



Título:

Evaluación de Producción Más Limpias en la Línea de Obtención de Helado perteneciente a la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Autor:

Yudit Herrera Capote

Tutor:

Dr. Juan José Cabello Eras

Colaboradores:

Ing. Daymis Frómeta Ibáñez

Ing. Gilberto Muñiz Montero

2014

"Año 56 de la Revolución"

Universidad de Cienfuegos

DEDICATORIA

A mis Padres por su cariño y apoyo incondicional.

*A mis Tías, abuelos, primos y hermanos por su anhelo de
verme crecer profesionalmente.*

*A mi Esposo por su comprensión, preocupación y estímulo en
todo momento.*

AGRADECIMIENTOS

A mi papá por su ayuda y amor eterno.

*A mi tutor y demás colaboradores por su tiempo,
conocimientos y dedicación aportada.*

*A los compañeros y amigos que me han ayudado en esta
investigación.*

A todos

Muchas Gracias

RESUMEN.

En el presente trabajo se realizó una evaluación de Producción Más Limpia (PML) en la línea de elaboración de helado de la Empresa de Productos Lácteos Escambray. Para el desarrollo de la investigación se aplicó la metodología de evaluación propuesta por el PNUMA/ONUDI adaptada a las condiciones del objeto de estudio, utilizando para ello técnicas de recopilación de información y datos, y métodos de análisis de procesos.

Se realizó un estudio detallado de las entradas y salidas del proceso, para identificar las opciones de mejoras e implementar un Plan de Producción Más Limpia orientado a la utilización racional de la energía, el agua y las materias primas, y a la reducción de los efluentes y su capacidad contaminante para así contribuir a la disminución del impacto ambiental con un mejor desempeño productivo.

Se identificaron los puntos claves donde se producen los residuos, a través de un recorrido en la planta se identifican las malas prácticas de operación y en los balances de masa y energía se cuantifican las pérdidas e ineficiencias. Finalmente se proponen acciones de Producción Más Limpia que mejoren el desempeño ambiental de la línea de helado y su competitividad.

SUMMARY.

In this paper an evaluation of Cleaner Production (CP) in the processing line of Ice Cream Dairy Company Escambray was performed. For the development of research evaluation methodology proposed by PNUMA/ONUDI adapted to the conditions under study, using data collection techniques and data analysis methods processes, brainstorming was applied, among others.

A detailed study of the inputs and outputs of the process was conducted to identify options for improvements and implement a Plan Cleaner Production oriented rational use of energy, water and raw materials, and reducing effluent and contaminant and its ability to help reduce the environmental impact of a better productive performance. Key points where waste and inefficiencies occur, through a tour of the plant operating malpractices are quantified. Finally cleaner production actions to improve the environmental performance of the line of ice cream and competitiveness are proposed.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
INTRODUCCIÓN.	8
CAPÍTULO 1: “Estudios documentales”	12
1.1 - Fundamentos de la Producción Más Limpia.	12
1.1.1 - Producción más Limpia en Cuba.	14
1.2 - Metodología de Producción más Limpia	16
1.2.1- Planeamiento y organización.	17
1.2.2- Evaluación en planta.	17
1.2.3- Estudio de factibilidad.	17
1.2.4- Fase de implementación.	17
1.3 - Opciones de Producción Más Limpia.	18
1.4 - Generalidades sobre la industria Láctea.	19
1.4.1 - Producción de Helado.	20
1.5 - Impacto Ambiental en la Producción de Productos Lácteos.	22
1.6 - Buenas Prácticas de Manufactura para la producción más limpia en el sector lácteo.	26
1.6.1 - Buenas prácticas ambientales.	26
1.6.2 - Beneficios de la producción más limpia en el sector lácteo.	27
1.7 - Ejemplos de oportunidades de P+L identificadas.	28
1.8 - Ejemplos de Oportunidades de Producción más Limpia implementadas en empresas del sector lácteo.	31
Conclusiones parciales.	34
CAPÍTULO 2: “Materiales y métodos de la investigación”.	35
2.1 - Descripción de la Empresa y su proceso productivo.	35
2.1.1 - Generalidades.	35
2.1.2 - Planeamientos Estratégicos	37
2.1.3 - Resultados productivos.	39

2.1.4 - Indicadores económicos.	42
2.1.5 - Situación ambiental de La Empresa de Productos Lácteos Escambray.	42
2.2 - Descripción del proceso de obtención de helados.	45
2.2.1 - Clasificación de los helados en la EPLE.	51
2.2.2 - Equipos de Producción.	51
Conclusiones parciales.	53
CAPÍTULO 3: “Análisis de los Resultados”.	54
3.1- Evaluación y aplicación de estrategias de Producción más Limpia en la Planta de Producción de Helados, de la Empresa de Productos Lácteos Escambray.	54
3.1.1 - Planeamiento y organización.	54
3.1.2 - Evaluación en Planta.	56
3.1.3 - Análisis de factibilidad.....	83
3.1.4 - Implementación.	85
Conclusiones parciales.	88
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN.

El impacto ambiental de la industria Láctea a nivel internacional no se deriva del uso de tecnologías obsoletas o materias primas contaminantes. Se debe casi exclusivamente a prácticas de proceso descuidadas, al desperdicio, a la ausencia de aprovechamiento o disposición inadecuada de subproductos y a la falta de instalación y mantenimiento apropiado de sistemas de pre-tratamiento de los vertimientos industriales.

Tanto los subproductos del procesamiento de la leche, como los derivados lácteos por su naturaleza orgánica son perecederos, razón por la cual deben ser utilizados o evacuados rápidamente una vez se hayan producido, pues generan olores ofensivos tanto para el personal que labora en la industria, como para la comunidad vecina.

En Cuba el cuidado del medio ambiente tiene rango constitucional (Colectivo de Autores, 2012a), en el artículo 27 de la Constitución de la República se establece claramente la responsabilidad del Estado y los ciudadanos con el Medio Ambiente, planteando como principio fundamental “la protección estatal del Medio Ambiente y los recursos naturales por su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más parcial la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”.

En nuestro país el ahorro es una política de estado, (Colectivo de Autores, 2012b), en los siguientes lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución, aprobados en el Sexto Congreso donde queda reflejado explícitamente: (Congreso del Partido Comunista de Cuba, 2011)

31. Se reducirá la cantidad de unidades presupuestadas hasta el número mínimo que garantice el cumplimiento de las funciones asignadas, donde prime el criterio de máximo ahorro del Presupuesto del Estado en recursos materiales y financieros, garantizando un servicio eficiente y de calidad.

34. Se diseñará el sistema de dirección que regirá el funcionamiento organizativo, económico y de control de las unidades presupuestadas, simplificando su contabilidad.

65. Fortalecer los mecanismos de control fiscal, que aseguren el cumplimiento de las obligaciones tributarias, así como la preservación y uso racional de los bienes y recursos del Estado.

129. Diseñar una política integral de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente que

tome en consideración la aceleración de sus procesos de cambio y creciente interrelación a fin de responder a las necesidades del desarrollo de la economía y la sociedad a corto, mediano y largo plazo; orientada a elevar la eficiencia económica, ampliar las exportaciones de alto valor agregado, sustituir importaciones, satisfacer las necesidades de la población e incentivar su participación en la construcción socialista, protegiendo el entorno, el patrimonio y la cultura nacionales.

254. Proyectar el sistema educativo y los medios de difusión masiva en función de profundizar en la calidad e integralidad de la política enfocada al ahorro y al uso eficiente y sostenible de la energía.

