuajada se efectúa el desuerado y la cuajada es vaciada hacia uno de los dos tanques de acero inoxidable, para realizar el moldeado de las piezas de queso. Las piezas ya moldeadas son comprimidas en una prensa hidráulica y el tiempo de prensado varía según el tipo de queso. Finalizado el prensado, las piezas de queso se llevan a las cavas de refrigeración para efectuar el salado (por inmersión en salmuera o en seco) e iniciar la maduración para el caso de los quesos madurados.

La sala de quesos cuenta con tres tanques para la elaboración de ricotta sin sal, pero esta práctica no forma parte del proceso de elaboración de quesos frescos y madurados, además no es una actividad regular u obligatoria en el área de producción. Sin embargo, esta actividad es considerada durante el estudio como la vía más evidente y rápida para la reducir las descargas en el proceso de elaboración de quesos frescos y madurados.

La observación directa del proceso productivo y el diagrama de flujo para este proceso (Figura 8), permitió la elaboración de la Tabla 10 en la que se reúnen las actividades que generan los desperdicios, las condiciones que modifican las descargas bien sea incrementando su volumen y/o carga contaminante y la composición cualitativa de ellos para iniciar el proceso de identificación de los puntos críticos (PC)

relacionados con la generación de descargas y el aprovechamiento de los recursos (materia prima y agua) involucrados en el proceso.

Tabla 10. Desperdicios generados en el proceso de elaboración de quesos frescos y madurados

Etapa	Actividades que generan desperdicios	Condiciones que generan desperdicios	Desperdicios generados
Separación Centrifuga	Al concluir el proceso de separación. Durante las actividades de lavado del equipo.	Mayor calidad de la materia prima, menor es la cantidad de sedimentos sólidos. Mayor contenido de grasa, mayor es la cantidad de suero. Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Sedimentos sólidos. Residuos de crema y leche descremada. Agua de lavado. Productos químicos de limpieza (principalmente soda, detergente, desinfectante).
Pasteurización Continua	En la puesta en marcha del equipo. Fugas o derrames en el equipo y en el sistema de tuberías que lo conforman. Durante las actividades de lavado del equipo.	Temperaturas elevadas. Mantenimiento mecánico deficiente y/o irregular del equipo y tuberías. Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Residuos de leche. Agua de proceso y de lavado. Productos químicos de limpieza (principalmente soda, detergente, desinfectante)
Elaboración de Cuajada	Al finalizar el proceso de elaboración de la cuajada. Durante las actividades de lavado del equipo.	Corte acelerado provoca una mayor carga contaminante del suero. Granos muy pequeños producen mayor cantidad de suero. Calentamiento excesivo de granos aumenta la cantidad de suero. Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Suero. Residuos de Cuajada. Agua de lavado. Productos químicos de limpieza (principalmente soda, detergente, desinfectante).
Moldeado	Durante las actividades de lavado de los moldes.	Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Suero. Residuos de Cuajada. Agua de lavado. Productos químicos de limpieza (detergente, desinfectante).

Tabla 10. Desperdicios generados en el proceso de elaboración de quesos frescos y madurados (Continuación)

Etapa	Actividades que generan desperdicios	Condiciones que generan desperdicios	Desperdicios generados
Salado	Durante las actividades de lavado de las cavas.	Mayor cantidad de sal agregada a la cuajada, aumenta el volumen de suero. Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Sal. Agua de lavado. Productos químicos de limpieza (detergente, desinfectante).
Prensado	Durante las actividades de lavado del equipo.	Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Suero. Residuos de Cuajada. Agua de lavado. Productos químicos de limpieza (detergente, desinfectante).
Maduración	Durante las actividades de lavado de las cavas.	Requerimientos del lavado para mantenimiento sanitario.	Sal. Agua de lavado. Productos químicos de limpieza (detergente, desinfectante).

Todas las etapas producen desperdicios durante las actividades de lavado de los equipos, esta actividad es inevitable ya que por los peligros de contaminación del producto deben minimizarse para asegurar la inocuidad del alimento. Al igual que en el área de producción de mantequilla, durante el lavado de los equipos se realiza la prueba de fenolftaleína para determinar si no hay residuos de productos químicos de limpieza (soda), así se comprueba la eficiencia del lavado para proceder a la utilización de la solución desinfectante.

En este proceso los descuidos en las condiciones de operación afectan a la mayoría de las etapas en cuanto a la cantidad y calidad del desperdicio líquido descargado, convirtiéndose posiblemente en una de las primordiales causas que alteren la descarga. Entre estas condiciones se tiene que:

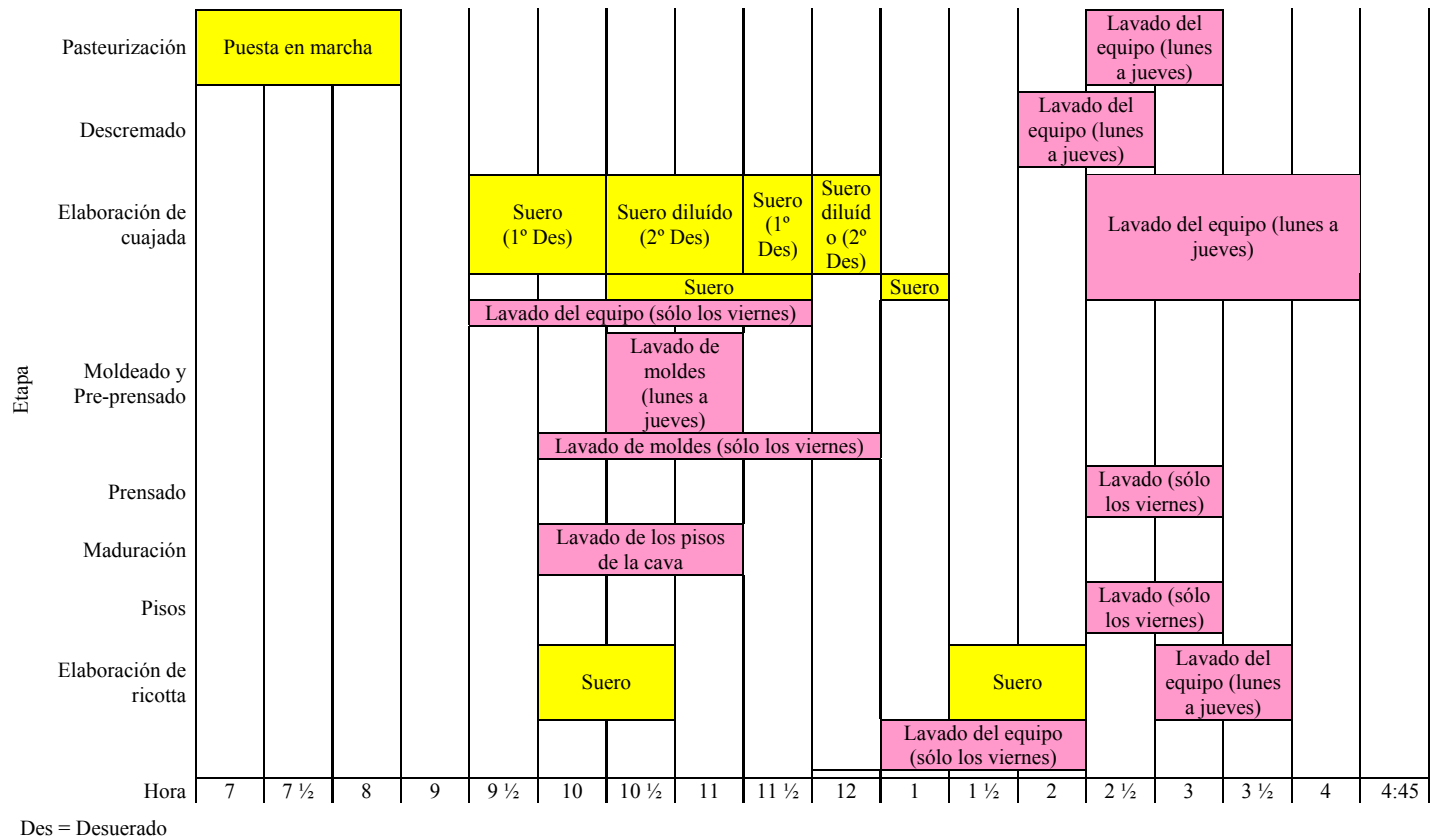
- ✓ Si el proceso de descremado no es eficiente o si la leche requerida para el proceso tiene un mayor contenido de materia grasa, el volumen de suero se incrementa. La cantidad de sedimentos sólidos que se extraen durante esta etapa se incrementa si la leche es de baja calidad.

- ✓ Durante la pasteurización, temperatura elevadas, pueden provocar la desnaturalización de las proteínas originando partículas consistentes que influyen negativamente en el desuerado, alterando su volumen y composición.
- ✓ El corte inoportuno de la cuajada significa una pérdida de grasa, incrementando el poder contaminante del suero y granos muy pequeños se traducen en cuajadas muy blandas que se desmenuzan durante el proceso disminuyendo el rendimiento e incrementando el poder contaminante del suero.
- ✓ El calentamiento de los granos le brinda mayor consistencia al grano y se elimina mayor cantidad de suero.
- ✓ Una excesiva cantidad de sal agregada durante el proceso de salado incrementa el volumen del suero.

Estas condiciones de operación al igual que en el caso de la mantequilla afectan negativamente al producto final, comprometiendo su calidad, en particular reduciendo su contenido de materia grasa, el cual forma parte de las especificaciones del producto.

La producción de queso es más constante que la de la mantequilla, sin embargo las actividades en esta área son más complejas ya que se elaboran gran variedad de quesos que requieren de condiciones diferentes. Además, la cantidad de desperdicios depende del volumen de materia prima (leche) disponible para el proceso productivo y de la demanda del producto que determinará la cantidad y tipo de queso a elaborar.

A partir de la descripción, observación directa y del diagrama de flujo del proceso de elaboración de quesos frescos y madurados (Figura 8), en la Figura 9, se presentan los horarios aproximados de descargas de desperdicios al alcantarillado, asumiendo que se trabajó con dos (2) tinas queseras y dos tinas (2) para ricotta de Lunes a Jueves.



Efluentes del proceso
 Efluentes del lavado

Figura 9. Flujograma de desechos para la elaboración de quesos frescos y madurados

El uso de dos (2) tinas queseras de cierta forma asegura la elaboración de ricotta, ya que por lo general el volumen de leche procesado por tina (3.000 litros) produce el suero necesario para el llenado de dos tanques de ricotta. Adicionalmente, la descarga de suero producto de la elaboración de cuajada bien sea con uno o dos desuerados, se concentra desde horas de la mañana hasta el mediodía lo que permitiría acumular el suero para la preparación de la ricotta. En cuanto al lavado, el día viernes el personal del área se dedica al lavado de los equipos, en su mayoría aquellos que por razones de tiempo no fueron completamente lavados el día anterior, sino simplemente enjuagados.

Los datos relacionados al consumo de leche y agua así como los de volumen de desperdicios recabados, dieron origen al balance de masa global presentado en la Figura 10 tomando como unidad de tiempo una semana y con un volumen establecido de materia prima procesada. Los resultados mostrados son estimaciones, ya que surgieron de la suposición de un procesamiento diario de 6.000 litros de leche, la utilización de dos tinas y dos tanques de elaboración de ricotta, condiciones que durante la operación de la empresa, no son iguales dada la variabilidad de la producción.

En la preparación de queso se origina entre 1,4 y 8,3 kg desperdicio/kg de leche procesada y un promedio de 4,85 kg desperdicio/kg de leche procesada aproximadamente. ⁽¹²⁾ Del balance de masa global se determinó el valor de la relación de masa en 3,6 kg de desperdicios/kg de leche procesada, colocándolo por debajo del promedio según las referencias consultadas. Esta situación puede mejorar si se emplea mayor cantidad de suero en la elaboración de ricotta.

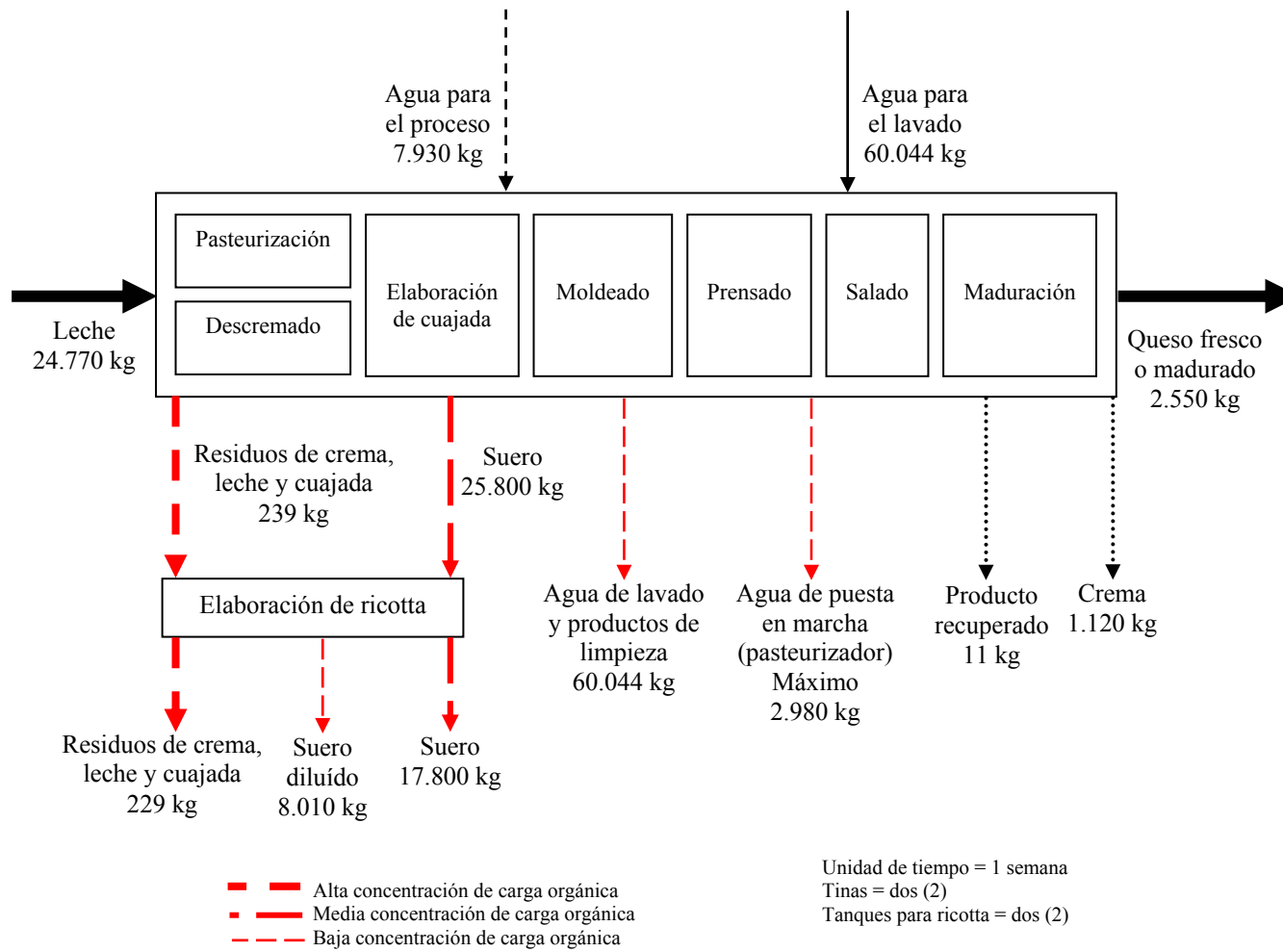


Figura 10. Balance global del proceso de elaboración de quesos frescos y madurados

Durante el desarrollo del proceso productivo, no se emplean medidas preventivas para evitar pérdidas de materia prima y producto, aminorar el volumen de efluentes líquidos generados o incrementar la eficiencia del proceso. Incluso la elaboración de ricotta no es vista como una parte complementaria del proceso productivo de quesos frescos y madurados.

En la Tabla 11, se presentan los resultados de las descargas para cada una de las etapas separando el volumen de desperdicios generados durante el proceso de los originados a partir de las actividades de lavado, señalando frecuencia y características (Ver Anexo H).

De dicha tabla se resalta que el lavado y la elaboración de cuajada con un desuerado, lavado del pasteurizador y lavado de las tinas queseras como las actividades que originan un mayor volumen desperdicios. Sin embargo, esto no es suficiente para llegar a una conclusión dado que la mayoría de los desperdicios contienen materia prima (leche) y/o producto (queso), que incrementan en gran medida el poder contaminante de la descarga debido a los altos valores de DBO de los mismos, entre 100.000 y 120.000 mg de O₂/l para la leche.

Con la Tabla 12 se realiza la identificación y jerarquización de los puntos críticos (PC), ya que para el diseño de la misma se emplearon los datos contenidos en la Tabla 2, para las etapas comunes, al igual, que aquellas actividades con un elevado volumen de desperdicios, detectados a partir de la Tabla 11. El valor de kg DBO/1.000 kg de leche procesada de la actividad de lavado del equipo de elaboración de cuajada se estimó, tomando en cuenta, el tipo de desperdicio generado.