269. Continuar la recuperación, modernización y reordenamiento del transporte terrestre y marítimo, elevando la eficiencia y calidad de los servicios de transportación de cargas y pasajeros, a partir del uso más racional de los recursos.

La Producción Más Limpia como una estrategia de gestión ambiental orientada al uso racional de los recursos naturales, al ahorro de energía y agua, y a la reducción de las emisiones de todo tipo, tiene gran pertinencia en nuestro país.

En la Universidad de Cienfuegos existe hace 5 años un Centro de Producción Más Limpia que ha desarrollado una labor reconocida con la promoción e introducción del enfoque de PML en el Sector de Producción y servicios Cienfueguero (Colectivo de Autores, 2012a).

La Empresa de Productos Lácteos Escambray, perteneciente al municipio de Cumanayagua, realiza esfuerzos con el objetivo de alcanzar un verdadero perfeccionamiento empresarial, esta entidad está formada por tres UEB de producción: UEB de Helados, Quesos y Producción de Leche y Derivados de la Soya.

La UEB de Helados produce tanto: helados normales en varios surtidos, como especiales; esta fue creada con el objetivo de aumentar las producciones. El helado producido en esta fábrica tiene gran impacto económico ya que se vende en grandes cantidades por toda la provincia cienfueguera. Es un producto rico en proteínas, porque logra conservar las cualidades nutricionales de la leche.

Aunque la empresa tiene su Estrategia de Gestión Ambiental diseñada e implementada, esta no ha sido del todo exitosa y la institución es frecuentemente señalada por su bajo desempeño ambiental, tanto por los organismos encargados del tema como por la comunidad.

No existe ningún antecedente en la Empresa de Productos Lácteos Escambray que se haya realizado alguna evaluación de producción más limpia, existiendo grandes potencialidades de mejoras en su desempeño que no se aprovechan.

Problema Científico.

El pobre desempeño ambiental de la UEB Helados en la Empresa de Productos Lácteos Escambray y las potencialidades no aprovechadas para incrementar su eficiencia.

Hipótesis.

Es posible mejorar el desempeño ambiental y productivo de la UEB Helados en la EPLE aplicando una evaluación de Producción Más Limpia.

Objetivo General:

Realizar una evaluación de Producción Más Limpia en la UEB de Helados perteneciente a la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Objetivos Específicos:

- Realizar un estudio documental sobre la aplicación de la PML como estrategia de gestión ambiental en la Industria Láctea en general.
- Proponer una metodología de Producción más Limpia que permita evaluar el proceso estudiado de acuerdo a sus características.
- Diagnosticar e identificar mediante la aplicación de esta metodología de Producción más Limpia propuesta, los principales problemas ambientales del proceso estudiado y proponer soluciones.
- Identificar las malas prácticas de operación, evaluar su significación y proponer soluciones.
- Proponer y evaluar la factibilidad de acciones de PML que mejoren el desempeño ambiental y productivo de la línea.

Con vistas a alcanzar los objetivos planteados en la investigación el trabajo se estructura en tres capítulos, conclusiones y recomendaciones.

En el Capítulo I, se realiza un estudio documental acerca de los aspectos generales del enfoque de Producción Más Limpia y su aplicación en la industria láctea, además se identifican los principales impactos ambientales de esta industria.

En el Capítulo II se realiza una caracterización de dicha Empresa, los principales aspectos socioeconómicos y productivos de la misma, así como su situación ambiental, se realiza una

descripción de todas las etapas del proceso de elaboración de helados,

En el Capítulo III se realiza la evaluación PML en la planta, desarrollando el balance de masa teórico, estimando las pérdidas y efecto económico, al igual que mediante el balance teórico de energía se realiza un estimado sobre las pérdidas de energía en el proceso. Se realiza balance teórico del consumo de agua. Finalmente se dan opciones de Producción Más Limpia, referidas a buenas prácticas operativas para el uso eficiente de la energía eléctrica y el agua, cambios tecnológicos y se realiza un análisis de factibilidad.

CAPÍTULO 1: “Estudios documentales”.

1.1 - Fundamentos de la Producción Más Limpia.

La Producción Más Limpia (P+L) es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios, con el fin de mejorar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente (PNUMA, 2004).

La metodología de P+L desarrollada por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) se basa en la evaluación de los procesos e identificación de las oportunidades para una mejor utilización de los materiales, minimizar la generación de los residuos y emisiones, utilizar racionalmente la energía y el agua, disminuir los costos de operación de las plantas industriales, y mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas. Esta metodología se basa en tres conceptos fundamentales que se conocen en la literatura especializada como las tres 3 R's, Reducción, Reutilización y Reciclaje (ONUDI, 1999) lo que se explica en la figura 1.1.



Fig. 1.1 - Conceptos básicos de P+L.

Fuente: (ONUDI, 1999)

El proceso de reducción de la contaminación mediante un mejor manejo ambiental de los desechos producidos en las industrias, se puede realizar mediante cuatro niveles de acción como se aprecia en la figura 1.2, observándose dos niveles preventivos: la reducción en el origen y el reciclaje o reutilización y dos niveles de control que son: el tratamiento y la disposición final.

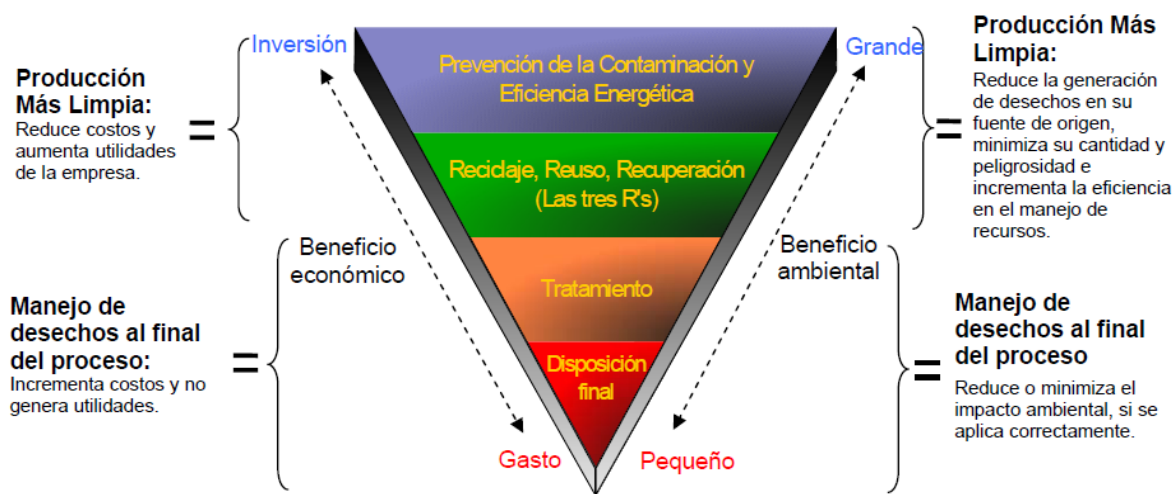


Fig. 1.2 - Esquema piramidal de los niveles de reducción de contaminación.

Fuente: (CONAM, 2003).

En la tabla1 se resumen los de beneficios técnicos, económicos y ambientales que se pueden obtener al implementar la estrategia de P+L.

Tabla 1.1 - Beneficios esperados de la aplicación de una estrategia de PML.

AL REDUCIR	SE INCREMENTA
El uso de la energía en la producción.	La calidad del producto.
La utilización de materias primas.	La eficiencia, a través de una mejor comprensión de los procesos y actividades de la empresa.
La cantidad de residuos y la contaminación.	La motivación personal.
Los riesgos de accidentes laborales, lo que a su vez implica reducción de costos	El prestigio, al mejorar la imagen de la empresa al socializar los resultados del proceso.
La posibilidad de incumplimiento de normas ambientales y sus correspondientes sanciones.	La competitividad en nuevos mercados nacionales e internacionales.

AL REDUCIR	SE INCREMENTA
Costos en la producción.	Ingresos y ahorros de la empresa.
La tasa de uso de recursos naturales y la tasa de generación de residuos contaminantes.	La protección del medio ambiente.
Los riesgos medioambientales en caso de accidentes.	La mejora continua de la eficiencia medioambiental en las instalaciones de la empresa y de los productos.

Fuente: (ONUDI, 1999)(CONAM, 2003)

Al mejorar la eficiencia en el uso de los insumos de producción y los rendimientos, se reducen los costos, se obtienen mayores ganancias y se mejora la posibilidad de competir con mejores precios en los mercados nacionales e internacionales. El uso eficiente de los recursos, reduce el impacto ambiental y mejora la imagen de la empresa o proyecto.

1.1.1 - Producción más Limpia en Cuba.

En Cuba la protección del Medio Ambiente y la perspectiva del Desarrollo Sostenible tienen rango constitucional pues la Constitución de la República de Cuba de 1976, modificada en 1992, en su artículo 27, plantea como principio fundamental "la protección estatal del Medio Ambiente y los recursos naturales por su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más parcial la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras"(Colectivo de Autores, 2012a) En 1993, aproximadamente un año de la Cumbre de Río. El Programa Nacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, aprobado por nuestro Gobierno y que constituye la adecuación cubana de la Agenda 21, dedica un Capítulo, el No. 18, a la Producción más Limpia (P+L) en la Industria y el Comercio.

El Programa Nacional define como sus objetivos los siguientes: (Caraballo Maqueira, Leonel, 2002).

Primero: Elevar la eficiencia en el uso de los recursos, considerando entre ellos el aumento de la reutilización y el reciclado de los desechos, reduciendo al mismo tiempo la cantidad de desechos por unidad de producción.

Segundo: Fortalecer el concepto de la administración responsable en la gestión ambiental y uso de los recursos por la empresa.

Pero no solo la política ambiental cubana ha dirigido sus esfuerzos al logro de una Producción más Limpia. Al estudiar el Derecho Ambiental Cubano, resulta evidente la presencia en su legislación de disposiciones que contribuyen a disminuir la carga contaminante en función de reducir los riesgos a la vida humana y el Medio Ambiente. Donde la Ley 81 de 1997, del Medio Ambiente establece como uno de los principios que aseguran las acciones ambientales para el logro de un Desarrollo Sostenible, el deber de aprovechar los recursos naturales de manera racional, previniendo la generación de impactos negativos sobre el Medio Ambiente, llegando incluso a establecer de manera expresa que "la falta de certeza científica absoluta no podrá alegarse como razón para dejar de adoptar medidas preventivas", da testimonio de la existencia en Cuba de las bases jurídicas que aseguran la promulgación de instrumentos legales dirigidos al logro de una Producción más Limpia. (Caraballo Maqueira, Leonel, 2002).

En Cuba el programa del PNUMA no creó un CNP+L, en su lugar creó una Red Nacional de PML en 2001 con cinco puntos focales y objetivos estratégicos encaminados a promover la introducción de estas en la industria y los servicios, en el país se dan pasos en la introducción de las PML en el sistema normativo y regulatorio de la actividad industrial y varios ministerios tienen estrategias establecidas para su implementación y promoción. En general existe un claro reconocimiento al hecho que el primer paso para la promoción e implementación de las P+L en cualquier país o región es la formación de capacidades que lo aseguren y hagan viable.

Los cinco nodos de la Red de PML de Cuba están en: el Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental de la Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CIGEAAMA); el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar), que pertenece al Ministerio de la Industria Azucarera (ICIDCA); el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia del Ministerio de la Industria Alimenticia (IIIA); el Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical del Ministerio de la Agricultura (IIFT); y el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB). Estas unidades actúan según las líneas generales establecidas por el PNUMA/ONUDI, dividiendo las tareas, teniendo como público objetivo: a los organismos públicos, las unidades productivas e instituciones de enseñanza, entre otros.

La introducción de la Producción Más Limpia en Cuba ha tenido algunas limitaciones debido

a: (Serrano Méndez, Juana Herminia, 2006)

- Insuficiente inclusión de las Producción Más Limpia en las estrategias ambientales vigentes, tanto nacionales como sectoriales y las territoriales.
- Forma de abordar las soluciones a los problemas ambientales enfatizando el uso de tecnologías al final del tubo, en lugar de la toma de acciones de carácter preventivo a lo largo del ciclo de vida del producto o servicio.
- Carencia de recursos materiales y la necesidad de financiamiento para llevar a cabo inversiones.
- Falta de conocimiento por parte de directivos, personal técnico y demás trabajadores para entender lo que significa la aplicación de este concepto y los beneficios económicos y ambientales que reportan para la empresa cubana.

1.2- Metodología de Producción más Limpia

Existen varias metodologías de P+L entre ellas se encuentran:

- Metodología de P+L descrita por (Orcés en ESPOL Ciencia 2003).
- Metodología de Producción más Limpia (P+L), descrita por (Rigola).
- Metodología de P+L implementada en el Programa de P+L del ONUDI/PNUMA.

En este trabajo se aplicará la metodología descrita por el PNUMA que se muestra en la figura 1.3.

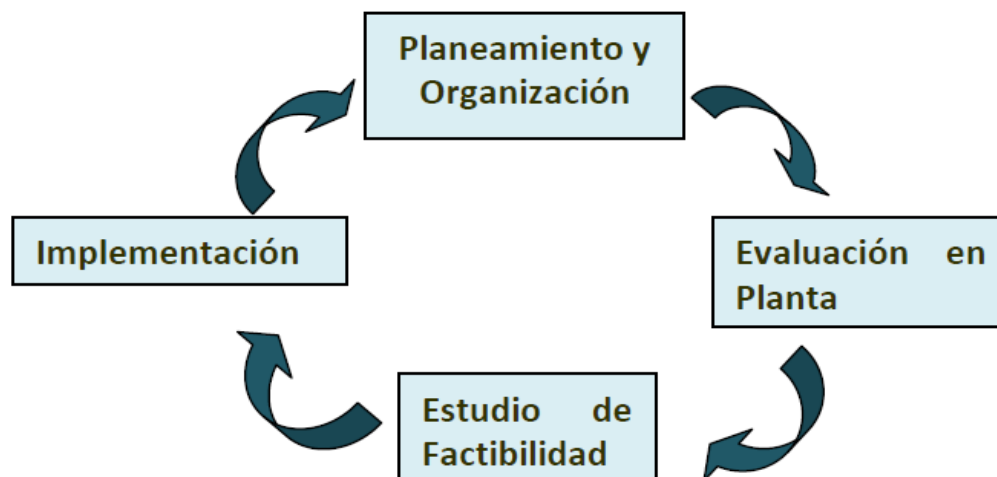


Fig. 1.3 - Etapas para la Implementación de P+L.

Fuente: (Colectivo de Autores, 2007)

1.2.1- Planeamiento y organización.

Las actividades a desarrollar en esta fase son:

- Obtener el compromiso de la gerencia y de todo el personal de la empresa.
- Organizar el equipo de P+L.
- Definir claramente las metas del Programa de P+L en la empresa.
- Identificar obstáculos y soluciones para el Programa de P+L.
- Capacitar a mandos intermedios y operarios.