Tabla 11. Resultados de las descargas para las etapas del proceso de elaboración de quesos frescos y madurados

Etapa o actividad	Volumen a descargar semanal (m ³)	Masa a descargar (kg/kg de materia prima procesada)	Frecuencia de descarga	Características de la descarga	Observaciones
Pasteurización (puesta en marcha)	2,98	0,12	Diario, de lunes a jueves antes de realizar la actividad	Leche, desinfectante y agua de proceso	Durante el proceso se pierde un pequeño volumen de leche que se descarga al alcantarillado, la posición de las tuberías de descarga del pasteurizador, dificulta la recolección para estimar más adelante el volumen de esta descarga.
Elaboración de cuajada (dos desuerados)	2,07	0,09	1 a 4 veces al día de lunes a jueves, dependiendo de la producción	Suero y granos de cuajada	La descarga de suero se realiza al tanque de pre-prensado y moldeado lo que permite recuperar algunos de los granos de cuajada que salen de la tina para ser devueltos a la tina. El volumen que se descarga en este primer desuerado no es muy elevado pero se encuentra más concentrado.
Lavado de cuajada	10,50	0,46		Suero diluido	Esta actividad se realiza cuando hay dos (2) desuerados y representa el mayor volumen de descarga en el proceso de elaboración de este tipo de cuajada, ya que es el desuerado definitivo. Se recuperan los granos restantes en la tina empleando más agua para efectuar el arrastre.
Elaboración de cuajada (un desuerado)	11,74	0,51		Suero	Aunque no se aprecian pérdidas de producto, las pérdidas en porcentaje de materia grasa contenido en el suero representa la carga orgánica de esta descarga. Este tipo de proceso se realiza para la elaboración de algunos queso madurados duros que poseen un pH bajo.
Elaboración de ricotta	6,68	0,29	1 a 3 veces al día de lunes a jueves, dependiendo de la producción	Suero diluido	Esta actividad no se realiza diariamente, depende de la cantidad de suero generado en la elaboración de cuajada. Cuando se emplea una sola tina, generalmente el suero se considera insuficiente y simplemente se descarga a la alcantarilla. El suero resultante de la elaboración de la ricotta posee menor carga orgánica que el suero que se emplea, logrando reducir el poder contaminante de la descarga y aprovechando el contenido graso del suero.
Elaboración de mozzarella	3,45	ND	Mensual, dependiendo de la producción	Suero y agua	El volumen de descarga que se muestra es para el día de producción debido a que la actividad se cumple con una frecuencia menor a la unidad de tiempo establecida (una semana). Si no hay pedido de este producto, no se efectúa el proceso de elaboración. Se realizan dos (2) desuerados cuando se elabora la cuajada y se consumen grandes cantidades de agua para amasar la cuajada y formar las piezas para la venta.

ND: No determinado

Tabla 11. Resultados de las descargas para las etapas del proceso de elaboración de quesos frescos y madurados

(Continuación)

Etapa o actividad	Volumen a descargar semanal (m ³)	Masa a descargar (kg/kg de materia prima procesada)	Frecuencia de descarga	Características de la descarga	Observaciones
Pasteurización (lavado de equipo)	12,91	0,52	Diario, de lunes a jueves luego de realizar la actividad	Residuos de leche, productos de limpieza (principalmente soda y desinfectante) y agua de lavado	No se recupera materia prima antes de realizar el lavado. No pudo estimarse el volumen de la descarga de leche por la posición de las tuberías de descarga del pasteurizador, pero se conoce que su poder contaminante es elevado.
Descremado (lavado de equipo)	2,66	0,11	Diario, de lunes a jueves luego de realizar la actividad	Residuos de leche descremada y crema, productos de limpieza (principalmente soda y desinfectante) y agua de lavado	La crema se genera durante el proceso de separación centrífuga. Antes de iniciar el lavado no se recupera crema o leche descremada. Ambos volúmenes se desconocen, durante el lavado el agua y dichos productos rebosan del borde del equipo y no pueden ser recogidos de manera efectiva para efectuar una estimación posterior.
Elaboración de cuajada (lavado de equipo)	12,05	0,49	Diario, de lunes a jueves luego de realizar la actividad.	Residuos de cuajada, suero y productos de limpieza (detergente y desinfectante) y agua de lavado	Hay tres (3) tinas queseras pero usualmente se emplean solo dos a la semana. Se realiza un lavado menor para eliminar los granos de cuajada y suero de las paredes y al fondo de la tina evitando que los residuos se acumulen y se adhieran con firmeza dificultando las actividades subsecuentes de lavado. Hay ocasiones en las que este lavado no se efectúa por falta de tiempo.
	15,48	0,63	Semanal	Residuos de cuajada, suero y productos de limpieza (principalmente soda y desinfectante) y agua de lavado	Se realiza un lavado exhaustivo, llenando el equipo por lo menos dos veces haciendo funcionar el brazo giratorio que sostiene las liras y calentando la primera mezcla de agua y soda. Este lavado podría evitarse si los lavados diarios se ejecutan con más dedicación y regularidad.
Elaboración de ricotta (lavado de equipo)	6,67	0,27	Diario, de lunes a jueves luego de realizar la actividad	Residuos de cuajada, suero y productos de limpieza (detergente y desinfectante) y agua de lavado	Normalmente se emplean dos a la semana pero se dispone de tres (3) tanques en esta área. El lavado elimina los restos de ricotta y suero de las paredes y al fondo del tanque principalmente por arrastre con agua y la ayuda de un cepillo, evitando que los residuos aumenten y se sujeten con firmeza al interior del tanque. Por la falta de tiempo, esta actividad a veces no se cumple y se ejecuta el día siguiente.

Tabla 11. Resultados de las descargas para las etapas del proceso de elaboración de quesos frescos y madurados
(Continuación)

Etapa o actividad	Volumen a descargar semanal (m ³)	Masa a descargar (kg/kg de materia prima procesada)	Frecuencia de descarga	Características de la descarga	Observaciones
Elaboración de ricotta (lavado de equipo)	3,63	0,15	Semanal	Residuos de cuajada, suero y productos de limpieza (principalmente soda y desinfectante) y agua de lavado	El lavado consiste en llenar el tanque por lo menos dos veces calentando la primera mezcla de agua y soda, de esta forma se asegura la remoción efectiva de los residuos logrando una limpieza completa. El tanque debe ser llenado nuevamente para deshacerse de la soda residual del equipo. Este lavado podría evitarse si los lavados diarios se ejecutan con más formalidad.
Pre-prensado y moldeado (lavado de equipo)	2,96	0,12	Diario, de lunes a jueves luego de realizar la actividad	Residuos de cuajada, suero, productos de limpieza (detergente y desinfectante) y agua de lavado	Aunque hay cuatro (4) tanques, frecuentemente se emplean dos (2) a la semana. En ocasiones antes de iniciar el lavado se recuperan los residuos de cuajada pero no es una práctica regular.
Moldeado (lavado de moldes)	1,85	0,07	Diario, de lunes a jueves luego de realizar la actividad	Residuos de cuajada, suero, productos de limpieza (detergente y desinfectante) y agua de lavado	Se utiliza el tanque de pre-prensado y/o los tanques de lavado para remojar los moldes y luego lavarlos individualmente. Por último se rocían con desinfectante.
Prensado (lavado de equipo)	0,17	0,01	Semanal	Residuos de cuajada, suero, productos de limpieza (detergente y desinfectante) y agua de lavado	Los residuos de cuajada van directamente al alcantarillado. La cantidad de estos residuos depende en gran parte del cuidado que tenga el personal al momento de voltear los quesos durante el proceso de prensado.
Elaboración de mozzarella (lavado de equipo)	0,47	ND	Mensual, luego de realizar la actividad	Residuos de queso, suero, productos de limpieza (detergente y desinfectante) y agua de lavado de lavado	El volumen de descarga que se muestra, es para el día de producción debido a que la actividad se cumple con una frecuencia menor a la unidad de tiempo establecida (una semana). Los equipos de amasado y formación de piezas pueden ser considerados de pequeña escala. El queso adherido a los equipos se desecha directamente a la alcantarilla, solo los pedazos más grandes son recuperados.
Pisos de la cava (lavado)	0,05	6,18x10 ⁻³	2 a 3 veces por semana	Residuos de salmuera, sal, detergente y agua de lavado	Dentro de las cavas no hay mangueras de agua se utilizan tobos. El agua pondría en peligro al queso que está madurando por el alto riesgo que representa que los mismos se mojen o humedezcan por error, perjudicando el proceso de maduración.
Pisos (lavado)	1,52	6,15x10 ⁻²	Semanal	Residuos de cuajada, suero, detergente y agua de lavado	La manguera permanece abierta en el trayecto entre la válvula de agua y el lugar que se está lavando y viceversa, por lo que hay botes innecesarios de agua en el desarrollo de esta actividad. Lo mismo ocurre cuando se lava cualquier equipo en esta área de producción.

ND: No determinado

Tabla 12. Comparación de valores en etapas comunes de la elaboración de quesos

Etapa o Actividad	Valores referenciales		Valores kg desperdicio/kg de materia prima procesada
	kg desperdicio/kg de leche procesada	kg DBO/1.000 kg de leche procesada	
Separación de Leche Descremada (Lavado del equipo)	0,01	0,08	0,11
Pasteurización (Puesta en marcha y lavado del equipo)	0,50	0,70	0,64
Elaboración de la Cuajada: Coagulación, Corte, cocinado y drenado de la cuajada	0,20	0,20	0,51
Elaboración de la Cuajada (lavado del equipo)	NSR	0,08	1,12
Lavado de la cuajada	1,0	0,15	0,46

Las etapas comunes presentadas en la Tabla 12, se encuentran por encima de los valores reportados señalando a estas etapas como punto crítico (PC). A pesar que el lavado de la cuajada, no sobre pasa estos valores referenciales, el alto volumen de desperdicios generados durante esta actividad y que se muestran en la Tabla 11, llevan a clasificar dicha etapa como punto crítico (PC).

La disminución simultánea de la cantidad y calidad de los desperdicios, logra resultado más representativos, por ello, se realiza la comparación entre ambas variables para jerarquizar las actividades que primero deben ser consideradas durante la realización de las propuestas.

Se llega a la conclusión, a partir del proceso de jerarquización, que durante la elaboración de quesos frescos y madurados, las siguientes actividades son los puntos críticos (PC), ordenadas de acuerdo a su impacto ambiental:

- ✓ Puesta en marcha del pasteurizador y lavado del equipo, es el más crítico debido a la elevada cantidad de desperdicios y carga contaminante.

- ✓ Descarga de suero durante la elaboración de la cuajada.
- ✓ Lavado del equipo (tinajas) empleado para la elaboración de la cuajada.
- ✓ Lavado del equipo de separación centrífuga o descremado de la leche.
- ✓ Descarga de suero diluido producto del lavado de la cuajada.

Durante el tiempo de observación se pudo recolectar datos acerca de la cantidad de producto (queso) que es recuperado al culminar el proceso productivo de elaboración de quesos frescos y madurados, para ser reprocesado y tiene un valor aproximado de 539 kg de queso/año. Esto significa un costo adicional para la empresa y por lo tanto puede ser considerado como una pérdida de producto.

Durante el proceso productivo, una de las principales causas del alto volumen de descargas son las fallas en el control de las condiciones de operación originadas, por descuidos por parte del personal operativo. No obstante, cuando se efectuó la recolección de la información relacionada con el cumplimiento de las tareas del personal durante el proceso, se reflejó que las mismas durante el período de observación se cumplen en el primer intento, evidenciando que están familiarizados con el proceso productivo, están concientes de sus actividades y de las condiciones necesarias para cumplirlas. Sin embargo se generan elevados volúmenes de descargas por lo que deben considerarse otros elementos relacionados con el aspecto tecnológico, así como con el aspecto organizacional y económico de la empresa, a fin de tener un panorama completo de la situación y detectar todos los problemas.

A partir de la información recolectada concerniente a la antigüedad y, operatividad y sistema de monitoreo de los equipos involucrados en el proceso de elaboración de quesos, se elaboró el Figura 11.

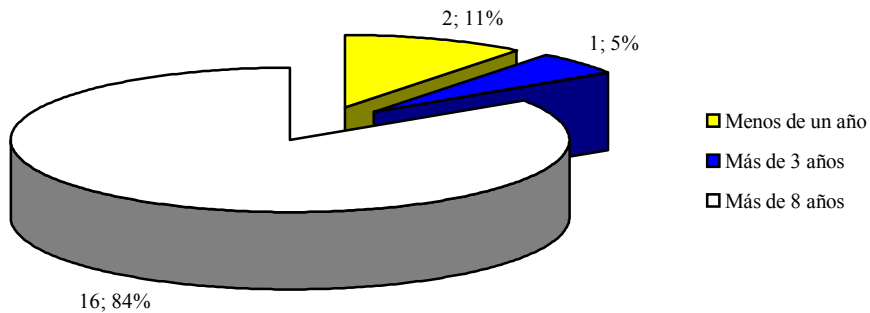


Figura 11. Antigüedad de los equipos de elaboración de quesos

La figura muestra que casi la totalidad de los equipos superan los 8 años de antigüedad. Sin embargo de los equipos ubicados en ésta área, más del 80% se encuentra en estado operativo y más del 60% cuenta con sistema de monitoreo, que aunque no son automatizados ni digitales, permiten realizar un seguimiento de las condiciones de operación. En cuanto al mantenimiento técnico de los equipos, en esta área no se efectúa ninguna revisión mecánica a menos que el equipo se dañe, en cambio todos los equipos y utensilios son lavados para mantener las condiciones sanitarias para el procesamiento.

Las declaraciones de los supervisores del área de quesos frescos y madurados, referentes al tema de adquisición de equipos y nuevos insumos es 100% afirmativa, y para la introducción de nueva tecnología es de 50%. De esta forma las respuestas obtenidas señalan una inclinación por la adquisición de equipos y nuevos insumos, que se relacionan directamente con la producción de esa área. Sin embargo, el personal desconocía los motivos de las adquisiciones pero podría suponerse que el objetivo es aumentar la cantidad y variedad del producto elaborado en esa área. Aunque la introducción de nueva tecnología parece tener una mejor aceptación en esta área, al detallar la información y confrontarla con el inventario general de equipos el resultado obtenido es que, ésta se realizó hace más de ocho años que es el

tiempo en el que se realizó la última adquisición conformada por las tinas queseras donde se elabora la cuajada actualmente.

IV.2. Aspecto Organizacional

Para iniciar el análisis del aspecto organizacional, en la Figura 12 se muestra el organigrama de la empresa objeto del estudio, donde se aprecia claramente que la misma no cuenta con departamentos o personal encargado de las áreas de higiene y seguridad industrial, ni de ambiente, mostrando un punto vulnerable que influye en las descargas producidas así como, en la calidad del producto y en la seguridad laboral dentro de la planta, ya que no existen controles y seguimientos establecidos en forma permanente.

En el organigrama, también se observa que algunos de los cargos no muestran relación con las funciones que desempeñan, probablemente debido a que no está establecida la función específica que debe realizar cada uno de los ellos según su posición jerárquica. Se visualiza específicamente, que existen dos (2) direcciones, donde en la Dirección de Producción y Mercadeo, no existe un gerente de mercadeo, que sería el facilitador entre la empresa y los clientes, mejorando las condiciones de entrega de mercancía y la satisfacción de los compradores. Por otra parte, la sección de control de calidad, depende de la gerencia de planta. Dada la necesidad de la objetividad que se requiere en el aspecto de calidad, se muestra un conflicto de intereses que puede entorpecer el desempeño de esta sección. Es importante destacar que la eficiencia de cada uno de los departamentos y/o gerencias puede verse comprometida al no existir limitaciones claramente definidas en sus funciones y alcances.

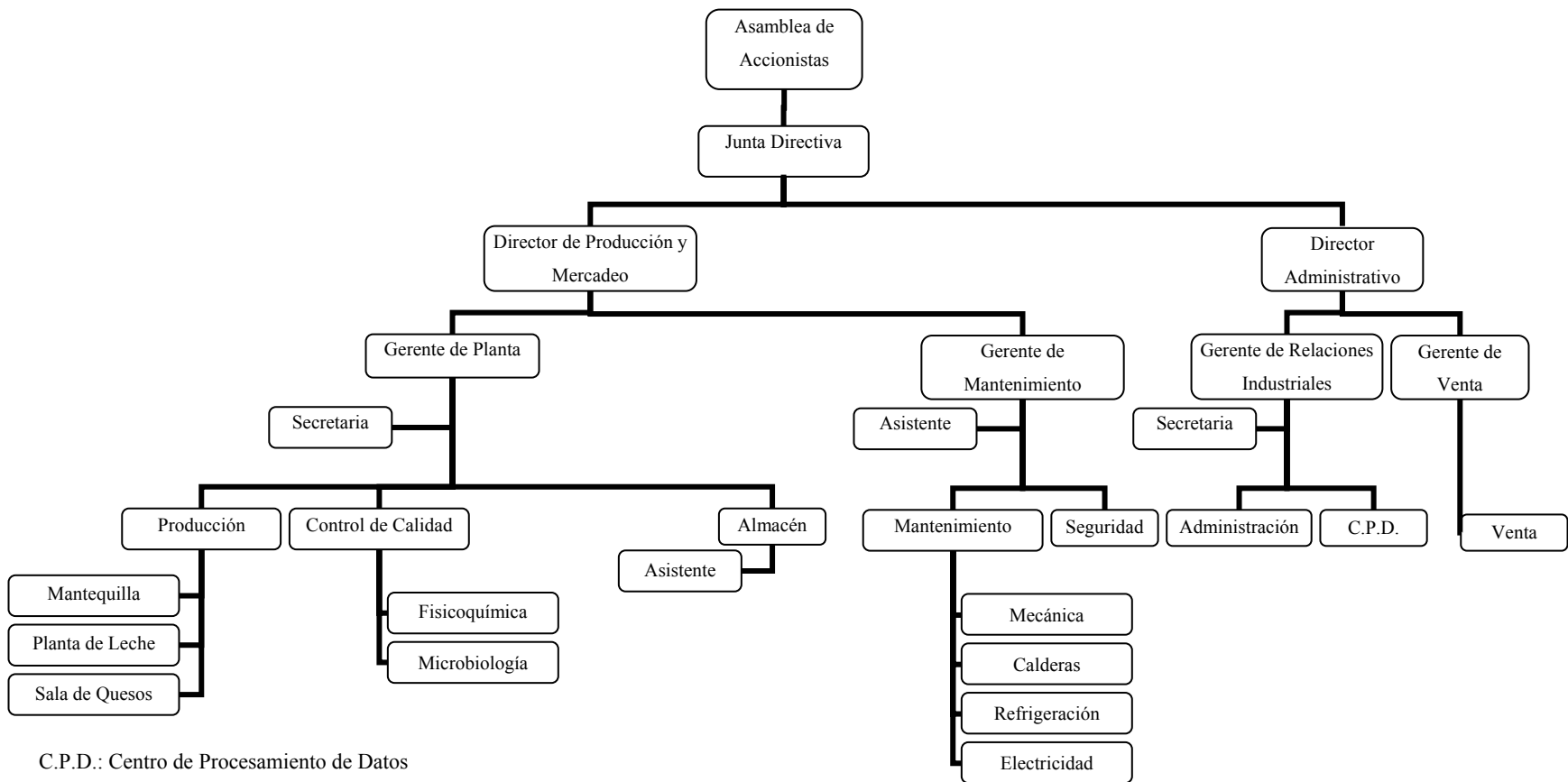


Figura 12. Organigrama de una industria de derivados lácteos

La empresa posee una larga trayectoria en el sector lácteo nacional, esto implica de alguna forma que existen tendencias o tradiciones acumuladas a lo largo del tiempo que favorecerán o impedirán la aplicación de ciertas medidas. La Figura 13 muestra los hitos más importantes desde su fundación, que permitieron conocer la evolución de la empresa y fueron extraídos del Anexo G, donde se presenta la síntesis histórica de la empresa en estudio.