1.2.2- Evaluación en planta.

La fase de evaluación del proceso en planta es crucial en la implementación de la P+L, ya que al efectuar el reconocimiento de las distintas etapas del proceso productivo se identifican las malas prácticas. De este análisis se derivan las principales recomendaciones de mejora. Con la evaluación en planta se determina la situación general de la empresa, los puntos críticos en el manejo de la energía, del agua y materia prima así como sus efectos financieros y ambientales. Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Reunir los datos generales de la empresa y del proceso de producción (volumen de materiales, residuos y emisiones en el flujo).
- Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas.
- Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía.
- Organizar el equipo evaluador.
- Generar opciones.

1.2.3- Estudio de factibilidad.

En esta fase se elaboran los análisis económicos, tecnológicos y ambientales de las oportunidades de mejora encontradas, para identificar las que sean factibles. Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Evaluación técnica, económica y ambiental: considerando como estos elementos afectan a la producción, la calidad, el ambiente, los costos de inversión y beneficios.
- Definición de recomendaciones.
- Selección de las medidas a tomar.

1.2.4- Fase de implementación.

Esta es la fase de ejecución en la que se concretan las recomendaciones establecidas

mediante la asignación de recursos económicos, tecnológicos y humanos. Para la implementación se requiere:

- Establecer la fuente y el monto de los fondos destinados al proyecto
- Ejecutar las medidas recomendadas: asignación de recursos y determinación de los responsables de llevar a cabo estas medidas.
- Monitorear y evaluar las medidas implementadas, mediante el uso de indicadores que permitan medir el desempeño, de auditorías internas y de reportes de seguimiento.

1.3 - Opciones de Producción Más Limpia.

Identificadas las fuentes de residuos y de emisiones, así como de los puntos críticos en el consumo de energía, agua y materias primas, se inicia la búsqueda de medidas correctivas. Este proceso tendrá un mayor valor si se consideran las sugerencias de todos los miembros del equipo de P+L. Los elementos de procesos básicos a considerar se presentan a continuación, de manera individual (PNUMA, 2004).

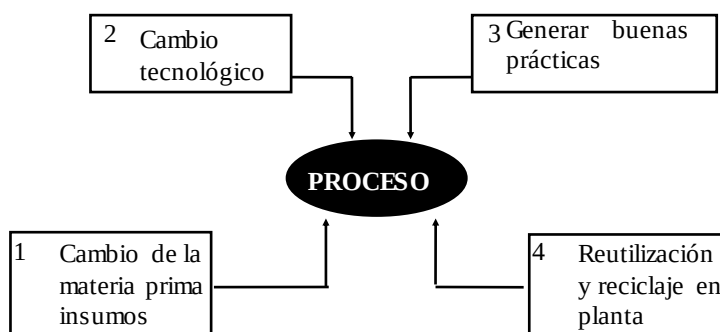


Fig. 1.4 - Elementos de proceso para las opciones de producción más limpia.

Fuente: (PNUMA, 1999).

- **Cambios en las materias primas:** mediante un cambio en las materias primas se puede reducir la generación y formación de residuos o compuestos residuales peligrosos, originados por la presencia de impurezas en las materias primas inadecuadamente seleccionadas. Al sustituir un compuesto peligroso o contaminante por otro más inocuo, se elimina la necesidad de aplicar un tratamiento al "final del tubo".
- **Cambios en las tecnologías:** se refiere a las modificaciones que pueden realizarse en el proceso o en los equipos, con la finalidad de reducir la generación de residuos y emisiones, así como al uso eficiente de materias primas y energía.

- **Generar buenas prácticas operativas:** consiste en una optimización de los procedimientos operativos y administrativos para reducir o eliminar, residuos, emisiones, uso ineficiente de insumos y tiempos de operación.
- **Reutilización y reciclaje en planta:** estas dos actividades pueden dar lugar a una recuperación de materias útiles, y a la localización de nuevos factores que promuevan el uso adecuado de materias primas, reduciendo así los gastos innecesarios.

De la evaluación del estado de la empresa y de las opciones generales de P+L que se apliquen, se pueden obtener los siguientes resultados: (ONUDI, 1999)(CONAM, 2003)

- Localización de los principales puntos de entrada: consumo de agua, energía, materia prima e insumos.
- Identificación de las principales fuentes de residuos y las cantidades generadas.
- Identificación de procesos que generan una cantidad considerable de residuos.
- Establecimiento de puntos críticos.
- Identificación de fortalezas desde el enfoque de procesos, y desde un análisis económico y ambiental.
- Establecimiento de un programa de reuniones para seguimiento de la implementación.
- Publicación, a nivel interno y externo, de los avances y resultados obtenidos.

1.4 - Generalidades sobre la industria Láctea.

La producción de leche y derivados lácteos para el consumo humano es una actividad económica de gran importancia, que provee al consumidor alimentos ricos en proteínas. Los principales procesos identificados son: producción de leche cruda, producción de leche tratada térmicamente, producción de quesos, producción de yogurt y producción de helados. En la figura 7 se presenta la cadena de producción del sector lácteo con sus diferentes fases:

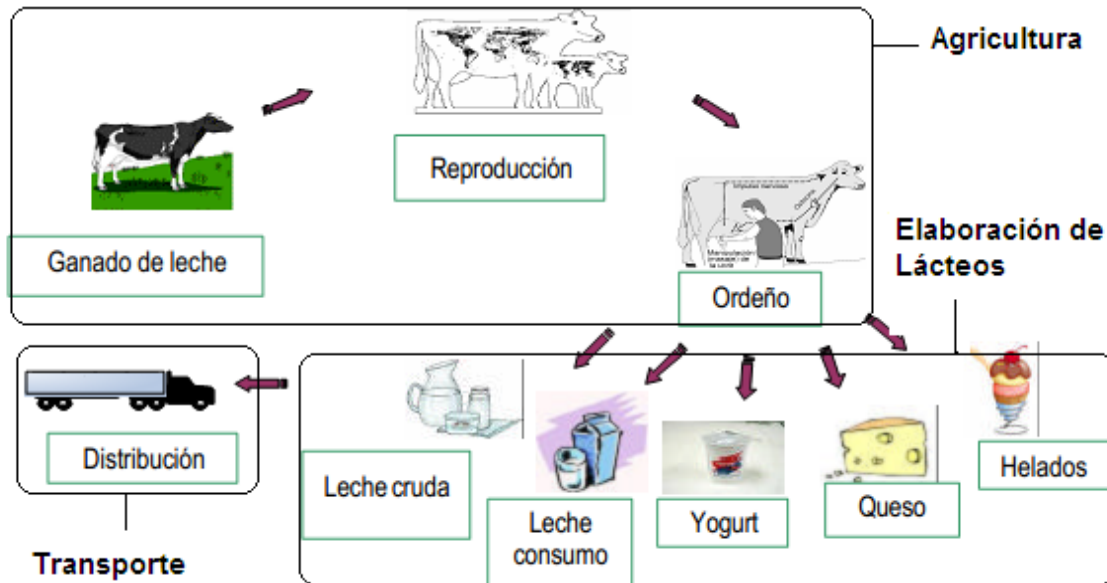


Fig. 1.5 - Cadena de Producción Láctea.

Fuente:(ANAM, 2005).

1.4.1 - Producción de Helado.

El helado es un lácteo solidificado producido por el congelamiento de una mezcla pasteurizada por agitación para incorporar aire y garantizar una uniformidad en la consistencia. La mezcla está compuesta por una combinación de leche, aceites vegetales, azúcar, agua purificada, saborizantes, colorantes y estabilizadores o emulsificantes.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de manera general para el procesamiento del helado.