							Mayor diversidad en los productos
							Instalación de equipos de pequeña escala para productos nuevos
	Producción diaria de 500 kg de mantequilla. Elaboración de quesos	Descenso en la producción sin dejar de producir	Incremento notable de las operación y producción				Producción diaria aproximada de 5.000 kg de mantequilla.
	Procesamiento diario de 7000 litros de leche	Escasez de materia prima	Se constituye como Compañía Anónima				Se procesa crema de leche para la elaboración de mantequilla
	Pasterización, descremado, batidoras, control de calidad, etc. No tenía nada que envidiarle a empresas del Sur o Norte de América	Forma parte de los bienes restituidos a la nación	Empresa en manos del sector privado	Comprada por personal laboral con gran trayectoria en la empresa	Adquisición de receptoría de leche en el Edo. Apure		Cobertura nacional sin planes de expansión al exterior
Año	1.908	1.935	1.957	1.974	1995		2.003

Figura 13. Evolución de la empresa

La reseña histórica de la empresa no muestra grandes detalles acerca de los cambios tecnológicos realizados en estos años a excepción del cambio de materia

prima, de leche fresca a crema de leche, en la elaboración de mantequilla. La adquisición de la receptoría de leche en el Estado Apure constituyó una inversión e innovación tecnológica para la empresa, que permite establecer los parámetros de calidad de una parte de la materia prima (leche) empleada para la elaboración de quesos frescos y madurados. Al disponer de materia prima de alta calidad, se incrementa la eficiencia del proceso productivo, en cuanto a calidad de producto y cantidad de desperdicios generados. Además, la receptoría proporciona a la empresa, queso para la venta y reprocesamiento, por lo que los desperdicios asociados a esos procesos productivos no se generan dentro de la empresa, disminuyendo la cantidad de desperdicios generados, así como su poder contaminante.

A pesar de ello, existen detalles que describen y dan una idea clara de las intenciones actuales de la empresa. Por ejemplo, desde su fundación la empresa no ha expresado su interés por el mercado internacional, sin embargo busca diferentes formas de mantenerse dentro del mercado nacional con la elaboración de nuevos productos, dada la presencia de empresas pertenecientes al mismo sector en el país. Durante su larga trayectoria ha atravesado circunstancias políticas y económicas que han mermado su producción y sin embargo la empresa se ha mantenido en operación. Dado que la misma fue adquirida por personal de larga trayectoria en la empresa, hace suponer, que a pesar del cambio de tecnología evidentemente necesario para aumentar la producción de 500 kg de mantequilla diarios hasta valores de aproximadamente 5.000 kg, la manera en la que operan y administran contiene rasgos que la definen como tradicional, además de ser consecuentes con respecto a la calidad de los productos que la han caracterizado, como es el caso de la mantequilla en lata.

El recurso humano es un elemento fundamental para cualquier empresa, por ello es esencial valorarlo y tomarlo en cuenta al momento de proponer las medidas que se ajusten mejor con la realidad de la empresa, y obtener resultados provechosos no sólo para la empresa, sino para el empleado y el ambiente sin comprometer las especificaciones del producto.

Durante el tiempo de permanencia y observación dentro de la empresa, se recopiló la información que se consideró necesaria para el diagnóstico. La información obtenida del personal que labora referente a su nivel de instrucción y tiempo laborando en la empresa, se procesó y originó las Figuras 14 y 15 respectivamente.

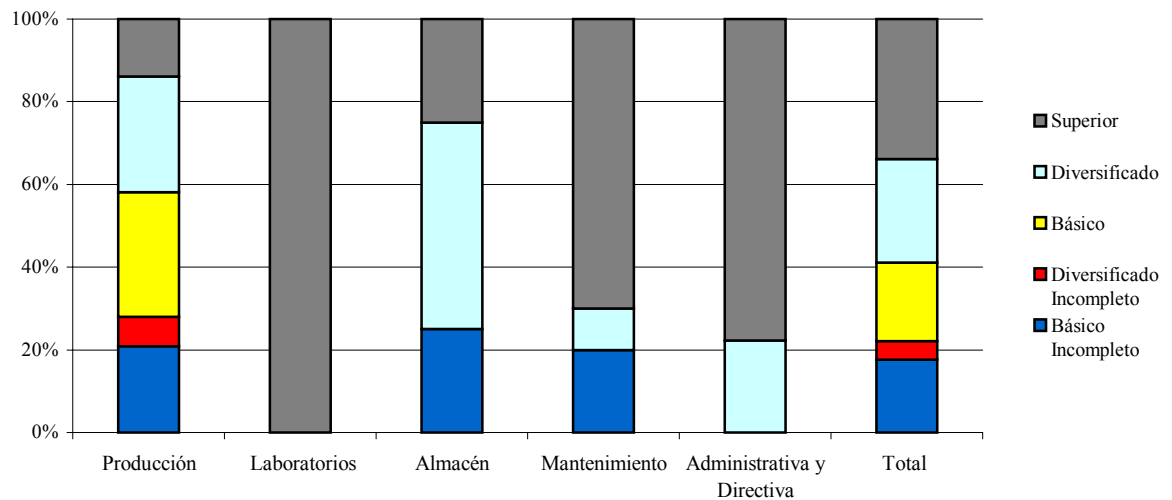


Figura 14. Nivel de instrucción en la empresa

De acuerdo a la figura, se evidencia un nivel de instrucción bastante pobre en el área de producción, tomando en cuenta la importancia de algunas etapas que requieren un seguimiento y control permanente. No obstante, el personal cumple con sus actividades asignadas dentro del proceso productivo. En el área de mantenimiento el nivel de formación es alto, sin embargo, éste recurso no es aprovechado debidamente por la empresa ya que las revisiones mecánicas a los equipos son escasas e irregulares. Las áreas de laboratorio y administrativa son las únicas que muestran un nivel de instrucción alto, donde la totalidad del personal del laboratorio realizó estudios superiores.

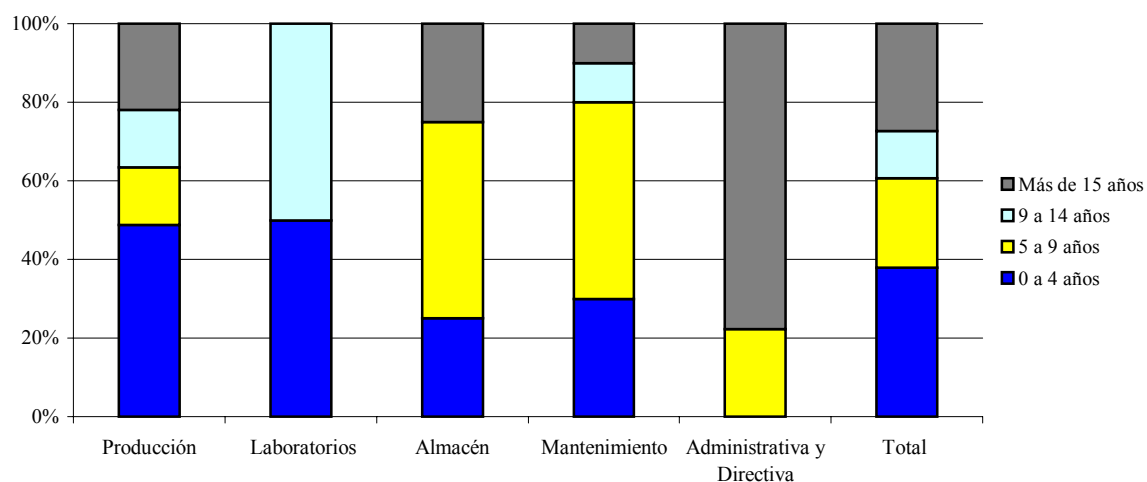


Figura 15. Tiempo laborando en la empresa

Según la figura, casi el 80% del personal administrativo y directivo tiene más de 15 años en la empresa, lo que puede presentar algún tipo de obstáculo al momento de proponer las medidas preventivas, ya que tienen una larga tradición en la forma como realizan sus actividades en todos los niveles de la empresa.

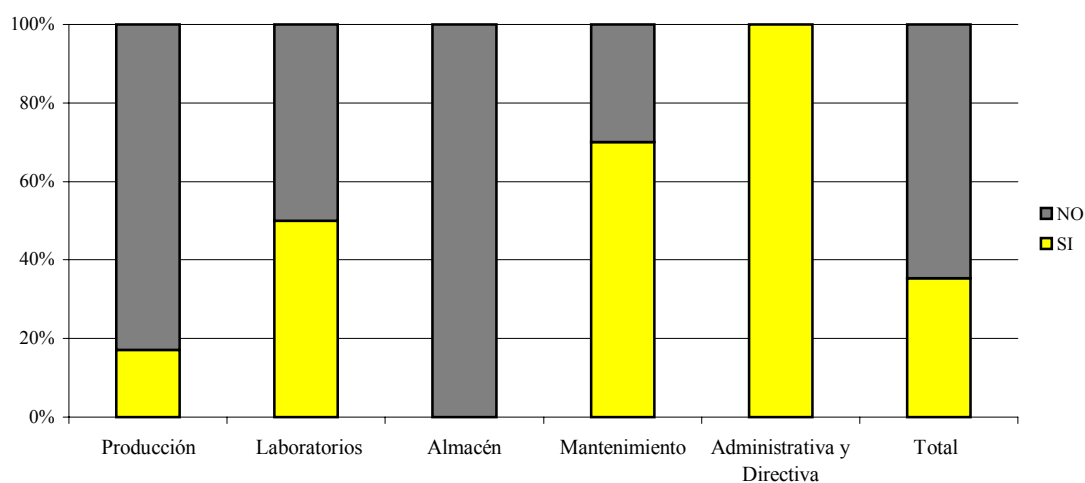


Figura 16. Capacitación en servicio en la empresa

En la figura se observa que la instrucción que recibe el personal mientras labora en la empresa (capacitación en servicio) en el área de producción, mantenimiento y laboratorios no es una actividad dirigida por personal de la empresa o incentivada para ser desempeñada fuera de sus instalaciones. Esto lleva a la falta de información y actualización del personal en relación a nuevas maneras de mejorar su desempeño en las diferentes actividades asignadas.

Con base en las respuestas del personal supervisorio, gerencial y directivo, probablemente hay una inclinación por la introducción de nuevo personal a causa de despidos, necesidad de personal por el aumento de la producción y reemplazo de personal. Los traslados de personal de un área a otra, es una práctica común y continua, que guarda una relación estrecha con la necesidad de personal en otras áreas de producción de la empresa. Es común que al aumentar la producción en un área determinada, se efectúe el traslado del personal para cubrir la necesidad inmediata. Normalmente el personal trasladado realiza actividades de empaclado y envasado del producto en el área de mantequilla o en la sala de quesos, donde se elabora una variedad de productos que incluyen quesos fundidos, queso crema, dulce de leche, yogurt, entre otros.

Se efectuaron algunas observaciones relacionadas con el aspecto organizacional en elementos como la edificación e instalaciones, personal, requisitos higiénicos de la producción, aseguramiento de la calidad, programa de saneamiento y almacenamiento. Las mismas se ven reflejadas en la Tabla de Chequeo contenida en el Anexo E, basada en las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para el Consumo Humano. A partir de ellas pudieron realizarse las siguientes conclusiones:

- ✓ La edificación y sus instalaciones cumplen con las condiciones necesarias para que la planta continúe operando, aunque la empresa tiene aproximadamente 100 años operando de manera continua. Existen pequeñas fallas que pueden ser corregidas a corto plazo sin que ello afecte

el mantenimiento sanitario, la desinfección, limpieza general de los diferentes ambientes o las actividades de producción.

- ✓ No todo el personal tiene formación en materia de manipulación de alimentos, esto se debe a que una parte del personal tiene más de quince años laborando en la empresa y la exigencia de certificados en la manipulación de alimento no era práctica obligatoria al momento de su contratación. El personal recibe información relacionada con sus actividades cuando ingresa en la empresa, sin embargo no se realizan o coordinan actividades para reforzar el proceso de capacitación durante su tiempo en servicio, esto lleva a un proceso de auto capacitación a medida que se incrementa su experiencia laboral en la empresa. No obstante, se observó que el personal se desempeña en sus labores con soltura y limpieza.

- ✓ El Programa de Saneamiento no es revisado periódicamente y la empresa no posee personal destinado para llevar a cabo dicho programa, a pesar de ello se observó que la empresa mantiene niveles adecuados de limpieza, desinfección y mantenimiento en el establecimiento evitando posibles daños o contaminación al alimento.

- ✓ Los requisitos higiénicos de la producción en la empresa resultan satisfactorios pero no completamente eficientes, pero las pequeñas fallas podrían ser corregidas con acciones ajustadas a la situación y aplicadas de forma continua. El aseguramiento de la calidad cumple con las expectativas y necesidades de la empresa, certificando la calidad e inocuidad del producto, así como de las materias primas e insumos involucrados en el proceso, sin embargo en esta área se observa como factor perjudicial la insuficiencia de personal asignado a los dos (2) laboratorios.

- ✓ El área de almacenamiento, aunque se muestra satisfactoria en la mayoría de los aspectos observados, se observa una falla importante que podría comprometer algunas de las buenas prácticas, además de poner en riesgo al personal y materiales resguardados en el mismo. Este hecho específico, consiste en el escaso espacio disponible en el área de almacén el cual es insuficiente para la cantidad de productos y materias primas que maneja la empresa, lo que podría provocar errores al momento de rotar la materia prima, insumos y productos para la venta, y no se cumpliría con el principio “Primero Entra, Primero Sale”, ocasionando pérdida económica y del material (materia prima, insumo y productos) por caducidad.

Las fallas detectadas durante el período de observación, entre ellas la no correspondencia de los cargos mostrados en el organigrama y sus funciones, carencia de personal asignado a tareas específicas de higiene, seguridad y saneamiento, falta de capacitación en servicio del personal laboral, insuficiencia de recurso humano en áreas como laboratorios y espacio físico insuficiente en el almacén, sugieren la necesidad de emprender cambios en el aspecto organizacional, no sólo para disminuir la cantidad de desperdicios sino para incrementar la eficiencia de todo el proceso, desde el momento en que se recibe materia prima hasta el instante en el cual se realiza el despacho del producto vendido.

Los problemas no afectan gravemente el desempeño de las actividades en todos los niveles en la empresa y no impiden la obtención de un producto de calidad e inocuidad, pero son claros los signos que muestran fallas y que afectan la eficiencia, así como la generación de descargas de desperdicios durante el desarrollo de los procesos productivos de elaboración de mantequilla y quesos.

IV.3. Aspecto Económico

Al realizar un análisis de la información suministrada por la empresa, se detectó que a pesar de recibir gran número de devoluciones en venta⁹ catalogadas por la empresa como en mal estado y en buen estado (por errores en la facturación y por no desear el producto), costos de fabricación, gastos generales, entre otros; la empresa ha podido mantenerse a través de toda su trayectoria, siendo la producción de mantequilla y quesos la que genera mayores ingresos.

De la información suministrada acerca de las inversiones realizadas por la empresa, la adquisición de nuevos equipos efectuados durante el ejercicio 2001-2002 representa apenas el 9% de los ingresos por venta para ese mismo ejercicio. No obstante, según lo observado durante el tiempo de permanencia en la empresa la inversión sólo se justifica para reemplazar algún equipo totalmente deteriorado o aumentar la productividad. No se dispone de datos para determinar si se toma en cuenta el volumen de desperdicios que se genera o el consumo de más o menos recursos durante el proceso de selección.

La empresa sigue siendo totalmente de capital nacional, no hay conocimiento de la existencia de inversionistas extranjeros que estén involucrados con el desarrollo de la empresa. De igual forma no existe influencia de una casa matriz extranjera, que pueda introducir directrices o exigencias relacionadas con el desempeño ambiental o funcionamiento de la empresa y actuar como un elemento promotor para la implementación de medidas preventivas según los criterios de Producción más Limpia.

⁹ Las devoluciones catalogadas en mal estado, representan aproximadamente 13% de los ingresos por venta, mientras que las devoluciones en buen estado significan cerca del 11% de estos ingresos.