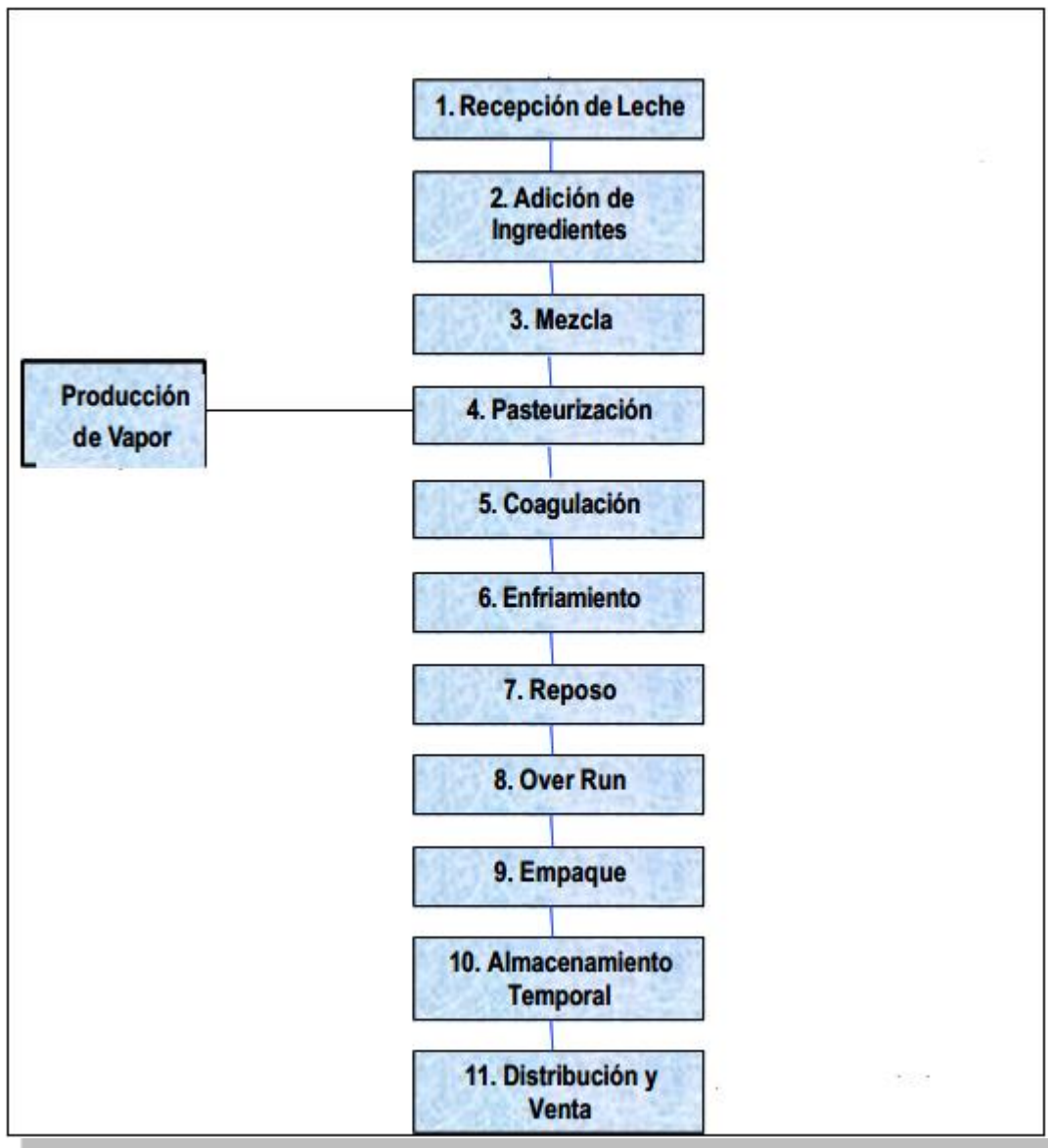


Fig.1.6 - Diagrama de flujo para la fabricación de helado.

Fuente: (ANAM, 2005).

Los equipos que se utilizan en la fabricación de helado son: tanques de agua, bombas y tanques mezcladores, sistemas de pasteurización, congeladores, máquinas rellena de copas y conos, empaquetadoras y compresores de aire.

Para asegurar la correcta proporción de los ingredientes y la homogeneidad de la mezcla estos son pesados y mezclados a través de una bomba mezcladora, y luego transferidos a un tanque mezclador. La mezcla es calentada en la camisa del vaporizador de la máquina mezcladora. Esta se bombea a través del sistema HTST (alta temperatura, corto tiempo) para su homogeneización, pasteurización y enfriamiento. La mezcla pasteurizada es dejada

reposar por 4 horas a una temperatura de 4 °C, al terminar este proceso la mezcla es colocada en un congelador, donde es sujeto a un proceso llamado overrun (extender la mezcla), en el cual suceden dos cosas: el aire condensado es añadido sobre la mezcla para incrementar el volumen del producto final por más del 120%, y al mismo tiempo se añade el saborizante que se desea. El helado es luego enviado a las diferentes máquinas envasadoras, donde es moldeado de acuerdo a la forma deseada y/o puestos dentro de contenedores apropiados. (ANAM, 2005)

1.5 - Impacto Ambiental en la Producción de Productos Lácteos.

En las empresas de fabricación de productos lácteos tienen lugar aspectos ambientales significativos, los cuales están dados por los altos consumos de agua y energía, la generación de grandes volúmenes de vertimientos con altos contenidos de materia orgánica y sólidos. También, con menor significación, se emiten gases de combustión, potencialmente gases refrigerantes y se generan ruido y vibraciones. Véase en la figura 1.7.

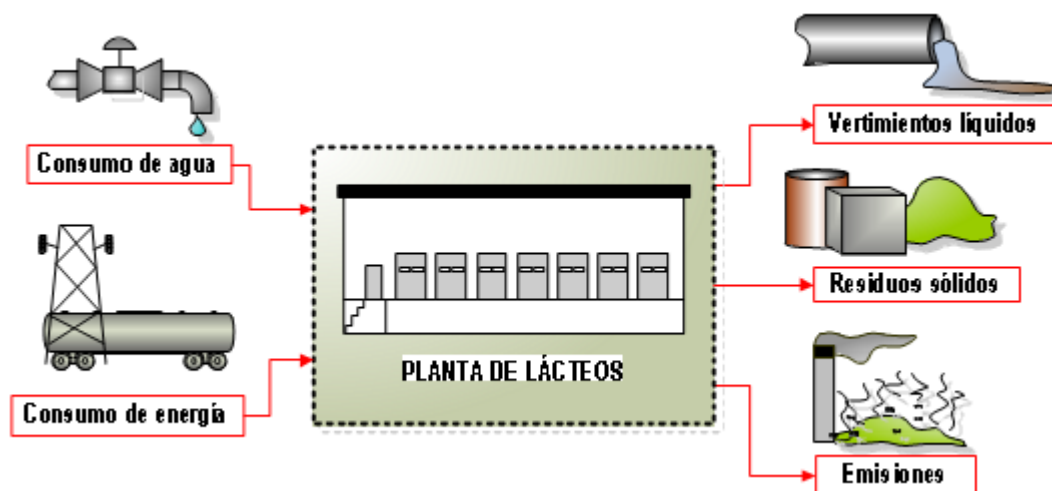


Fig.1.7 - Aspectos e Impactos Ambientales en Empresas de Productos Lácteos

Fuente: (ANAM, 2005).