Además, no se tiene conocimiento alguno acerca de la expansión del mercado de la empresa, a través de exportaciones. Esto representa un obstáculo, debido a que no existe motivación alguna para efectuar inversiones significativas con el fin de cumplir con las regulaciones y estándares de los clientes internacionales. Además, se requiere niveles más altos de eficiencia no sólo para introducirse sino para lograr competir en este mercado.

Según estos factores, la implementación de los criterios de Producción más Limpia en la empresa, no se hará de manera inmediata. Sin embargo, las medidas propuestas buscan agilizar el proceso, al tomar en consideración la factibilidad técnica y económica de la empresa. Para lograr la aceptación de las propuestas debe hacerse énfasis en los beneficios económicos obtenidos a partir de la implementación, reflejados en el ahorro de agua, material de empaque, y en la disminución de los costos de producción al prevenir las pérdidas (producto y material de empaque), lográndose una mayor eficiencia del proceso, un mejor aprovechamiento de los recursos (humanos y materiales), y desempeño ambiental.

V. PROPUESTAS PARA LA INCORPORACIÓN DE LA VARIABLE AMBIENTAL EN LA GESTIÓN EMPRESARIAL

Durante este estudio se detectaron fallas en diferentes niveles de la empresa que muestran elevados volúmenes de desperdicios, derroche de recursos, pérdidas de producto y material de empaque. Entre ellas se tiene:

- ✓ Puntos críticos (PC) relacionados con elevados volúmenes de efluentes y carga orgánica, en las etapas de los procesos productivos de elaboración de mantequilla (pasteurización, batido, empaçado y enlatado), y quesos frescos y madurados (descremado, pasteurización, elaboración y lavado de cuajada).
- ✓ Consumos significativos de agua durante el proceso de elaboración de mantequilla y del lavado de los equipos de ambas áreas de producción (mantequilla y quesos frescos y madurados).
- ✓ Pérdidas de material de empaque en la elaboración de mantequilla y pérdidas de producto en la elaboración de mantequilla y quesos, ocasionado por el descuido y falta de entrenamiento del personal, mantenimiento mecánico irregular y errores en la facturación del producto destinado a la venta.
- ✓ Problemas en la planificación de las actividades de producción a corto plazo.
- ✓ Carencia de personal calificado destinado a tareas relacionadas con la higiene, seguridad, saneamiento y ambiente.
- ✓ Poca aceptación de prácticas preventivas y nuevas tecnologías en los procesos productivos de elaboración de mantequilla y queso.

Las fallas se encuentran relacionadas con los tres elementos de la gestión empresarial (tecnológico, organizacional, económico). Sin embargo, sólo se formularon propuestas para el aspecto tecnológico y organizacional, teniendo en cuenta los estímulos y obstáculos presentes que pudieran influir en el proceso de

aceptación e implementación de las mismas. En cuanto al elemento económico, aún cuando se consideró para la formulación de las propuestas, no se desarrollaron propuestas específicas dado que por la cantidad de factores a considerar,¹⁰ serían las más difíciles de aceptar.

Se considera que los cambios a nivel operativo, aunque requieren de una inversión inicial, sus resultados se pueden observar a corto plazo. Sin embargo, la importancia de la interrelación entre todos los elementos de la gestión empresarial para lograr un mejor desempeño ambiental, sugiere la actuación simultánea en los niveles tecnológico y organizacional.

Los cambios a nivel organizacional requieren como paso previo la aceptación de la Junta Directiva y después la concienciación y capacitación del resto del personal de la empresa, por lo que el plan de acción contempla un número importante de actividades para lograr este fin.

V.1. Formulación de las Propuestas

Con base en las fallas detectadas, se recomiendan algunas prácticas y cambios a nivel operativo y organizacional para disminuir los desperdicios, específicamente efluentes líquidos, e incrementar la eficiencia durante ambos procesos productivos (mantequilla y quesos frescos y madurados). En la elaboración de las propuestas se partió de premisas tales como que no ameritaran una significativa inversión inicial de capital, así como equipos o costos adicionales para su implementación.

Dado que el ahorro de agua tiene un impacto directo en el volumen de efluentes generados, las propuestas operativas tienen como base, disminuir el consumo de agua

¹⁰ Como políticas de la empresa relacionadas con inversiones, capital y planes de expansión

en las diferentes actividades de la empresa. Mientras que las propuestas a nivel organizacional tienen como objetivo aumentar la eficiencia global de la empresa, que incidirá en todas las áreas (producción, mantenimiento, laboratorios, almacén y administrativa), logrando así una disminución del volumen de efluentes, optimización del uso de los recursos, beneficios económicos que incrementarán sus ganancias y finalmente el inicio del proceso de incorporación de la variable ambiental dentro de su gestión empresarial.

V.1.1. Propuestas Operativas para el Área de Producción de Mantequilla

1. Reutilizar el agua de lavado del pasteurizador para el aprovechamiento de los recursos (agua y productos de limpieza) en él:
 - 1.1. Lavado de pisos el cual debe realizarse diariamente al finalizar la jornada en el área de producción.
 - 1.2. Lavado de las batidoras, para ello deberá hacerse el último lavado del pasteurizador el mismo día que se vaya a realizar el lavado de las batidoras. Como el lavado del pasteurizador debe realizarse al finalizar la jornada del día, se presentan dos opciones:
 - 1.2.1. Seguir pasteurizando de lunes a jueves y lavar las batidoras el día jueves antes de terminar las labores de ese día.
 - 1.2.2. Realizar la pasteurización de la crema de lunes a viernes y lavar las batidoras el día viernes.
2. Almacenar el suero de mantequilla en el tanque de 20.000 litros de crema de leche el cual no se utiliza, para luego reutilizarlo como sustituto parcial (50 o 75%) de la leche en la elaboración de yogurt con azúcar. Sin embargo, para conseguir óptimos resultados es necesario que la elaboración de yogurt se convierta en una práctica constante, ya que el

tanque de crema de leche alcanzará su límite al efectuar quince (15) batidas.

V.1.2. Propuestas Operativas para el Área de Producción de Quesos Frescos y Madurados

3. Reutilizar el agua de lavado del pasteurizador para el aprovechamiento de los recursos (agua y productos de limpieza) en el lavado diario de la tina, por lo que es indispensable coordinar el lavado de ambos equipos.
4. Realizar el lavado diario después de usar las tinas donde se elabora la cuajada y los tanques de elaboración de ricotta, así se evitará la presencia de residuos de producto adheridos a las paredes. De esta forma podrá prescindirse del lavado semanal en el cual debe llenarse la tina o tanque completamente para remover dichos residuos.

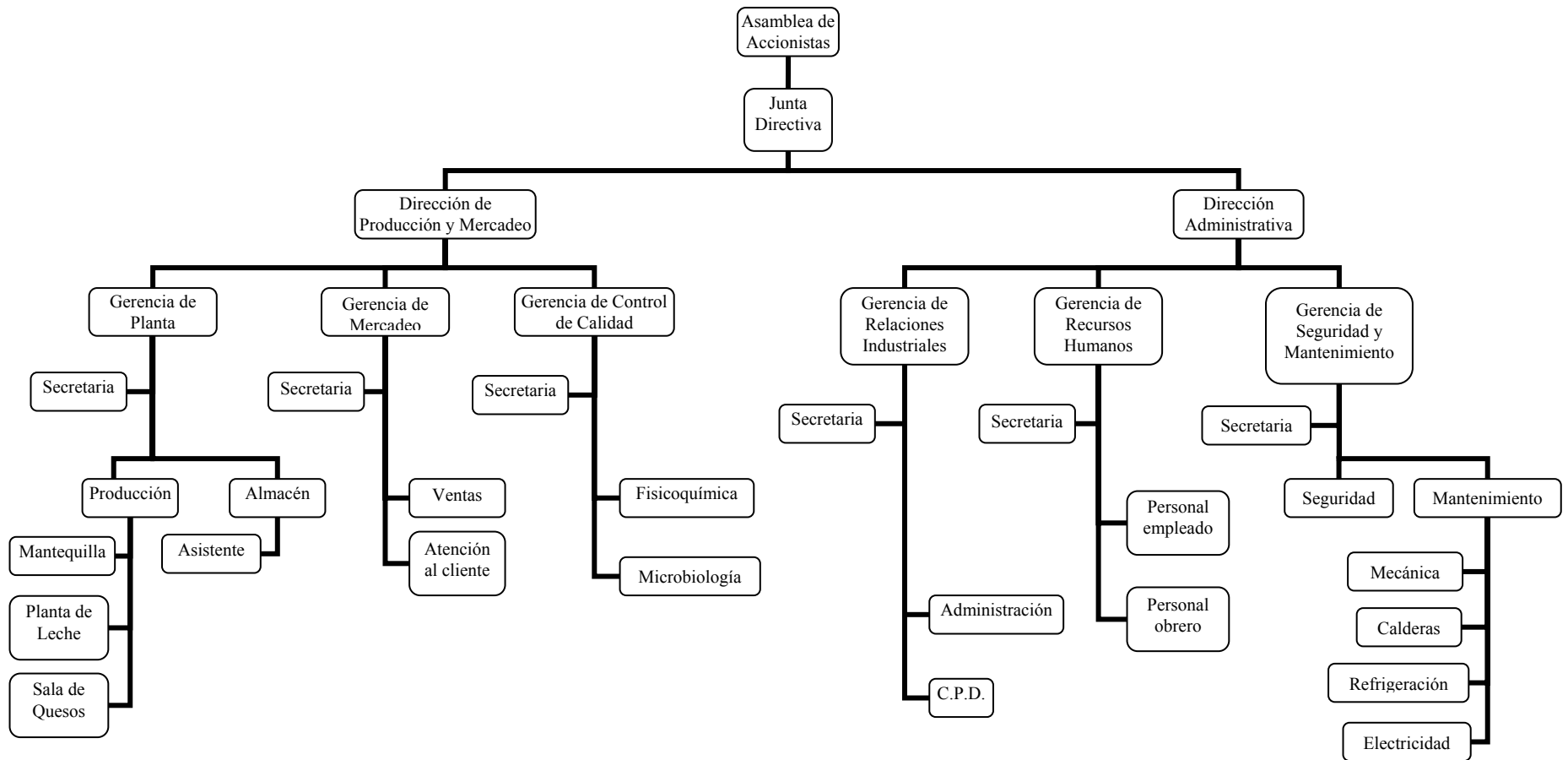
V.1.3. Propuestas Operativas para Ambas Áreas

5. Realizar pruebas durante la puesta en marcha del pasteurizador, a fin de conseguir el menor tiempo posible de operación para cumplir con el objetivo de dicho proceso. Debido a que durante la puesta en marcha se utiliza agua y se generan grandes volúmenes de efluentes, la disminución del tiempo de duración de este proceso consumirá menos agua y generará menos efluentes.
6. Colocar dispositivos en las mangueras para aumentar la presión del agua (pistolas de dispersión) y con cierre automático, que permitan disminuir el tiempo de lavado de pisos y equipos, consiguiendo una reducción en la

generación de efluentes y lograr un menor consumo de agua, optimizando así dicho insumo.

V.1.4. Propuestas a Nivel Organizacional

7. Modificar el organigrama de la empresa, tomando en consideración los lineamientos de planificación estratégica, en torno a la organización de estructura y funcionalidad de la empresa. La estructura horizontal o plana propuesta, implica coordinación entre las gerencias e incremento de la eficiencia global de la empresa: (Ver Figura 17)
 - 7.1. Dirección de Producción y Mercadeo:
 - 7.1.1. Adscribir la Gerencia de Ventas a y transformarla en Gerencia de Mercadeo.
 - 7.1.2. Elevar la sección de Control de Calidad a la categoría de Gerencia.
 - 7.2. Dirección administrativa:
 - 7.2.1. Adscribir la Gerencia de Mantenimiento y transformarla en Seguridad y Mantenimiento.
 - 7.2.2. Crear la Gerencia de Recursos Humanos, con dos (2) departamentos a su cargo, personal obrero y empleado.
8. Elaborar el manual de operación para el proceso productivo de la mantequilla y de quesos frescos y madurados, que permita realizar una mejor supervisión de las condiciones de operación de ambos procesos productivos y del desempeño del personal operativo. Así se garantiza la calidad del producto final, la optimización de los recursos materiales y humanos y en consecuencia disminuir el impacto ambiental ocasionado al disminuir el volumen de efluentes descargados al ambiente.



C.P.D.: Centro de Procesamiento de Datos

Figura 17. Propuesta de organigrama estructural y funcional

9. Sistematizar los registros del área de producción a través de un modelo sencillo propuesto elaborado en Excel (Figura 18), de manera que pueda efectuarse la planificación de las actividades de producción en las áreas de mantequilla y planta de leche donde se elaboran los quesos frescos y madurados, que contenga la información necesaria para el control y seguimiento de las materias primas, insumos, producto terminado para la venta, reprocesamiento, y pérdida de material de empaque. Esto permite:
 - 9.1. Planificar la producción de mantequilla para evitar que sólo se realice una batida en el día, así se obtiene que la relación entre los efluentes generados en el lavado de equipos y la materia prima procesada sea menor. Además, se optimiza el consumo de insumos (agua y productos de limpieza) y el recurso humano.
 - 9.2. Establecer una herramienta de control y supervisión de las operaciones de manera que, al notar un incremento en las pérdidas de producto y material de empaque en el área de empaque y enlatado, pueda evaluarse la situación y tomar las medidas necesarias para corregirla.
 - 9.3. Planificar la producción para que el procesamiento de leche sea igual o superior a los 6.000 litros, es decir, la capacidad de dos tinas. Esto asegurará que el volumen de suero producido sea reutilizado para la elaboración de ricotta, ya que si el volumen de suero no llena por lo menos uno de los tanques destinados para la elaboración de ricotta, el mismo es desechado directamente al alcantarillado.

10. Promover la capacitación en servicio del personal operativo de la empresa para lograr una mejor ejecución de las actividades asignadas, bien sea con cursos o talleres dictados por los supervisores o el gerente de planta o fuera de las instalaciones de la empresa por personal competente.

Mantequilla																														
Fecha de Fabricación	Identificación del Lote	Tipo de Mantequilla	Materia Prima a procesar					Materia Prima a Pasteurizar	Batidora	Producto Terminado					Cantidad de Material perdido				Mantequilla			Observaciones								
			Cantidad de Panelones de Crema	Crema de Leche (kg)	Aceite Vegetal (lt)	Butter - oil (lt)	Agua (lt)			N° de cajas				Panelones	Cantidad de mantequilla (kg)	N° de Latas (165 gr)	N° de Latas (360 gr)	N° de Latas (380 gr)	N° de Latas (1970 gr)	Papel de empaque	A reprocesar (kg)		Recuperada antes de Lavado (kg)	Total a Reprocesar						
										Latas (165 gr)	Latas (360 gr)	Latas (380 gr)	Latas (1970 gr)												N° de panelones					

Quesos Frescos y Madurados									
Fecha de Fabricación	Identificación del Lote	Tipo de Queso	Cantidad de Materia Prima a procesar			Procedencia de la Leche	Volumen del 1° Desuerado	Cantidad de queso recuperado (kg)	Observaciones
			Leche (lt)	ALAPRO (kg)	Agua (lt)				

Figura 18. Modelo de registro para las actividades de producción en el área de mantequilla y quesos frescos y madurados

11. Proponer la formación de un comité o comisión integrado por los supervisores de cada área de producción (mantequilla, planta de leche), el Gerente de Planta y personal directivo donde se expongan los posibles problemas presentes en las áreas, soluciones para los mismos y discutir sobre las actividades en el área de producción.

12. Modificar el formato actual, en el que sólo el Gerente de Planta maneja y asigna las actividades para el área de producción, a fin de delegarle a los supervisores de cada una de las áreas la responsabilidad de programar las actividades de la semana. De esta manera el gerente de planta, podrá invertir más tiempo en la coordinación, programación a futuro, inversiones, innovación, y otras actividades propias de su cargo, dejando las actividades rutinarias en manos de personal supervisorio. Tomando en cuenta que los supervisores tienen un conocimiento más actualizado de su área asignada y pueden realizar un mejor seguimiento de las actividades, esta práctica puede lograr la optimización de los recursos materiales y humanos. Para lograr esto, es necesario que los supervisores estén en conocimiento, por lo menos con una semana de antelación, de la demanda del producto para entonces realizar la programación.

13. Plantear un nuevo esquema en el Departamento de Mantenimiento, para realizar revisiones periódicas a todos los equipos de la empresa, especialmente a las máquinas de empaclado y enlatado de mantequilla. También deben considerarse otros equipos que por su componente mecánico o importancia dentro del proceso productivo pueden interrumpir la producción o incrementar la generación de efluentes, entre estos están: pasteurizador y batidoras en el área de mantequilla; pasteurizador, separadora centrífuga y tinas en el área de quesos frescos y madurados.

V.2. Beneficios de la Implementación de las Propuestas

De las doce (13) propuestas presentadas sólo para las seis primeras se pudo simular la condición final obtenida en cuanto a la producción de efluentes, el ahorro del recurso y el beneficio económico al realizar la implementación de dichas propuestas, los cuales se establecen como indicadores de desempeño, expresados en forma unitaria en función a la capacidad de producción.

Para los porcentajes de reducción en el consumo de agua, se tomaron de las experiencias exitosas de Producción más Limpia consultados (7,4 y 30%), y se calculó el promedio (18,7%) para proyectar los beneficios que podrían alcanzarse aplicando las propuestas en la empresa. Los resultados se relacionaron con la reducción del tiempo de consumo de este recurso para una actividad determinada. La Tabla 13 muestra los resultados estimados promedio a partir de la simulación de las aplicaciones de las propuestas operativas (Ver Anexo H).