➤ Consumo de Energía

En la siguiente figura se muestran las fuentes y el uso de energía eléctrica para el procesamiento de diversos productos lácteos.

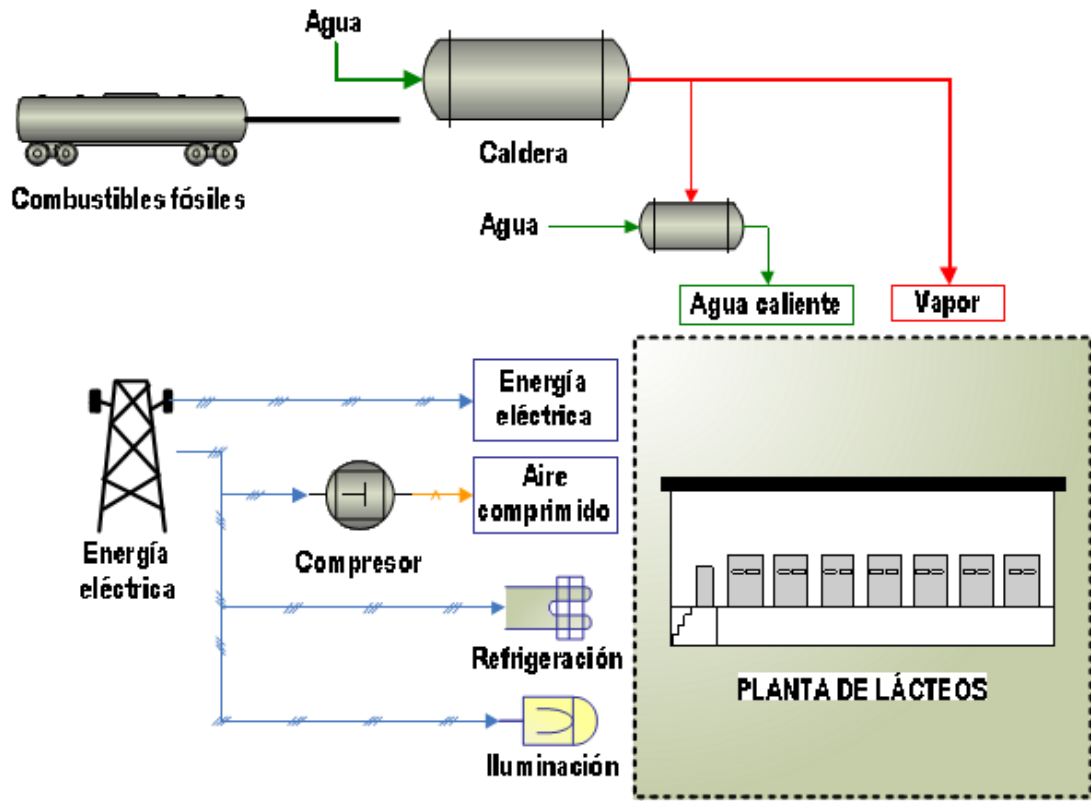


Fig. 1.8 - Fuentes y Usos de la Energía en el Procesamiento de Productos Lácteos.

Fuente: (ANAM, 2005).

El consumo de energía en dichas empresas resulta de vital importancia, ya sea para el mantenimiento de la calidad de los productos, desde los tratamientos térmicos, como los de conservación (placas enfriadoras, refrigeradores, entre otros). Esta energía puede ser de dos tipos: la térmica, usada en la generación de vapor y agua caliente para llevar a cabo las tareas de limpieza y en las operaciones del proceso de transformación, como pasteurizado de la leche y elaboración de la cuajada. Por otra parte se hace uso de la energía eléctrica para las operaciones de refrigeración, funcionamiento de equipos, iluminación de las instalaciones y ventilación.

➤ Consumo de Agua

En la figura 1.9 se muestra un esquema de los usos del agua en las plantas procesadoras de productos lácteos.

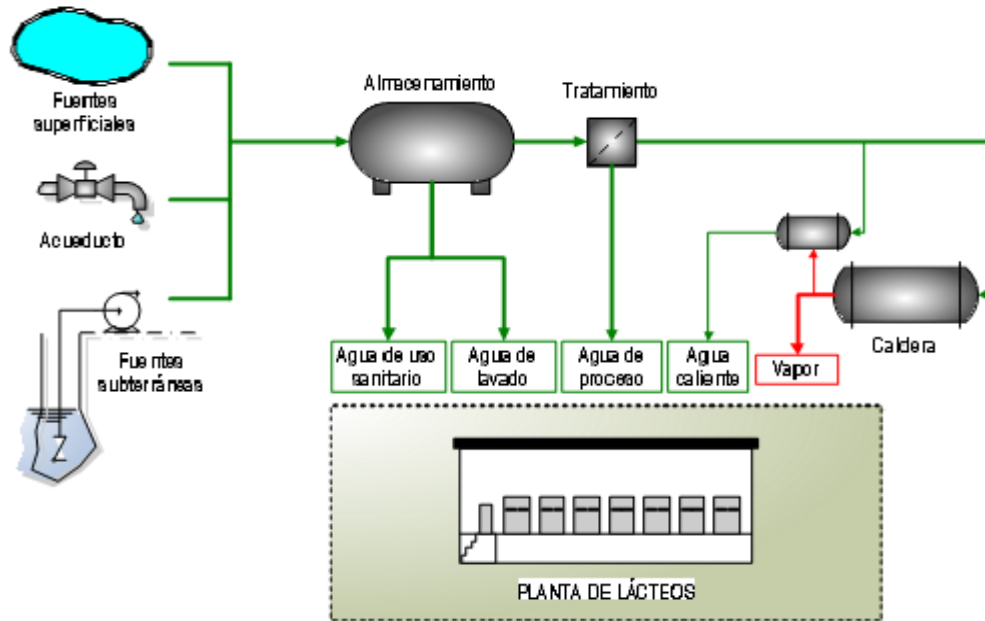


Fig. 1.9 - Esquema del Uso de Agua en el Procesamiento de Productos Lácteos

Fuente: (ANAM, 2005).

Las empresas de procesamiento de productos lácteos consumen grandes cantidades de agua en el proceso; siendo alrededor del 45 % de dicho consumo empleado en las operaciones de limpieza para mantener las condiciones sanitarias y de higiene requeridas.

Las malas prácticas más comunes que incrementan los consumos de agua en las plantas de procesamiento de lácteos son: (ANAM, 2005)

- No se registra el consumo de agua por plantas de producción: así no es posible realizar un seguimiento y control del uso de la misma. Con un registro del consumo se pueden detectar picos o valores irregulares con respecto a un promedio histórico ocasionados por fugas, daños en la red o descuido del personal.
- Mangueras sin dispositivos de cierre: es una de las causas más comunes del desperdicio de agua; el dispositivo de cierre o “pistola” además eleva la velocidad de salida del agua aumentando el arrastre; cuando la pistola falta en las mangueras el dispositivo de cierre y de aumento de velocidad es el dedo del operario, pero cuando éste debe soltar la manguera para usar las dos manos o debe retirarse brevemente, la manguera se mantiene abierta descargando agua.
- Fugas y goteos: se presentan en tuberías por uniones defectuosas especialmente en acoples, válvulas y demás accesorios o por rupturas y perforaciones en mangueras, sobre

todo en los puntos de flexión. Las fugas y goteos son fácilmente ignorados o despreciados como un problema menor.

- Falta de capacitación y sensibilización de los operarios: cuando el personal desconoce los impactos ambientales y económicos del uso ineficiente del recurso hídrico se presentan prácticas y actitudes que generan desperdicios. Por ejemplo se presentan casos donde los operarios por descuido y falta de conciencia dejan abiertas las válvulas de las tuberías de agua sin ninguna justificación.
- Disponibilidad de agua a bajos costos: al contrario de lo que sucede con la energía, cuando el agua está disponible a bajos costos no existe un interés o incentivo para evitar los desperdicios y reducir el consumo.

➤ **Vertimientos Líquidos**

Directamente proporcional al consumo de agua está la generación de vertimientos, entre más agua se consuma, especialmente en las operaciones de lavado y desinfección, más agua se vierte como agua residual, considerándose estos como el problema ambiental más importante debido al gran volumen y a los contaminantes que lleva consigo tales como leche diluida, leche separada, grasas y sólidos suspendidos, detergentes, productos químicos, altos contenidos de sal y lacto-suero que debido a su composición aumenta los niveles de DBO y DQO de los vertidos (ANAM, 2005).

➤ **Residuos Sólidos.**

Los residuos sólidos generados dentro de la empresa principalmente son de carácter inorgánico y estos corresponden a envases y embalaje de materias auxiliares, tanto de limpieza como de materias primas secundarias. También se generan residuos sólidos orgánicos en menor proporción como, en el caso de la producción de queso, recorte y partículas de raspado de mantas.

Pero, el principal residuo es el suero. La generación de suero es aproximadamente 9 veces la cantidad de leche tratada. En algunos casos, es aprovechado para la fabricación de otros productos o en alimentación animal, principalmente de cerdos (ANAM, 2005).

➤ **Emisiones Atmosféricas**

Las emisiones atmosféricas en las empresas de procesamiento de productos lácteos se generan en las calderas utilizadas para la producción de vapor, que utilizan diesel o bunker pesados.

En general, las calderas bien operadas y sometidas a mantenimiento preventivo, tienen un buen funcionamiento, y las emisiones de gases de chimenea se ubican en valores aceptables. Cuando la empresa se localiza en áreas urbanas, es importante considerar el ruido ambiental generado por la actividad. Con relación al ruido ocupacional, las fuentes de generación son las calderas, compresores y molinos.

1.6 - Buenas Prácticas de Manufactura para la producción más limpia en el sector lácteo.

Las BPM para la PML son consideradas como actividades de gestión y proceso que reducen la generación de residuos, al ser identificadas y aplicadas correctamente dan como resultado una mejor calidad del producto, reducción en los gastos de operación, minimización de pérdidas de producto, reducción de los residuos generados además de mejorar el ambiente laboral.

Son consideradas como un conjunto ordenado de propuestas eco-eficientes que no representan un gran esfuerzo para la empresa (sencilla y pequeñas inversiones), no necesariamente significan modificar sus procesos, ni sistemas de gestión y estas se pueden llevar a término en la misma para reducir su impacto ambiental. En una fábrica de productos lácteos se basan en la puesta en marcha de una serie de procedimientos destinados a mejorar y optimizar los procesos productivos y promover la participación del personal. (Sainoz Aguirre, Mara Alicia, 2010)

1.6.1 -Buenas prácticas ambientales.

Las BPA son un conjunto de acciones establecidas, pero que no son únicas, para lograr el mejoramiento y optimización de los procesos, promoviendo la participación del personal que labora en la empresa. Son acciones que a gran escala aumentan la rentabilidad de la empresa, tanto administrativa como institucionalmente. Fuente: (Lee Morales, Jennifer, 2012)

- Capacitación del personal: es una actividad dirigida a todas las áreas de la empresa, involucrando a todo el personal. Concientizar y proveer los conocimientos, habilidades y actitudes para el mejoramiento de sus actividades laborales y hábitos de consumo de agua, energía y recursos. Los temas de capacitación básicos en una empresa son: la salud ocupacional y seguridad industrial, los procesos, insumos, residuos y subproductos, y la bioseguridad.

- Uso eficiente del agua: la limpieza de los contenedores y tanques de transportación de leche debe cumplir estrictas condiciones higiénicas, razón por la cual se requiere el uso de grandes cantidades de agua y químicos para la desinfección. Para optimizar esta actividad se puede establecer un procedimiento de limpieza, como el reúso del agua y químicos o el uso de pistolas de agua de alta presión, que permiten reducir, significativamente el consumo de los insumos utilizados, obteniendo igual calidad e higiene y facilitan la limpieza.
- Uso eficiente de la energía: la energía es un insumo de gran utilización en las empresas lácteas, por la utilización de equipos eléctricos, producir calor en forma de vapor, enfriar, refrigerar, etc. Por lo mismo, representa un alto valor de la producción e influye en el costo total del producto. Se pueden obtener ahorros inmediatos al mejorar las prácticas de manufactura de los trabajadores, los procesos actuales y las condiciones del equipo.
- Uso eficiente de materiales: se han estimado pérdidas en un 2 % del total de la leche a consecuencia de derrames y restos en los recipientes y tuberías. Estas pérdidas pueden contrarrestarse recuperando la leche con el agua de lavado inicial de todos los equipos que tuvieron contacto con ésta y reutilizarla o venderla como alimento de altos nutrientes para el ganado. La misma solución puede ser útil por las pérdidas en la producción de queso. De esta forma, se evita la descarga de efluentes contaminantes en el drenaje y desechos sólidos suspendidos.

1.6.2 - Beneficios de la producción más limpia en el sector lácteo.

Una razón por la cual se debe invertir en la Producción Más Limpia, es tratar de dar una solución a tiempo a los problemas de contaminación al medio ambiente y que no sea como una de tantas soluciones tradicionales de final de tubo, que por lo general representan altos costos (de diseño, construcción y operación), las anteriores opciones de aplicación en Producción Más Limpia están encaminadas a generar ahorros en materias primas o insumos, en el pago de multas por contaminación o mayores ingresos en la operación de un proceso.

La adopción de la estrategia nombrada anteriormente para la aplicación de la Producción Más Limpia puede servir como punto de partida hacia un sistema de aseguramiento de la calidad, a través de las buenas prácticas de operación.

La empresa con producción más limpia puede mejorar el posicionamiento de sus productos

contribuyendo a su promoción con rótulos que los identifican como productos “verdes”, “amigables con el medio ambiente”, o mediante los llamados sellos verdes o ecológicos. La aplicación de Producción Más Limpia en el sector lácteo genera los siguientes beneficios: (Garzón Benavides, Janneth Margarita & López Morán, Johanna Marcela, 2008)

- Disminución de los costos de tratamiento y disposición de residuos.
- Valorización de los residuos por la venta.
- Reducción de los costos de mantenimiento y limpieza.
- Reducción de los costos derivados de problemas de salud ocupacional.
- Ahorro en el pago de servicios de agua y energía.
- Mayor oportunidad de mejoramiento empresarial y logros de objetivos de calidad total empresarial que integren la responsabilidad por el medio ambiente con la seguridad industrial y la salud ocupacional.
- Mayor participación empresarial en la gestión ambiental.
- Mayor posibilidad de acceso a recursos de financiación para reconversión tecnológica.
- Mejoramiento de las relaciones con la comunidad y de la imagen pública de la empresa.

1.7- Ejemplos de oportunidades de P+L identificadas.

Prevención y reducción de residuos en el origen.

Prevenir la generación de residuos en el origen es el primer paso hacia la aplicación de los conceptos de la producción limpia, pues elimina la necesidad de realizar posteriormente una compleja gestión de residuos, incluyendo su tratamiento y disposición final.

Reducir, por su parte, implica disminuir en el origen la cantidad y nocividad de un residuo.