Tabla 13. Beneficios estimados de la implementación de propuestas operativas

Propuestas	Costo de inversión (Bs)	Kg efluente/kg de materia prima procesada		Ahorro promedio de agua		
		Antes	Después de aplicar las propuestas	Volumen (m ³ /año)	Costo (Bs/año)	Valor unitario (m ³ /m ³ materia prima procesada)
Conseguir el menor tiempo posible para la puesta en marcha del pasteurizador en el área de mantequilla.	Ninguna	0,90	0,74	158	370.135	0,16
Reutilizar el agua de lavado del pasteurizador para el lavado de pisos.	Ninguna	0,21	0,17	302	705.279	0,31
Reutilizar el agua de lavado del pasteurizador para el lavado de las batidoras.	Ninguna	0,19	0,16			
Colocar pistolas de dispersión de agua con cierre automático en las mangueras del área de mantequilla. (lavado semanal) ¹¹	1.354.200	0,54	0,44			

¹¹ Se tomó en cuenta el lavado diario del carro transportador, la línea de latas y los pisos y en el semanal los tanques de pre-pasteurización.

Tabla 13. Beneficios estimados de la implementación de propuestas operativas (Continuación)

Propuestas	Costo de inversión (Bs)	Kg efluente/kg de materia prima procesada		Ahorro promedio de agua		
		Antes	Después de aplicar las propuestas	Volumen (m ³ /año)	Costo (Bs/año)	Valor unitario (m ³ /m ³ materia prima procesada)
Conseguir el menor tiempo posible para la puesta en marcha del pasteurizador en el área de quesos frescos y madurados.	Ninguna	0,12	0,10	149	347.042	0,13
Reutilizar el agua de lavado del pasteurizador para el lavado diario de la tina.	Ninguna	0,49	0,41	982	2.294.237	0,83
Reutilizar el agua de lavado del pasteurizador para el lavado semanal de la tina.	Ninguna	0,68	0,53			
Colocar pistolas de dispersión de agua con cierre automático en las mangueras del área de quesos frescos y madurados. (lavado semanal) ¹²	1.332.600	1,71	1,39			
TOTAL	2.686.800	-	-	1.590	3.716.693	1,44

La inversión inicial, aparte de no ser elevada, puede recuperarse antes de terminar el primer año de instrumentación de las propuestas, gracias a los beneficios económicos logrados al optimizar el consumo de agua en los procesos de elaboración de mantequilla y quesos frescos y madurados. Adicionalmente, cualquiera que sea el porcentaje de reducción, el mismo influye directamente en la cantidad de desperdicios generados y en su carga orgánica asociada, mejorando el desempeño ambiental de la empresa.

Actualmente la empresa tiene pérdidas de producto y material de empaque, que evidencia fallas en ambos procesos productivos relacionados con el personal operativo, el mantenimiento mecánico de los equipos, y en consecuencia con la eficiencia de los procesos. Las propuestas organizacionales son igualmente efectivas y pueden contribuir en la disminución del volumen de efluentes y al mejor

¹² Se tomó en cuenta el lavado diario de las tinas, tanques de ricotta, tanques de pre-prensado y moldeado y en el semanal las tinas, tanques de ricotta y los pisos.

aprovechamiento de los recursos. No obstante, es necesario un período mayor para obtener resultados.

La implementación de las medidas relacionadas con el nivel organizacional permitirá disminuir dichas pérdidas. En la Tabla 14, sólo se muestran algunos beneficios relacionados con pérdidas de material de empaque y de producto en ambas áreas. Para realizar la proyección de los resultados se supuso una reducción inicial de las pérdidas en un 20%, porcentaje que podría fácilmente incrementarse en la medida en que la empresa acepte y desarrolle las propuestas formuladas y las mismas formen parte de las actividades propias a cumplirse en la empresa.

Tabla 14. Beneficios estimados de la implementación de propuestas organizacionales

	Antes		Después		
	Cantidad anual	Costo anual (Bs/año)	Ahorro promedio		
			(cantidad/año)	(Bs/año)	Valor unitario (cantidad/m ³ materia prima procesada)
Material de empaque	6.860 latas/año	2.291.789	1.372 latas/año	458.358	2.598 latas/m ³ materia prima procesada
Mantequilla a reprocesar	30.870 kg/año	18.327.788	6.174 kg/año	3.665.558	11.690 kg/m ³ materia prima procesada
Queso a reprocesar	539 kg/año	401.500	108 kg/año	80.300	3.178 kg/m ³ materia prima procesada
TOTAL		21.021.077	-	4.204.215	-

En las Tablas 13 y 14 se evidencia un ahorro de los recursos, un mejor desempeño ambiental al disminuir los efluentes y la carga contaminante asociada a ellos, un incremento en la productividad y una ganancia económica, que representa el principal incentivo para la aceptación e implementación de las medidas preventivas propuestas para la empresa.

V.3. Plan de Acción

Tomando en cuenta la necesidad de la interrelación entre todos los aspectos involucrados en la gestión empresarial para lograr un mejor desempeño ambiental y considerando que el factor humano suele ser el mayor obstáculo en el proceso de aceptación del principio de la Producción más Limpia, se propone el siguiente plan de acción, en el cual se considera fundamental la necesidad de crear conciencia y sensibilizar al personal acerca de los beneficios de la misma, así como formular una base organizacional que permita aplicar las propuestas operativas de forma continua para obtener los mejores resultados en cuanto a descarga de desperdicios y eficiencia global de la empresa.

Por ello, este plan de acción está basado en estos dos aspectos (tecnológico y organizacional), el tiempo propuesto para su realización es de 3 años ejecutándose de manera secuencial. Sin embargo el tiempo puede disminuir a medida que la empresa vaya aceptando y llevando a cabo las propuestas, además puede desarrollar las dos (2) primeras etapas de manera paralela para acortar el período. El monitoreo y evaluación se establece durante todo el período de ejecución del plan, en cada una de las etapas se diseñan indicadores que permiten el monitoreo y evaluación de la etapa y la propuesta global. Se proponen 3 etapas para el desarrollo del plan de acción.^(14, 16)

Etapa 1. Sensibilización y Capacitación: Diseño de los materiales para la sensibilización y capacitación, diseño de los indicadores para el monitoreo y evaluación. Capacitación gerencial. Según se muestra en la Tabla 15. (Primer año).

Tabla 15. Etapa de sensibilización y capacitación del plan de acción

Actividad	Objetivo	Tareas a desarrollar	Tiempo
1. Presentación en junta directiva de la propuesta.	Aprobación de la propuesta.	Punto de cuenta presentado por Director de Producción y Mercadeo de la empresa.	1 mes
2. Sensibilización y concienciación al personal directivo de la conveniencia y necesidad de una Producción más Limpia.	Lograr que el personal directivo haga de la propuesta de Producción más Limpia un elemento prioritario en la cultura organizacional de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Taller de sensibilización. ✓ Charlas, Conferencias en torno a los beneficios de Producción más Limpia. 	2 meses
3. Creación del Comité de Seguimiento y Evaluación del Plan para una Producción más Limpia. Se sugiere que el comité este formado por: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Grupo permanente: <ul style="list-style-type: none"> • Gerentes de las diferentes áreas. • Asesoría legal. • Supervisores de producción de mantequilla y quesos. • Un representante del personal operativo (en caso de la existencia de sindicatos). ✓ Grupos de consultores externos (“ad-hoc”): <ul style="list-style-type: none"> • Personal calificado en la elaboración de manuales de operación, mantenimiento preventivo de acuerdo a parámetros nacionales e internacionales (Normas COVENIN y de la FDA). • Personal calificado en adiestramiento y capacitación a personal operativo en el manejo y operación de los equipos involucrados en los puntos críticos detectados en la elaboración de mantequilla y quesos frescos y madurados. • Personal calificado en el diseño y elaboración de indicadores para el monitoreo y evaluación del plan. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lograr un equipo multidisciplinario que permita: ✓ Elaborar manuales de operación para los procesos productivos de mantequilla y quesos, incluyendo las medidas a tomar al exceder los límites en los puntos críticos (PC). 	Formulación y diseño de los manuales de operación para los procesos productivos de mantequilla y queso, estos manuales deben incluir los contenidos teóricos que se dictarán en la capacitación, los diagramas de flujo que se instrumentarán en la operatización del plan de acción y las medidas a tomar el exceder los límites en los puntos críticos (PC).	6 meses
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaborar los manuales de mantenimiento preventivo de los equipos involucrados en la elaboración de mantequilla y quesos. 	Creación y/o actualización y adecuación de las normas, pautas y procedimientos para el mantenimiento preventivo de los equipos involucrados en los puntos críticos detectados en la producción de mantequilla y queso.	6 meses
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaborar los indicadores de seguimiento y evaluación del plan, en materia de capacitación, adecuación de equipos, operatización de las acciones. 	Diseño y formulación de indicadores de proceso, resultado e impacto, para el seguimiento del plan desde la capacitación, adecuación de equipos e instrumentación del plan en la empresa. Estos indicadores tendrán en cuenta los recursos humanos y tecnológicos, así como la eficacia de los procesos productivos, todo ello para contribuir a la disminución de los efluentes líquidos a objeto de concretar una Producción más Limpia.	6 meses
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Monitorear el desempeño del comité. 	Presentación de informes de avance en el desarrollo del plan a la Junta Directiva basado en los logros, avances y obstáculos, alternativas de solución, que faciliten la toma de decisiones.	De acuerdo a cronograma establecido por la empresa.

Tabla 15. Etapa de sensibilización y capacitación del plan de acción (Continuación)

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Grupo táctico operativo: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Planta (coordinador). • Supervisores del área de mantequilla y quesos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Participar activamente en la capacitación del personal supervisorio y operativo de la empresa. ✓ Mantener comunicación bidireccional, con la junta directiva y personal operativo. El grupo táctico operativo actuará como facilitador y brazo ejecutor de las acciones del comité gerencial. ✓ Planificar y organizar el grupo de actividades que se desarrollarán en la producción de mantequilla y quesos, tomando como elemento primordial los principios administrativos de delegación de responsabilidad con autoridad todo ello para una mayor y mejor toma de decisiones que conduzcan al logro de las metas establecidas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Participación activa en la toma de decisiones, involucrando en la misma el personal supervisorio y operativo. 	<p>De acuerdo a cronograma establecido por la empresa.</p>
<p>4. Sensibilización, concienciación y capacitación al nivel gerencial y supervisores de área de la necesidad de la Producción más Limpia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lograr que el personal gerencial y supervisorio haga de la propuesta de Producción más Limpia un elemento prioritario en la cultura organizacional de la empresa. ✓ Desarrollar habilidades y destrezas en el personal gerencial que le permita a los gerentes de las diferentes áreas incorporarse e incorporar al personal a su cargo a las actividades de operatización, monitoreo y evaluación de la propuesta. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Talleres de sensibilización. ✓ Desarrollo de estrategias que permitan la identificación de áreas y oportunidades de mejoramiento continuo (entrenamiento y capacitación en servicio). ✓ Curso de capacitación gerencial: Detección y control de puntos críticos en la producción de mantequilla y quesos. ✓ Mantenimiento preventivo de equipos. Producción de descargas y eficacia del proceso. 	<p>4 meses, de acuerdo a cronograma establecido y necesidades y oportunidades de la empresa.</p>

Tabla 15. Etapa de sensibilización y capacitación del plan de acción (Continuación)

<p>5. Capacitación al personal operativo de la empresa para las áreas de producción: mantequilla y quesos frescos y madurados.</p>	<p>Lograr que el personal operativo desarrolle actitudes, habilidades y destrezas que permitan el manejo, control y disminución de los desperdicios concretamente los efluentes líquidos, así como aumentar la eficacia de los procesos productivos de la empresa.</p>	<p>Capacitación con actividades académicas presenciales y actividades prácticas. Temática a considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaboración mantequilla <ul style="list-style-type: none"> • Pasteurización: Arranque y lavado de equipo. • Batido y lavado de granos: Proceso y lavado de equipos. • Empacado y enlatado: Proceso y lavado de equipos. ✓ Elaboración Quesos <ul style="list-style-type: none"> • Separación de leche: Lavado de equipo de centrífuga • Pasteurización: Arranque y lavado de equipo. • Elaboración de cuajada: Proceso y lavado de equipo. <p>Para desarrollar la actividad se utilizará la técnica de aprender haciendo, esto es con demostraciones de las técnicas y participación práctica del personal. Esto se hará bajo la coordinación y supervisión del supervisor del área responsable.</p> ✓ Mantenimiento preventivo <p>Manejo y operación de los equipos involucrados en los puntos críticos detectados en la elaboración de mantequilla y quesos frescos y maduros, en relación al mantenimiento preventivo que debe realizársele a los equipos.</p> ✓ Impacto ambiental <p>Consideraciones generales sobre el ambiente y los desperdicios industriales. Procedimientos para disminuir la cantidad de efluentes líquidos para incrementar la eficacia en los procesos productivos.</p> 	<p>6 meses, de acuerdo a cronograma previamente discutido y aprobado por la Junta Directiva conjuntamente con el comité y ajustado a las necesidades y oportunidades de la empresa.</p>
--	--	--	---

Etapa 2. Adecuación de equipos: Capacitación operativa, adecuación de equipos, instrumentación operativa del plan. Según se muestra en la Tabla 16. (Primer año).

Tabla 16. Etapa de adecuación de equipos del plan de acción

Actividad	Objetivo	Tareas a desarrollar	Tiempo
Diagnóstico y auditoría de los equipos involucrados en la producción de mantequilla y quesos frescos y madurados.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar el grado de uso y desgaste de los equipos para proceder al mantenimiento correctivo a que diere lugar o sustitución de equipos si fuere necesario. ✓ Elaborar manuales de mantenimiento mecánico indicando frecuencia o periodicidad, procedimiento, tipos de insumos y personal designado. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaboración de inventario de equipos. ✓ Revisión de equipos (estado físico) con tabla de chequeo tomando en cuenta normas COVENIN, BPF, etc., debidamente validada y aprobada. ✓ Revisión de equipos en operaciones. ✓ Calibración de equipos si es necesario. ✓ Dotación de termómetros y otros instrumentos de medición y precisión si fuere necesario. ✓ Colocación en las mangueras de lavado dispositivos de presión (pistolas de dispersión) con cierre automática para optimizar los tiempos de lavado. 	6 meses

Etapa 3. Instrumentación de la propuesta: Instrumentación operativa del plan. Según se muestra en la Tabla 17. (Segundo año)

Tabla 17. Etapa de instrumentación del plan de acción

Actividad	Objetivo	Tareas a desarrollar	Tiempo
Instrumentación del plan.	Elaborar mantequilla y quesos frescos y madurados, utilizando las técnicas, habilidades y destrezas adquiridas en la capacitación teórico-práctica, la adecuación de los equipos y manuales, y herramientas propuestas y validadas (Figura 13), lo que permitirá el control de los puntos críticos en el proceso productivo para lograr una Producción más Limpia.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Producción de mantequilla y quesos frescos y madurados de acuerdo a las propuestas tecnológicas y organizacionales presentadas. ✓ Validación e instrumentación del modelo de sistema de registro propuesto.¹³ 	6 meses

¹³ Permitirá la identificación del lote, tipo de producto a elaborar, cantidad y calidad de materia prima a procesar, cantidad de producto terminado, material de empaque perdido y producto a reprocesar, para un día de fabricación específico.

La Figura 19, muestra el cronograma tentativo para el desarrollo de las etapas del plan de acción. A pesar de que la capacitación del personal operativo y la adecuación de equipos, se efectúa de forma paralela, es recomendable iniciar primero la capacitación como elemento motivador para la concretización del plan, para de esta manera contribuir al empoderamiento¹⁴ del plan por parte del personal operativo.

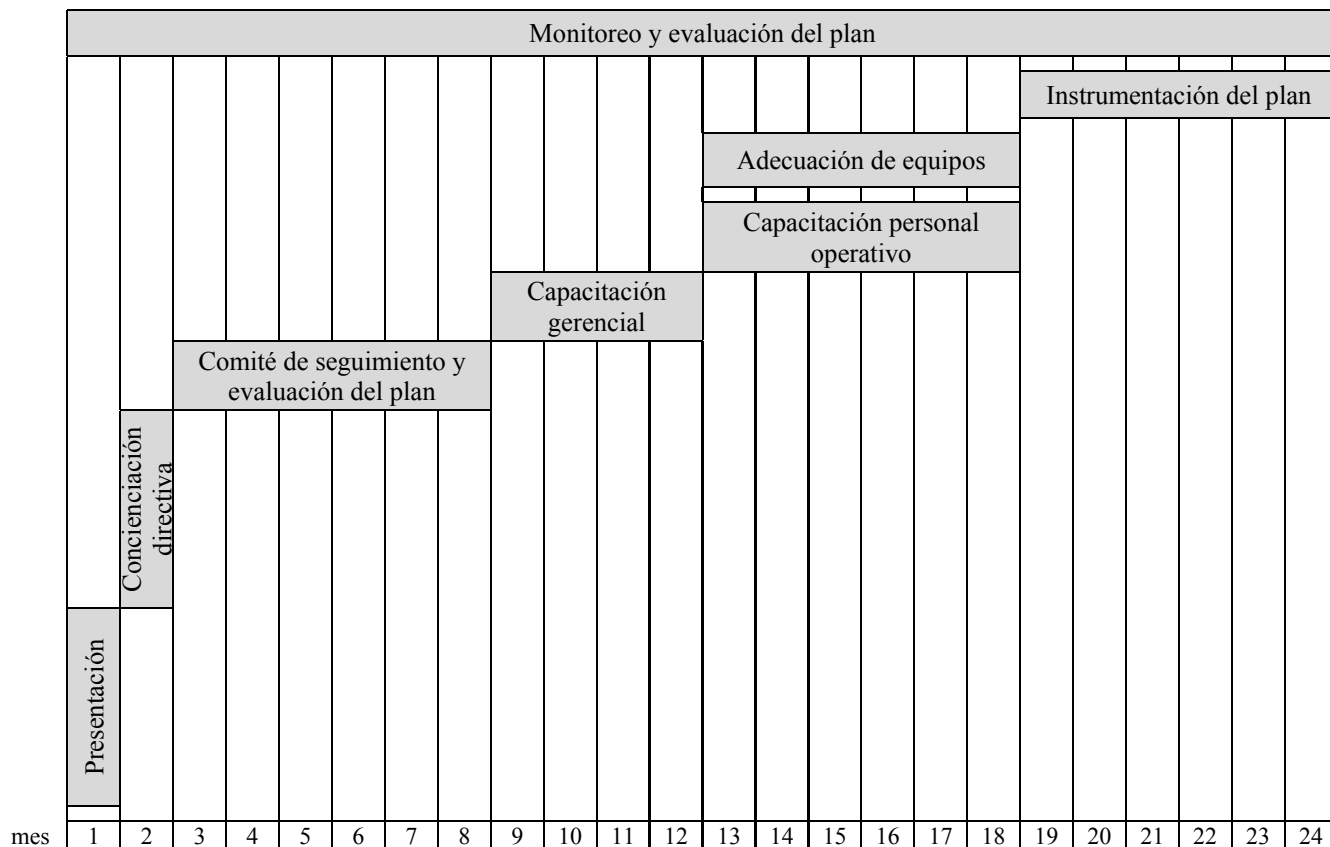


Figura 19. Cronograma tentativo para el desarrollo del plan de acción

Tal como se mencionó anteriormente, en la Tabla 18 se sugieren algunos indicadores que pueden utilizarse en el monitoreo y evaluación del plan de acción de la propuesta.⁽¹⁶⁾

¹⁴ Aumentar la autoridad y el poder del individuo sobre los recursos y las decisiones que afectan a su vida y a su entorno y toma en cuenta cuatro (4) elementos claves: acceso a la información, inclusión y participación, responsabilidad o rendición de cuenta y capacidad local de organización.

Tabla 18. Indicadores para el monitoreo y evaluación del plan

ACTIVIDAD	INDICADORES		
	Proceso	Resultado	Impacto
Sensibilización de directiva	Nº de miembros de junta directiva.	Nº y % de miembros de junta directiva informados del plan.	N y % de miembros de junta directiva aprobando el plan.
Creación del comité de instrumentación y seguimiento del plan	Nº de gerentes de la planta. Nº de supervisores de la planta.	Nº y % de gerentes informados y designados para el comité. Nº y % de supervisores informados y designados para el comité.	N y % de gerentes trabajando en el comité. Nº y % de supervisores designados trabajando en el comité.
Capacitación gerencial	Nº de gerentes de la planta. Nº de supervisores de la planta, designados para integrar el comité.	Nº y % de gerentes capacitados Nº y % de supervisores capacitados.	Nº y % de gerentes trabajando en el plan. Nº y % de supervisores trabajando en el plan.
Capacitación operativa	Nº de personal por áreas y líneas de producción. Nº de supervisores de áreas y líneas de producción.	Nº y % de personal capacitados por áreas y líneas de producción Nº y % de supervisores capacitados de áreas y líneas de producción.	Nº y % de personal capacitados y trabajando con las nuevas técnicas por áreas y líneas de producción. Nº y % de supervisores capacitados y trabajando con las nuevas técnicas por áreas y líneas de producción.
Adecuación de equipos	Nº de equipos diagnosticados y auditados, según áreas y líneas de producción.	Nº y % de equipos en buenas condiciones de uso. Nº y % de equipos sustituidos. Nº y % de equipos recuperados y adecuados.	Nº y % de equipos operando en forma óptima en la elaboración de mantequilla y quesos frescos y madurados.

Es importante destacar que una vez ejecutado el plan, la empresa debe considerar el desarrollo y aplicación de indicadores de efectividad e indicadores de desempeño ambiental; ambos con características relevantes para el buen funcionamiento de la empresa. Dentro de los indicadores de efectividad se pueden mencionar: pérdida de materia prima y material de empaque, y como indicadores de desempeño ambiental: agua reutilizada y efluentes de descargas.

VI. CONCLUSIONES

Para la exposición de las conclusiones de este Trabajo Especial de Grado, se diferenciarán las obtenidas a partir de la evaluación de la situación actual de la empresa en todos los aspectos considerados (tecnológico, organizacional y económico) y las referidas al desarrollo de las propuestas.

VI.1. Situación Actual de la Empresa

La investigación realizada permite caracterizar la gestión empresarial del caso de estudio, donde resaltan los siguientes elementos:

VI.1.1. Aspecto Tecnológico

- ✓ El proceso de elaboración de mantequilla genera actualmente en la empresa un aproximado de 4,0 kg de desperdicios/kg de materia prima procesada. El consumo semanal de agua es cerca de 77 m³.
- ✓ En la elaboración de mantequilla se detectaron puntos críticos (PC) en etapas específicas del proceso por un alto volumen de desperdicio y poder contaminante, la más crítica es la etapa de pasteurización (puesta en marcha y lavado del equipo), seguida de la etapa batido (descarga de suero), lavado de granos (descarga de suero diluído), lavado de las batidoras y lavado del equipo de empacado y enlatado de la mantequilla.
- ✓ El proceso productivo para la elaboración de quesos frescos y madurados genera actualmente en la empresa un aproximado de 3,6 kg de

desperdicios/kg de leche procesada. El consumo semanal de agua es cerca de 68 m³.

- ✓ En la elaboración de quesos frescos y madurados se evidenció la etapa de pasteurización (puesta en marcha y lavado del equipo) como el punto más crítico, luego la elaboración de la cuajada (descarga de suero), el lavado de las tinajas de elaboración de cuajada, el lavado de la descremadora y el lavado de la cuajada (descarga de suero diluído).
- ✓ La empresa cuenta con equipos funcionales pero antiguos, que permiten el control de las condiciones de operación de manera visual o a través de instrumentos analógicos. El mantenimiento técnico irregular, sólo se contempla el lavado de los equipos para el mantenimiento de las condiciones sanitarias en todos los equipos del área de producción.

VI.1.2. Aspecto Organizacional

- ✓ Se determinó que las pérdidas de material de empaque, producto terminado y volúmenes elevados de efluentes con altas cargas contaminantes son generalmente producto del mantenimiento mecánico irregular, descuido, falta de capacitación del personal, errores en la facturación del producto destinado a la venta y espacio físico insuficiente en el área de almacén.
- ✓ Se observó poca aceptación de nuevas tecnologías en los procesos productivos de la elaboración de mantequilla y queso, lo que refleja una cultura empresarial que podría calificarse de conservadora.

- ✓ La inexistencia de sistemas de registros de producción, dependencia de disponibilidad de materia prima y demanda del producto, impide planificar las actividades de producción.
- ✓ Carencia de personal capacitado destinado a áreas de higiene, seguridad, saneamiento y ambiente, que permita controlar dichos elementos dentro de la empresa de forma periódica.

VI.1.3. Aspecto Económico

- ✓ La empresa es totalmente de capital nacional, sin influencia de casa matriz o inversionistas extranjeros, ni interés por expandir su mercado, a través de las exportaciones.
- ✓ Las inversiones para adquisiciones de nuevos equipos, se justifica por razones de productividad y no para aminorar el impacto ambiental.

VI.2. Propuestas

- ✓ Para lograr el objetivo planteado de incorporar la variable ambiental en la gestión empresarial de la empresa en estudio, se formularon las propuestas operativas y a nivel organizacional desarrolladas en el capítulo anterior.
- ✓ Las propuestas operativas en ambas áreas de producción (mantequilla y quesos frescos y madurados), se basaron en el ahorro de agua, a través de la reutilización de la misma en el lavado de los equipos y la optimización del proceso de puesta en marcha de los pasteurizadores. Tienen un costo total de inversión aproximado de 2.686.800 Bs, el cual puede ser recuperado antes de

finalizar el primer año de instrumentación de las propuestas, y permitirán un ahorro aproximado de 3.716.693 Bs/año.

- ✓ Las propuestas organizacionales tienen como finalidad incrementar la eficiencia global de la empresa, mediante:
 - Capacitación, sensibilización y concienciación del personal.
 - Herramientas de control y seguimiento de las actividades como: manuales de operación y mantenimiento y el registro de de las actividades de producción.
 - Asignación de actividades específicas según el área de competencia.

Esto disminuye las pérdidas de producto y material de empaque en los procesos de elaboración de mantequilla y quesos, reportándose un ahorro aproximado de 3.930.941 Bs/año, mediante la aplicación de estas propuestas.

- ✓ Se diseñó el plan de acción detallado que incluye etapas de sensibilización y capacitación a través del diseño de materiales e indicadores de monitoreo y evaluación, adecuación de equipos e instrumentación operativa del plan. El plan está previsto para desarrollarse en tres años.

VII. RECOMENDACIONES

A continuación se presentan un conjunto de recomendaciones para mejorar el desempeño ambiental de la empresa:

1. Evaluar la propuesta de reorganización del recurso humano de acuerdo al organigrama propuesto, a través de un estudio de factibilidad y viabilidad por parte de la empresa.
2. Extender el plan de acción a la sala de quesos, donde se efectúa la elaboración de yogurt, dulce de leche, suero pasteurizado, crema para batir, queso crema y fundido.
3. Realizar la caracterización de los efluentes generados en los procesos productivos de la empresa para determinar el impacto real asociado a las diferentes etapas de los mismos.
4. Efectuar un estudio para establecer los beneficios de la aplicación de las propuestas planteadas en cuanto al volumen de desperdicios generados y su poder contaminante, a través de una caracterización de efluentes, antes y después de la implementación.
5. Efectuar un estudio de factibilidad técnica y económica del procesamiento del suero lácteo por medio de membranas empleando la técnica de ultrafiltración para recuperar las proteínas contenidas en el mismo. Los concentrados de proteínas obtenidos pueden emplearse en productos cárnicos, confitería, postres lácteos, productos de panadería y pastelería y en la industria de cereales.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALAIS, Ch. (1980) “Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechera”. Compañía Editorial Continental, S.A. 2º Edición. México.
2. BLITZ, E.; BÖHNKE, B.; CZYSZ, W.; DENNE, A.; DOETSCH, P.; DRESCHMANN, P.; PÖPPINGJAUS, K.; RUMP, H.; SCHNEIDER, W.; STAUDTE, E.; STIEKMANN, K.; SUPERL., W. y THOMAS, S. (1991) “Manual de Disposición de Aguas Residuales. Origen, Descarga, Tratamiento y Análisis de las Aguas Residuales”. Tomo I y II. Lima.
3. CENTRO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE NICARAGUA. (2001) “Asistencia Técnica para la Optimización de Recursos en una Industria Láctea”.
<http://www.cnpml.org.ni/fichas/camoapan.htm>
4. CENTRO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES. (2000) “Mayor Productividad y Rentabilidad con Producción más Limpia. Estudio de Caso: PIL ANDINA S.A. (Cochabamba)”.
<http://www.bolivia-industry.com/sia/prodlimp/casosest/PILANDINA.pdf>
5. CENTRO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES. (2001) “Estudio de Caso: IPILCRUZ S.A. (Santa Cruz)”.
<http://www.bolivia-industry.com/sia/prodlimp/casosest/IPILCRUZ.pdf>
6. CHEFTEL, J. y CHEFTEL H. (1988) “Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos”. Volumen I y II. Editorial Acribia. España.
7. CIA MERCANTIL PIERALISI, S.A. “Separador Centrífugos”.
<http://www.iaf.es/enciclopedia/pieralisi/secen.htm>

8. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - REGIÓN METROPOLITANA. (1998) “Guía para el control y prevención de la contaminación Industrial. Fabricación de productos lácteos”. Santiago, Chile.
9. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. “Prevención y Reducción de residuos en el Origen”. http://www.conama.cl/portal/1089/article-27649.html#h2_1
10. CORONA, N. (1979) “Procesos de coagulación en quesos. Discusión de este proceso en el queso blanco”. Trabajo de Grado de Maestría. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
11. DAMES and MOORE and ENERGETICS. (1996) “Cleaner Production Demonstration Project at Bonlac Foods, Stanhope”.
<http://www.ea.gov.au/industry/eecp/case-studies/bonlac1.html>
12. DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE (D.A.M.A) (1996) “Términos de Referencia para el Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.) de la Industria de Productos Lácteos”. Colombia.
13. DESROSIER, N. (1982) “Elementos de tecnología de Alimentos”. Compañía Editorial Continental, S.A. México.
14. FLORES, V. y COL. (1995) “Planificación Estratégica”. Instituto Venezolano de Planificación IVEPLAN. Venezuela.
15. FRAGENAS, N. (1992) “Elaboración del queso, implicaciones y requerimientos tecnológicos involucrados”. Trabajo de Grado de Maestría. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

16. HUERTAS, F. (1996) “El Método PES. Planificación Estrategia Situacional”. 2° Edición. Colección Gobierno y Planificación. Centro de estudios de la realidad bolivariana (CEREB). Fundación ALTADIR. La Paz. Bolivia.
17. LÓPEZ, E.; RINCONES, M. y GÓMEZ, E. (1992) “Manejo y Tratamiento de Efluentes Líquidos Provenientes de la Agroindustria. II - Aplicaciones”. Fundación CIEPE, San Felipe.
18. MACHADO-ALLISON, C. (2002) “Agronegocios en Venezuela”. Ediciones IESA.
19. MINISTERIO DE TRABAJO EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL (2002) “Introducción a la Manipulación Higiénica de Alimentos para la Prevención de Enfermedades Zoonóticas Transmitidas por Alimentos”. Buenos Aires.
http://www.trabajo.gov.ar/unidades/discapacidad-gv/discapacidad/files/manual_curso_pasteur.doc
20. 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.
21. NOFAL, M. y WILKINSON, J. “La Producción y el Comercio de Productos Lácteos en el MERCOSUR”. http://www.iadb.org/intal/publicaciones/sector_lácteos.pdf
22. NORTHERM TERRITORY CHAMBER. (1999) “Cleaner Production-Multiple Use Clean-In-Place (CIP) System in Milk Processing—Pauls Limited (N.T.)”.
<http://www.ea.gov.au/industry/eecp/case-studies/pauls1.html>
23. PNUMA (1995) “Producción más Limpia: Un paquete de recursos de capacitación. Parte 3. Material Técnico de Apoyo”.

24. REPÚBLICA DE VENEZUELA (1996). “Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para Consumo Humano”. Número 36.081
25. RIVERO, H. (1985) “Elaboración de quesos madurados”. Trabajo Especial de Grado. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
26. THE CENTER FOR CLEANER PRODUCTION. UNEP. “Dairy Farmers”.
<http://www.geosp.uq.edu.au/emc/CP/res/ydairy-farmers.htm>
27. “Tratamientos Industriales Leche”.
<http://www.fortunecity.com/littleitaly/siena/600/pasteur.htm>
28. ZELAYA, V. y AMADOR, R. (2001) “Manual de Buenas Prácticas de Fabricación Aplicado a la Industria Láctea”. Honduras. <http://paila.rds.org.hn/home/bdfgeneral.pdf>

IX. ANEXOS

A continuación se presentan los instrumentos de recopilación de información que se utilizaron para efectuar el diagnóstico de la situación actual de la empresa (Anexos A, B, C, D y F). La Tabla de Chequeo basada en las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para el consumo humano y la reseña histórica de la empresa. Además de los cálculos tipos.

IX.1. Anexo A. Planilla de recolección de datos relacionados con el consumo de materia prima, insumos y generación de desperdicios

Proceso Productivo: (Mantequilla o Quesos Frescos y Madurados)									
Etapa	Actividad del Operador	Desempeño de la actividad * (1 a 3)	Temp. de Oper. (°C)	Entrada			Salida		
				Descripción	Identificación, † Volumen, Masa o Cantidad	Tiempo (min)	Descripción	Identificación, ‡ Volumen, Masa o Cantidad	Tiempo (min)

*1 = Cumple la actividad en el 1º intento; 2 = Cumple la actividad después de varias veces y 3 = No cumple la actividad asignada.

† La identificación se refiere a los datos recopilados usando la planilla descrita en el Anexo G.

‡ La identificación se refiere a los datos recopilados usando la planilla descrita en el Anexo G.

IX.2. Anexo B. Planilla de recopilación de datos para determinar caudal de mangueras, válvulas y compuertas

Área: (Mantequilla o Quesos Frescos y Madurados)

Identificación	Volumen (litros)	Tiempo (s)

IX.4. Anexo D. Planilla de recolección de datos referentes al personal operativo

Área: (Producción, Laboratorios, Almacén, Mantenimiento, Administrativa y Directiva)

Cargo	Edad (años)	Sexo	Nivel de instrucción	Tiempo en la Empresa (años)	Inducción en la Empresa (Si o No)	Capacitación en Servicio (Si o No)

IX.5. Anexo E. Tabla de Chequeo según las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para el Consumo Humano

La Edificación e Instalaciones:

	SI	NO
El establecimiento funciona en zonas geográficas donde las condiciones ambientales no representen peligros de contaminación al alimento, y/o de molestias o daños a la comunidad.	X	
Los accesos y alrededores del establecimiento tienen superficies pavimentadas o recubiertas con materiales que faciliten el mantenimiento sanitario e impidan la presencia de fuentes de insalubridad para el alimento.		X
La edificación está diseñada y construida a fin de proteger el interior de los ambientes de producción de la entrada de contaminantes, animales domésticos e ingreso y refugio de plagas.	X *	X †
La edificación posee una adecuada separación física y/o funcional de aquellas áreas donde se realizan operaciones de producción susceptibles de ser contaminadas por otras operaciones o por fuentes de contaminación presentes en las áreas adyacentes.	X	
Los diversos ambientes o dependencias de la edificación tienen el tamaño adecuado para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos, así como para el movimiento del personal y el traslado de materiales o productos.	X	
Los ambientes están ubicados según la secuencia lógica del proceso, desde la recepción de los insumos hasta el despacho del producto terminado.	X	
Los ambientes están dotados de las condiciones necesarias (temperatura, humedad) para la ejecución higiénica de las operaciones de producción y/o para la conservación del alimento.	X	
La edificación y sus instalaciones están construidas de manera de facilitar las operaciones de limpieza, desinfección y desinfectación.	X	
El tamaño de los almacenes o depósitos está en proporción a los volúmenes de insumos y de productos terminados manejados por el establecimiento, disponiendo de espacios libres para la circulación del personal, el traslado de materiales o productos y para realizar la limpieza y mantenimiento de las áreas respectivas.		X
Los pisos están contruidos con materiales resistentes, impermeables, no absorbentes, no deslizantes, con acabados libres de grietas o defectos que dificulten la limpieza, desinfección y mantenimiento sanitario.		X
El sistema de tuberías y drenajes para la conducción y recolección de las aguas residuales tiene la capacidad y la pendiente requerida para permitir una salida rápida y efectiva de los volúmenes máximos generados por la industria, así como la debida protección mediante rejillas y otros medios adecuados.	X	
En las áreas de elaboración y envasado las paredes poseen un acabado liso y sin grietas, son de materiales resistentes, impermeables, no absorbentes, están recubiertas con material cerámico o similar ó con pinturas plásticas de colores claros de fácil limpieza y desinfección.	X	

* Para el área de producción de mantequilla.

† Para el área de producción de quesos frescos y madurados.

La Edificación e Instalaciones (Continuación):

	SI	NO
Las ventanas y otras aberturas en las paredes están construidas para evitar la acumulación de polvo, suciedad, y facilitar la limpieza y están provistas con malla anti-insecto.	X	
Las puertas tienen una superficie lisa, están construidas con materiales resistentes, no absorbentes, poseen suficiente amplitud.	X	
Las escaleras y estructuras complementarias (tales como: rampas, plataformas y similares), están ubicadas y construidas de manera que no causen contaminación al alimento o dificulten el flujo regular del proceso y la limpieza de la planta.	X	
Las lámparas y accesorios ubicados por encima de los alimentos expuestos al ambiente, son del tipo de seguridad y están protegidas para evitar la contaminación de estos en caso de ruptura.	X	
La iluminación es uniforme y no altera los colores naturales del alimento.	X	
La ventilación del establecimiento es adecuada para prevenir la condensación de vapor, facilitar la remoción de calor y de los contaminantes generados en las áreas de producción.	X ‡	X §
El agua que se utiliza en el establecimiento de alimentos es potable.	X	
Se permite el uso de agua no potable cuando la misma no ocasione peligros de contaminación del alimento ya que se distribuye por un sistema de tuberías completamente separadas e identificadas por colores.	X	
La fábrica dispone de agua potable a la temperatura y presión requeridas para el proceso, y para efectuar su limpieza y desinfección efectivas.	X	
El manejo de residuos líquidos dentro del establecimiento se realiza de manera eficaz para impedir la contaminación del alimento o de las superficies de potencial contacto con éste.	X	
Los residuos sólidos son removidos frecuentemente de las áreas de producción y se disponen de manera que no contribuyan al deterioro ambiental en cualquier otra forma.	X	
El establecimiento de alimentos dispone de instalaciones sanitarias tales como salas de baño y vestuarios ubicadas, diseñadas y construidas conforme a lo estipulado en las normas sanitarias vigentes.	X	
Las instalaciones sanitarias se mantienen limpias y provistas de los recursos requeridos para la higiene personal (papel higiénico, dispensador de jabón líquido, implementos para el secado de las manos, papeleras).	X	
Existen lavamanos en las áreas de elaboración o próximo a éstas a fin de facilitar la higiene del personal.	X	
En las proximidades de los lavamanos hay colocados avisos o advertencias al personal sobre la necesidad de lavarse las manos después de usar los servicios sanitarios.	X	
En las áreas de producción del establecimiento se dispone de instalaciones adecuadas para la limpieza y desinfección de los equipos y utensilios de trabajo.	X	

‡ Para el área de producción de mantequilla.

§ Para el área de producción de quesos frescos y madurados.

Equipos y Utensilios:

	SI	NO
Los equipos y utensilios del establecimiento están acordes con el tipo de alimento a elaborar, al proceso tecnológico y a la máxima capacidad de producción prevista.	X	
Los equipos y utensilios están diseñados, contruidos, instalados y mantenidos de manera que se evite la contaminación del alimento, faciliten la limpieza y desinfección y desempeñen adecuadamente el uso previsto.	X	
Los equipos y utensilios utilizados para el manejo de los alimentos están fabricados con materiales resistentes al uso y a la corrosión, así como al empleo repetido de los agentes de limpieza y desinfección.	X	
Todas las superficies de contacto con el alimento son inertes.	X	
Todas las superficies de contacto directo con el alimento poseen un acabado liso, no poroso, no absorbente, están libres de defectos intersticios u otras irregularidades.	X	
Todas las superficies de contacto con el alimento son fácilmente accesibles para la limpieza e inspección ó son fácilmente desmontables.	X	
Se utilizan técnicas de limpieza mecánica en aquellos equipos que están especialmente diseñados para este propósito y que disponen de los instrumentos y accesorios para su control		X
Los equipos que tienen contacto con los alimentos no deben poseer piezas o accesorios que requieran lubricación ni roscas de acoplamiento u otras conexiones peligrosas.	X	
Las superficies de contacto directo con el alimento están recubiertas con pinturas u otro tipo de material desprendible que represente un peligro para su inocuidad.		X
Las superficies exteriores de los equipos están diseñadas y construidas de manera que faciliten su limpieza y eviten la acumulación de agentes contaminantes del alimento.	X	
Las mesas y mesones empleados en el manejo de alimentos tienen superficies lisas, con bordes sin aristas, construidas con materiales resistentes, impermeables y lavables.	X	
Los contenedores o recipientes usados para materiales no comestibles y desechos son a prueba de fugas, contruidos de metal u otro material impermeable, fácil de limpiar y disponer.	X	
Los contenedores o recipientes usados para materiales no comestibles y desechos están debidamente identificados.		X
Los contenedores para materiales no comestibles y desechos se utilizan para contener productos comestibles.		X
Las tuberías empleadas para la conducción de alimentos son de materiales resistentes, inertes, no porosos, impermeables.	X	
Las tuberías fijas se limpian mediante recirculación de las sustancias previstas para este fin.	X	
Los equipos están instalados según la secuencia lógica del proceso tecnológico.	X	
La distancia entre los equipos con respecto a las paredes perimetrales, columnas u otros elementos de la edificación, es tal que le permita funcionar adecuadamente y facilitar el acceso para la inspección, limpieza y mantenimiento.	X	

Personal:

	SI	NO
Todas las personas que realizan actividades de manipulación de alimentos tienen formación en materia de educación sanitaria, especialmente en cuanto a prácticas higiénicas y de higiene individual.		X
Todas las personas que realizan actividades de manipulación de alimentos están capacitadas para llevar a cabo las tareas que se le asignen y aplicar principios sobre prácticas correctas de fabricación de alimentos.	X	

Personal (Continuación):

	SI	NO
El plan de capacitación del personal se inicia desde el momento de su contratación y es reforzado mediante charlas, cursos u otros medios efectivos de actualización que están bajo la responsabilidad de la empresa y son efectuadas por ésta o por entidades reconocidas en la materia.		X
Para reforzar el cumplimiento de las prácticas higiénicas, en sitios estratégicos se colocan avisos o carteles alusivos a la obligatoriedad y conveniencia de su aplicación durante la manipulación de alimentos.	X	
El manipulador de alimentos es capacitado para comprender y manejar los puntos críticos de control (PCC)* que están bajo su responsabilidad.	X	
El manipulador de alimentos conoce los límites críticos y las acciones correctivas a adoptar cuando existan desviaciones en dichos puntos críticos.	X	
Toda persona mientras trabaja directamente en la preparación o elaboración de alimentos, adopta las prácticas higiénicas que se indican.	X †	X ‡
El manipulador de alimentos adopta las medidas de protección.	X	
No se permite el acceso a las áreas de producción en donde exista peligros de contaminación del alimento o de las superficies de contacto con éste, al personal afectado por enfermedades transmisibles por alimentos, u otros signos infecciosos que advierten el peligro de contaminación del alimento.	X	
El acceso de personas a las áreas donde exista peligro de contaminación del alimento es restringido exclusivamente a personal autorizado.	X	

Requisitos Higiénicos de la Producción:

	SI	NO
Previo al uso, las materias primas y demás insumos son inspeccionados, clasificados y analizados.	X	
Los contenedores y materiales de empaque utilizados para manipular los insumos ó los productos terminados están fabricados con materiales apropiados para el tipo de alimento.	X	
Los contenedores y materiales de empaque utilizados para manipular los insumos ó los productos terminados no transmiten sustancias objetables al alimento por encima de los límites permitidos en las normas vigentes.		X
Los materiales de empaque utilizados para manipular los insumos ó los productos terminados no han sido utilizados previamente para algún fin distinto.		X
Los contenedores y materiales de empaque utilizados para manipular los insumos ó los productos terminados se mantienen protegidos cuando no estén siendo utilizados en la producción.	X	
Los alimentos que por su naturaleza permitan un rápido crecimiento microbiano, se mantienen en condiciones que eviten la proliferación o desarrollo de microorganismos.	X	
Las operaciones de fabricación se realizan de manera secuencial y continua.	X	
Cuando se requiera esperar entre una etapa del proceso y la subsiguiente el alimento se mantiene protegido.	X	

* Es un punto, etapa o procedimiento, desde la producción hasta el consumo, en donde se aplica el control para eliminar, prevenir o reducir a niveles aceptables uno o más peligros para la inocuidad del alimento.

† Para el área de producción de mantequilla.

‡ Para el área de producción de quesos frescos y madurados.

Requisitos Higiénicos de la Producción (Continuación):

	SI	NO
Se adoptan medidas efectivas para proteger el producto terminado de la contaminación.	X	
En el área de envasado del producto terminado no se manejan productos o materiales de otra naturaleza, con excepción de los envases o empaques a ser usados durante el turno de producción.	X	
Los alimentos que son trasladados mediante transportadores abiertos, carritos u otros medios están protegidos de la contaminación ambiental.		X
Las personas que hayan manipulado materias primas o productos en elaboración susceptibles de contaminar el producto terminado, no manipulan a éste último a menos que adopten las debidas precauciones higiénicas.	X	
No se permite el tipo de utensilios de vidrio en las áreas de elaboración.		X
Todo equipo o utensilio empleado para el manejo de materias primas o productos contaminados es sometido a una rigurosa limpieza y desinfección.	X	
Cuando no están en uso, los implementos de limpieza se disponen adecuadamente.	X	
Las áreas y equipos usados para la fabricación de alimentos para consumo humano no son utilizados para la elaboración de productos destinados a otros fines.		X
Los productos devueltos a la empresa por razones de alteración o expiración de la fecha de vencimiento, no se someten a retrabajo o reutilización.		X

Aseguramiento de la Calidad Higiénica:

	SI	NO
El fabricante dispone de un sistema de calidad idóneo que asegure la inocuidad y salubridad del producto terminado.	X	
Se realiza la aplicación del sistema HACCP [§] para asegurar la inocuidad del alimento en la empresa.		X
La empresa dispone de especificaciones de calidad de los insumos y productos elaborados.	X	
La empresa de alimentos posee su propio laboratorio de control de calidad, o en su defecto contratar los servicios de un laboratorio externo debidamente acreditado por el organismo competente.	X	
El fabricante mantiene los registros de producción, en caso de ser necesario tomar algún tipo de acción sobre un lote específico	X	
El fabricante mantiene los registros de almacenamiento y distribución del producto por código de lote, y en forma accesible.	X	

Programa de Saneamiento:

	SI	NO
La dirección de la empresa se responsabiliza y provee el apoyo necesario para el desarrollo e implementación de un “Programa de Saneamiento” para lograr una adecuada limpieza, desinfección y mantenimiento del establecimiento.	X	
La empresa dispone de personal calificado que asuma la responsabilidad de implantar, supervisar, controlar la efectividad del programa de saneamiento y ejecutar debidamente las actividades programadas.		X
El “Programa de Saneamiento” es revisado periódicamente.		X

[§] Conjunto de procedimientos a seguir para asegurar el control de un proceso y producto en particular, desde el punto de vista de la inocuidad del alimento.

Almacenamiento:

	SI	NO
Se mantiene continuamente las temperaturas de refrigeración o de congelación para los insumos y productos terminados que así lo requieran.	X	
Las temperaturas de refrigeración o de congelación para los insumos y productos terminados son vigiladas y registradas continuamente.	X	
Se almacenan y transportan los insumos y productos terminados de manera que se minimice su deterioro.	X	
Se transportan los alimentos en unidades dedicadas exclusivamente para este propósito.	X	
Los productos terminados se almacenan en áreas claramente delimitadas.		X
Las sustancias que por su naturaleza representen peligro de contaminación del alimento, son almacenadas en locales diferenciados.		X
En los almacenes, los insumos o productos terminados están ordenados en pilas o estibas.	X	
No se utilizan paletas deterioradas.	X	
Los insumos y productos almacenados son identificados claramente para conocer su procedencia, calidad y tiempo de vida.	X	
Los insumos y productos almacenados son rotados sistemáticamente de manera que se cumpla el principio "Primero Entra, Primero Sale".	X	

IX.6. Anexo F. Instrumento para aplicación de encuesta a personal supervisorio y directivo

Área: (Producción, Laboratorios, Almacén, Mantenimiento, Administrativa y Directiva)

1. Nivel que ocupa en la empresa: Director ____ Gerente ____ Supervisor ____
Otro ____ Especifique: _____

2. Tiempo en la empresa: 0 – 4 años: _____
5 – 9 años: _____
10 – 14 años: _____
15 – más años: _____

3. En su área, en los últimos 5 años se ha:
 - a) Adquirido nuevos equipos: Si _____ Cuáles: _____

No _____ Por qué _____

 - b) Introducido nueva tecnología: Si _____ Cuáles: _____

No _____ Por qué _____

 - c) Adquirido nuevos insumos: Si _____ Cuáles: _____

No _____ Por qué _____

 - d) Introducido nuevo personal: Si _____ Cuántos _____
Cuáles: _____
Por qué: _____
No _____ Por qué: _____

 - e) Traslado al personal: Si _____ Cuántos: _____
Cuáles: _____
Por qué: _____
No _____ Por qué _____

IX.7. Anexo G. Reseña Histórica de una Industria de Derivados Lácteos

A comienzo del siglo XX, en el año de 1908 en Maracay la ciudad industrial de Venezuela, se inauguró la empresa objeto del estudio, y tiene el orgullo de haber sido la industria N° 1 en los Registros Industriales del país y la primera en el ramo de los productos lácteos. Esta empresa nace por iniciativa y disposición del General Juan Vicente Gómez.

La industria láctea objeto del estudio fue una empresa que por su indiscutible utilidad figuró como la primera empresa y la más importante que funcionaban en el país. Estaba ubicada en aquella florecida ciudad jardín, donde hoy existe C.A.D.A.F.E. (Calle Mariño sur frente a los telares). Era un espléndido edificio construido en esa extensa área de terreno, lo que daba una amplia distribución a cada uno de los diferentes departamentos, los cuales permitían la rápida e higiénica elaboración de aquellos productos de magnífica calidad.

Comienza con una producción diaria de 500 kg de mantequilla procesada, de tan extraordinaria calidad que el producto va a participar, en el año 1925, en un concurso de alimentos en Suiza, donde conquista Premio y Diploma por su pureza y perfectas condiciones higiénicas. Para la confección de tan preciado alimento el establecimiento recibía diariamente 7000 litros de leche, en higiénicos envases de hierro estañado de 50 litros, cada uno. Otros productos elaborados eran quesos, en especial uno llamado “Queso Amarillo” de excelente calidad y de un exquisito gusto. Existía un control sanitario de alta esterilización con los métodos más modernos. Los envases también se fabricaban en la empresa.

Tenía un departamento de pasterización para esterilizar la leche por el método Pasteur sometido a las máximas calorías, luego por centrifugación separaba la crema

la cual era y es empleada en la elaboración de la mantequilla. Esa industria maracayera del ayer, tenía un muelle para recibir la leche procedente de las vaqueras gomeras instaladas a los alrededores de la ciudad Jardín, existía el departamento de descremación, batidoras, maduración de la crema, departamento de observación (control de calidad), etiquetas, laboratorios, fabricación de quesos, cava para maduración de los mismos, talleres apropiados para herrería, mecánica, carpintería, aserraderos, etc., y unos hermosos jardines con las más variadas plantas florales, por lo que la industria de derivados lácteos objeto del estudio, no tenía nada que envidiar a otros centros productores de igual índole del sur y del norte de América. Para la época “Mantequilla Maracay” abarca la totalidad del mercado nacional, ya que es en 1933 cuando se establece la competencia al fundarse otra industria láctea en el estado Zulia.

Los productos de la empresa no eran para la exportación, fue una fábrica hecha para los venezolanos; tal vez su promotor no buscó en su fundación la mira especulativa sino que la Venezuela bajo su dominio pudiera exhibirse como productora y no como tributaria de los mercados extranjeros.

A la muerte del dictador Gómez, la industria pasó a formar parte de los bienes restituidos a la nación. En poder de la Corporación Venezolana de Fomento la industria de derivados lácteos en estudio, tuvo que enfrentar la escasez de materia prima. Su producción descendió, pero no dejó de producir. Este como otros factores impidieron su crecimiento y desarrollo en aquel entonces.

En 1957 la empresa pasó a manos del sector privado, quienes la constituyen en Compañía Anónima. Se opera un total mejoramiento y la producción se incrementa en forma notable. Posteriormente la empresa va a pertenecer a la firma Tamayo & Cía., la cual vende la totalidad de sus acciones el día 10 de Octubre de 1974 a sus actuales propietarios, Lic. Lea Silva de Romero e Ing. Pánfilo Vicente Valentín,

quienes contaban con largos años de servicio dentro de la empresa en el campo gerencial.

En Noviembre de 1978, la empresa en estudio celebra sus 70 años de exitosa existencia y recibe el reconocimiento público de los Organismos Económicos organizados, tales como:

- ✓ Cámara de Comercio e Industrias del Estado Aragua.
- ✓ Cámara de Industriales del Estado Aragua.
- ✓ Cámara Venezolana de la Industria de Alimentos (CAVIDEA).
- ✓ Asociación Regional de Industria y Minería del Estado Aragua (ARIMA)
- ✓ Cámara de la Pequeña y Mediana Industria (CAPMI-ARAGUA).
- ✓ Cámara de Comercio, Industria y Agricultura Venezolano-Italiana.
- ✓ Rotary Club de Maracay.
- ✓ Asociación de Relacionistas de Venezuela.

En 1979, recibe un reconocimiento del Instituto Universitario Politécnico de las Fuerzas Armados Nacionales (IUPFAN). En el año 1981, la Empresa es calificada en escala Nacional por recibir, el Premio Internacional “MERCURIO DE ORO” por el desarrollo Productivo y la Cooperación Económica. En Marzo de 1984, recibe previo el voto favorable del Consejo de lo Orden, la condecoración “ORDEN AL MERITO INDUSTRIAL”, conferida por la Cámara de Industriales del Estado Aragua. En Junio de ese mismo año, recibe reconocimiento de la Corporación para la Pequeña y Mediana Industria (CORPOINDUSTRIA).

En Octubre de 1986, participó en la ciudad de Paris, Francia, en el SIAL (Salón Internacional de la Alimentación), donde recibe reconocimiento por su calidad. En Diciembre de ese año, participa en la Exposición Internacional de Alimentos en Quito, Ecuador, donde recibe reconocimiento por su calidad. En el año 1987, recibe el Premio Nacional de Industria y Comercio “SELECCION DE DIAMANTE” como Empresa Láctea del Año.

En el Año 1993, recibe previo el voto favorable del Consejo de la Orden la Condecoración “ORDEN HONOR MERITO EN SU UNICA CLASE”, conferido por la Cámara de Comercio e Industrias del Estado Aragua. El 5 de Marzo de 1997, recibe previo el voto favorable del Consejo de la Orden la Condecoración “ORDEN CIUDAD DE MARACAY” en su 1^{era}. Clase, conferida por el Concejo del Municipio Girardot, Maracay Edo, Aragua. Estos como otros reconocimientos constituyen un estímulo a la cuota de esfuerzos continuados en pro de la economía nacional.

La industria de derivados lácteos de hoy se encuentra ubicada en Maracay, Estado Aragua, cuando arriba a sus 90 años de existencia es una empresa moderna, de capital totalmente nacional, y está dedicada a la elaboración e industrialización de cremas de leche, mantequilla, quesos y productos lácteos en general, como se detalla en la Tabla 19. Manteniendo su producción estable de mantequillas y quesos, se encuentra en una etapa de expansión que incluye construcción e instalación de equipos para la elaboración de nuevos productos que cumplan con las exigencias del consumidor, conservando su calidad y pureza.

Tabla 19. Productos elaborados en la empresa objeto del estudio

Mantequilla en lata de 165, 360, 380 y 1790 gr	Mantequilla en panelas con sal y sin sal de 5 y 25 kg
Queso fundido natural, con tocineta, con camarón, de 100 y 500 gr	Queso crema natural, con ajo, hierba fina, natural de 2 kg y natural de 100 gr
Queso fundido Maravilla de 2 kg	Queso fundido duro y queso fundido 4 x 60
Queso fundido para untar	Queso blanco criollo fundido Maravilla
Queso fundido con ajo, cebolla, pimienta	Queso tipo Mozzarella de 250 gr, 1 – 2 kg y en barra.
Crema para batir	Yogurt firme
Suero de leche pasteurizado	Cuajada fresca
Ricota sin sal	Queso rallado pecorino – parmesano
Queso blanco pasteurizado, pecorino y parmesano	Queso gouda, edam y carbonero ahumado

IX.8. Anexo H. Cálculos Tipos

Para la elaboración del Balance de Masa en la elaboración de mantequilla y quesos frescos y madurados.

1. Cálculo del caudal.

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{4 \text{ l}}{2 \text{ s}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 120 \text{ l/min}$$

donde:

Q = Caudal (l/min)

V = Volumen (l)

t = Tiempo de abertura de la válvula o compuerta (s)

2. Cálculo del volumen de entrada y/o salida diario.

2.1. Con un caudal conocido

$$V_D = Q * (t_1 \text{ ó } t_2) = 120 \frac{\text{l}}{\text{min}} * 26,4 \frac{\text{min}}{\text{día}} = 3.166 \text{ l/día}$$

donde:

V_D = Volumen diario (l/día)

t₁ = Tiempo que dura abierta la válvula (min)

t₂ = Tiempo en el que sale fluido (min)

2.2. Sin un caudal conocido (Elaboración de ricotta).

$$V_D = \pi * \frac{d^2}{2} * (H_T - H_S) = 3,14 * \frac{(1,36 \text{ m})^2}{2} * (1,15 \text{ m} - 0,09 \text{ m}) * \frac{1.000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 1.540 \text{ l/día}$$

donde:

d = diámetro del tanque (m)

H_T = Altura total del tanque (m)

H_S = Altura sobrante del tanque (m)

3. Cálculo del volumen promedio de efluentes generados diariamente.

$$\overline{V}_D = \frac{\sum_{i=1}^n V_D}{n} = \frac{4.765 \text{ l} + 3.974 \text{ l}}{2} * \frac{1 \text{ m}^3}{1.000 \text{ l}} = 4,37 \text{ m}^3/\text{día}$$

donde:

$$\overline{V}_D = \text{Volumen promedio de efluentes generados diariamente (m}^3/\text{día)}$$

4. Cálculo del volumen de efluentes generados semanalmente.

$$V_S = \overline{V}_D * D = 4,37 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 4 \frac{\text{día}}{\text{semana}} = 17,48 \text{ m}^3/\text{semana}$$

donde:

$$V_S = \text{Volumen semanal de efluentes (m}^3/\text{semana)}$$

$$D = \text{Días en los que se genera efluente (día/semana)}$$

5. Cálculo de la densidad del efluente.

5.1. Agua de lavado.*

$$\rho_{\text{efluente}} = \rho_{\text{agua lavado}} \approx \rho_{\text{agua}} = 1,0 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * \frac{1.000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 1.000 \text{ kg}/\text{m}^3$$

donde:

$$\rho_{\text{efluente}} = \text{Densidad del efluente (kg/m}^3)$$

$$\rho_{\text{agua lavado}} = \text{Densidad del agua de lavado a 20°C (kg/l).}$$

$$\rho_{\text{agua}} = \text{Densidad del agua a 20°C (1,0 kg/l)}$$

5.2. Suero.

$$\rho_{\text{efluente}} = \rho_{\text{suero}} = 1,080 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * \frac{1.000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 1.080 \text{ kg}/\text{m}^3$$

donde:

$$\rho_{\text{suero}} = \text{Densidad del suero a 20°C (1,080 kg/l)}$$

* Por falta de datos relacionados con los efluentes, se supondrá que el agua de lavado posee la misma densidad que el agua.

6. Cálculo de la cantidad de efluentes generados semanalmente.

$$M_S = V_S * \rho_{efluente} = 17,48 \frac{m^3}{semana} * 1.000 \frac{kg}{m^3} = 17.480 \frac{kg}{semana}$$

donde:

M_S = Cantidad semanal de efluentes (kg/semana)

7. Cálculo de la densidad promedio de la materia prima procesada.

7.1. Elaboración de mantequilla.

$$\overline{\rho_{crema}} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_{crema}}{n} = \frac{0,975 \frac{kg}{l} + 0,985 \frac{kg}{l}}{2} = 0,98 \frac{kg}{l}$$

donde:

$\overline{\rho_{crema}}$ = Densidad promedio de la crema de leche (kg/l)

ρ_{crema} = Densidad de la crema a 20°C entre 0,975 y 0,985 (kg/l)

7.2. Elaboración de Quesos Frescos y Madurados.

$$\overline{\rho_{leche}} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_{leche}}{n} = \frac{1,029 \frac{kg}{l} + 1,035 \frac{kg}{l}}{2} = 1,032 \frac{kg}{l}$$

donde:

$\overline{\rho_{leche}}$ = Densidad promedio de la leche (kg/l)

ρ_{leche} = Densidad de la leche a 20°C entre 1,029 y 1,035 (kg/l)

8. Cálculo de la cantidad de materia prima procesada diariamente.

8.1. Elaboración de mantequilla.

$$M_{MP} = M_{crema} + M_{otras} = 3.000 \frac{kg}{día} + 1.830 \frac{kg}{día} = 4.830 \frac{kg}{día}$$

donde:

M_{MP} = Masa de crema de leche procesada diariamente (kg/día)

M_{crema} = Masa de crema de leche procesada diariamente (kg/día)

M_{otras} = Masa de otras materias primas procesadas (aceite y butter-oil) diariamente (kg/día)

8.2. Elaboración Quesos frescos y madurados.

$$M_{MP} = V_{\text{leche}} * \rho_{\text{leche}} = 6.000 \frac{l}{\text{día}} * 1,032 \frac{kg}{l} = 6.192 \frac{kg}{\text{día}}$$

donde:

V_{leche} = Volumen de leche procesada (l/día)

9. Cálculo de la cantidad semanal de materia prima procesada.

$$M'_{MP} = M_{MP} * D' = 4.830 \frac{kg}{\text{día}} * 4 \frac{\text{día}}{\text{semana}} = 19.320 \frac{kg}{\text{semana}}$$

donde:

M'_{MP} = Cantidad semanal de materia prima procesada (kg/semana)

D' = Días de procesamiento de materia prima a la semana (días/semana)

10. Cálculo de la relación entre cantidad de efluentes y cantidad de materia prima procesada.

$$R_{E/MP} = \frac{M_s}{M'_{MP}} = \frac{17.480 \frac{kg}{\text{día}}}{19.320 \frac{kg}{\text{día}}} = 0,90 \frac{kg \text{ efluente}}{kg \text{ materia prima procesada}}$$

donde:

$R_{E/MP}$ = Relación entre cantidad de efluentes y materia prima procesada (kg efluente/ kg materia prima procesada)

11. Cálculo del volumen de producto (mantequilla) recuperado antes del lavado.

11.1. Cuando se usa el tambor de recuperación.

$$V_{\text{recup}} = \pi * (R^*)^2 * (h_{\text{tambor}} - h_s) = 3,14 * (0,28 \text{ m})^2 * (0,965 \text{ m} - 0,665 \text{ m}) * \frac{1.000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 73,89 \text{ l}$$

donde:

V_{recup} = Volumen de mantequilla recuperado antes del lavado (l)

R^* = Radio del tambor (m)

h_{tambor} = Altura del tambor (m)

h_s = Altura sobrante (m)

11.2. Cuando se usa el tobo de recuperación.

a. Cálculos previos.

$$R' = \frac{(h_{\text{tobo}} - h_s)}{h_{\text{tobo}}} * (R - r) = \frac{0,54 \text{ m} - 0,14 \text{ m}}{0,54 \text{ m}} * (0,19 \text{ m} - 0,15 \text{ m}) = 0,03 \text{ m}$$

$$h' = h_{\text{tobo}} - h_s = 0,54 \text{ m} - 0,14 \text{ m} = 0,40 \text{ m}$$

donde:

R = Radio superior del tobo (m)

r = Radio inferior del tobo (m)

h_{tobo} = Altura del tobo (m)

$$V_{\text{recup}} = \frac{1}{3} * \pi * h' * (R'^2 + 3 * R' * r + 3 * r^2) = \frac{1}{3} * 3,14 * 0,40 \text{ m} * [(0,03 \text{ m})^2 + 3 * 0,03 \text{ m} * 0,15 \text{ m} + 3 * (0,15 \text{ m})^2] * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 34,31 \text{ l}$$

12. Cálculo de la densidad promedio del producto recuperado.

$$\overline{\rho_{\text{mant}}} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_{\text{mant}}}{n} = \frac{0,91 \text{ kg/l} + 0,914 \text{ kg/l}}{2} = 0,912 \text{ kg/l}$$

donde:

$\overline{\rho_{\text{mant}}}$ = Densidad promedio de la mantequilla (kg/l)

ρ_{mant} = Densidad de la mantequilla a 20°C entre 0,91 y 0914 (kg/l)

13. Cálculo de la masa de producto recuperado.

$$M_{\text{recup}} = V_{\text{recup}} * \overline{\rho_{\text{mant}}} = 73,89 \text{ l} * 0,912 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 67,39 \text{ kg}$$

donde:

M_{recup} = Masa de la mantequilla recuperada (kg)

14. Cálculo de la cantidad de producto terminado (mantequilla) diario.

14.1. En latas.

$$M_{mant} = N_{cajas} * N_{latas} * P_{lata} = 81 \frac{cajas}{día} * 48 \frac{latas}{caja} * 165 \frac{g}{lata} * \frac{1 kg}{1.000 g} = 642 \frac{kg}{día}$$

donde:

M_{mant} = Masa de mantequilla diaria (kg/día)

N_{cajas} = Número de cajas diarias (cajas/día)

N_{latas} = Número de latas en una caja (latas/caja)

P_{lata} = Peso de la lata (g/lata)

14.2. En panelones de 25 kg.

$$M_{mant} = N_{pane} * P_{pane} = 113 \frac{panelones}{día} * 25 \frac{kg}{panelón} = 2.825 \frac{kg}{día}$$

donde:

N_{pane} = Número de panelones diarios (panelones/día)

P_{pane} = Peso del panelón (kg/panelón)

15. Cálculo de la cantidad de producto terminado (mantequilla) diario promedio.

$$\overline{M_{mant}} = \frac{\sum_{i=1}^n M_{mant}}{n} = \frac{4.227 \frac{kg}{día} + 5.089 \frac{kg}{día}}{2} = 4.658 \frac{kg}{día}$$

donde:

$\overline{M_{mant}}$ = Masa de mantequilla promedio diaria (kg/día)

16. Cálculo de la cantidad de mantequilla a reprocesar semanalmente.

$$M_{reproce} = \left(\sum_{i=1}^n N_{latas} * P_{latas} \right) * D_{prod} = \left(15 \frac{latas}{día} * 360 \frac{g}{lata} + 20 \frac{latas}{día} * 165 \frac{g}{lata} \right) * 4 \frac{días}{semana} = 34,8 \frac{kg}{semana}$$

donde:

$M_{reproce}$ = Masa de mantequilla a reprocesar semanalmente (kg/semana)

Para la simulación de la reducción del volumen de efluentes después de aplicar las propuestas a los procesos de elaboración de mantequilla y quesos frescos y madurados.

17. Cálculo del tiempo promedio de abertura de la válvula de agua.

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t}{n} = \frac{75 \text{ min/día} + 63 \text{ min/día}}{2} = 69 \text{ min/día}$$

donde:

\bar{t} = Tiempo promedio de abertura de la válvula de agua (min)

18. Cálculo del volumen de efluentes generados diariamente.

18.1. Por una sola actividad o proceso.

$$V' = Q * \bar{t} = 63 \text{ l/min} * 69 \text{ min/día} = 4.380 \text{ l/día}$$

donde:

V' = Volumen de efluentes diarios por una sola actividad o proceso (l/día)

18.2. Por más de una actividad o proceso.

$$V'' = \sum_{i=1}^n V' = 825 \text{ l/día} + 663 \text{ l/día} + 424 \text{ l/día} = 1.912 \text{ l/día}$$

donde:

V'' = Volumen de efluentes diarios por más de una actividad o proceso (l/día)

19. Cálculo del volumen de efluentes semanales generados al aplicar la propuesta.

$$V_p = (V' \text{ ó } V'') * (1 - \%R) * D = 4.380 \frac{l}{día} * \frac{(100 - 7,4)}{100} * 4 \frac{día}{semana} * \frac{1 m^3}{1000 l} = 16,22 m^3 / semana$$

donde:

V_p = Volumen de efluentes generados al aplicar la propuesta (m^3 /semana)

$\%R$ = Porcentaje de reducción

20. Cálculo de la cantidad de volumen de efluentes semanales al aplicar la propuesta.

$$M_s = V_s * \rho_{efluente} = 16,22 \frac{m^3}{semana} * 1.000 \frac{kg}{m^3} = 16.220 kg / semana$$

donde:

M_p = Cantidad semanal de efluentes generados al aplicar la propuesta (kg/semana)

21. Cálculo de la relación entre volumen de efluentes después de la propuesta y volumen de materia prima procesada.

$$R'_{E/MP} = \frac{M_p}{M'_{MP}} = \frac{16.220 \frac{kg}{semana}}{19.320 \frac{kg}{semana}} = 0,84 \text{ kg efluente después de la propuesta} / \text{kg materia prima procesada}$$

donde:

$R'_{E/MP}$ = Relación entre cantidad de efluentes después de la propuesta y cantidad de materia prima procesada (m^3 efluente/ m^3 materia prima procesada)