- **Uso racional de los recursos: materias primas, agua, energía, recursos humanos y tecnológicos.**

Mejorar sistemas de control de calidad de materias primas en la recepción para verificar que se cumplan con las especificaciones requeridas del proceso (por ejemplo: composición, propiedades físico químicas, presencia de contaminantes potenciales, etc.).

- Optimización de los programas de producción y manutención preventiva de los equipos con el fin de evitar accidentes, escapes, derrames o fallas de equipos. Esto incluye el chequeo y revisión de bombas, válvulas, empaquetadoras, estanques de retención, filtros, equipos de seguridad, etc.

- Optimización de operaciones de almacenamientos y manejo de materias primas, así como del control de inventarios para coordinar el volumen de las adquisiciones con los requerimientos de producción, teniendo en cuenta la vida útil de los recursos (muy importante en el caso de materiales biodegradables o químicamente inestables).
- Reducir las pérdidas durante la operación por ejemplo: puesta en marcha y detención, cambios de niveles de producción, cambios en las materias primas y condiciones de operación, etc.
- Desarrollar e implementar prácticas de uso eficiente de agua y energía.
- Substitución de materia prima o de proveedor.
- Mejora en la preparación de la materia prima.
- Substitución de embalajes.

➤ **Selección de materiales de menor impacto ambiental.**

Sustituir materiales peligrosos o tóxicos por algunos menos nocivos para el medio ambiente.

- Usar materias primas e insumos que no generen residuos indeseados o peligrosos por ejemplo: usar briquetas de aserrín, carozo de coco o carbonilla de carbón como combustible.
- Preferir materias primas e insumos con menor cantidad de envoltorios o comprar a granel para reducir embalajes.
- Seleccionar insumos con vida útil más larga.
- Seleccionar materiales que, debido a sus propiedades, puedan ser utilizados varias veces o ser recuperados.
- En el caso de usar sustancias peligrosas, implementar las medidas necesarias para una gestión segura en las actividades de transporte almacenamiento y manipulación.

➤ **Modificaciones al proceso productivo e incorporación de tecnología.**

- Mejorar el diseño de los procesos, para permitir una mayor productividad y utilización de los recursos materiales y energéticos.
- Utilizar herramientas de optimización en las condiciones de operación con vistas a minimizar pérdidas.
- Incorporar controladores que permitan mantener las condiciones de operación del proceso cercanas a las óptimas.
- Al adquirir equipamiento, seleccionar aquellos que utilizan más eficientemente las

materias primas, menos energía y que sean más limpios.

➤ **Cambios en las prácticas de operación, mejorando la percepción y actitud de los operarios.**

- Capacitación y entrenamiento permanente del personal en lo concerniente al proceso productivo, seguridad y salud en el trabajo, manejo de materiales y gestión ambiental.
- Incentivar al personal.
- Desarrollo de manuales de operación y procedimientos.
- Desarrollo de programas permanentes de reconocimiento, evaluación y control de riesgos ocupacionales.
- Detección de áreas críticas.
- Optimización de parámetros operacionales.
- Mejora de compras y ventas.
- Mejora en el sistema de informaciones y entrenamiento.
- Mejora en el sistema de mantenimiento preventivo de equipamientos productivos.

Valorización de residuos.

- Reutilización: Consiste en el aprovechamiento del producto sin cambiar su forma o naturaleza original, convirtiendo así el residuo en un insumo para otro proceso productivo.
- Esta es la manera más eficiente de valorización de residuos, pues no requiere de tecnologías complejas ni de gasto energético, pero necesita que los residuos a ser reusados posean características, semejantes u homologables.
- Reciclaje, consiste en la transformación de ciertos materiales en materia prima para procesos productivos, convirtiendo así un residuo en una materia prima.
- En este caso se requiere de energía para transformar estos residuos en productos buenos, por lo que resulta menos eficiente.
- Recuperación de materiales valiosos, consiste en rescatar algunos materiales desde las corrientes de residuos, cuyo valor supera el costo del proceso de recuperación.

Eficiencia energética en oficinas administrativas.

- Pintar de colores claros las paredes internas y techos.
- Colocar chapas translúcidas en el techo para aprovechar iluminación natural.
- Apagar las luces cuando no sea necesarias.

- Sustituir lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes.
- Concientizar sobre la importancia del ahorro de energía.

Manejo adecuado del vapor.

- Establecer un programa de mantenimiento preventivo de caldera.
- Identificación de tuberías en mal estado.
- Llevar un registro diario de consumo de combustible.
- Evitar las pérdidas de calor de combustión en los gases mediante la minimización del exceso de aire, manteniendo limpias las superficies de intercambio de calor, implementar el uso de equipo de recuperación del calor de los gases de combustión.

Aprovechamiento del condensado de vapor.

- Instalar un sistema de recuperación de condensado para reutilizar este en la caldera y así disminuir el gasto de combustible.

Conservación de agua.

- Iniciar un programa de monitoreo continuo, identificando los puntos de usos críticos.
- Establecer metas y objetivos de uso de agua para la planta.
- Revisar regularmente válvulas, grifos, y conducciones, evitando usos innecesarios.
- Ejercer un control en la operación de enjuague posterior a la limpieza.
- Recircular agua de refrigeración.
- Implementar equipo de lavado de canastas y bandejas.

1.8 - Ejemplos de Oportunidades de Producción más Limpia implementadas en empresas del sector lácteo.

Fuente: (Programa Piloto de Asistencia Técnica a Industrias de la cadena productiva láctea para la aplicación de Producción Más Limpia, 2012)

➤ Sueros lácteos y grasas.

La recuperación de suero de queso y mantequilla significa una reducción de la DBO de los residuales líquidos de aproximadamente 20 %.

La recuperación de grasas puede significar una reducción del 40% de la DBO del residual.

- Elaboración de otros productos para consumo humano (el de mantequilla se utiliza como sustituto de la leche descremada en polvo, y el de queso para un amplio surtido de

productos como requesón, helados, lactosa, suero saborizado, concentrado de proteínas).

- Elaboración de piensos para animales.

➤ **Claros de huevo en fábricas de helado.**

Las claras de huevo que no se utilizan en la fabricación de helado, se pueden utilizar en la elaboración de dulces.

➤ **Sosa cáustica.**

Recuperación y reutilización de la sosa cáustica utilizada en las pasteurizadoras.

➤ **Valorización de residuos.**

A través de la segregación de los residuos sólidos, de acuerdo a sus características, almacenamiento transitorio y comercialización a terceros.

Los residuos entregados a terceros son:

- Bolsas plásticas de polietileno.
- Cajas de cartón.
- Tambores plásticos de 200 kg.

➤ **Recirculación de condensados de vapor.**

El vapor procedente de la caldera y empleado en la calefacción de los tanques de fabricación de yogurt, una vez condensados, son retornados al tanque de alimentación de la caldera, aprovechando el poder calorífico del mismo. De esta manera la temperatura del agua de alimentación de la caldera se eleva, con la consecuente reducción de combustible empleado.

➤ **Recirculación de agua de enfriamiento de reactores de fabricación de yogurt.**

El agua natural empleada para la refrigeración de los tanques de fabricación de yogurt, son retornados a tanques desde donde son bombeados nuevamente para procesos de refrigeración siguientes.

➤ **Fabricación de ricota a partir del suero.**

Esta técnica es empleada como una alternativa de aprovechamiento del contenido proteico del suero obtenido en el proceso de fabricación de queso.

➤ **Conservación del agua.**

Esta labor es realizada mediante:

- Optimización del lavado de cajas y bandejas.
- Uso de agua a presión y boquillas pulverizadoras.
- Inversiones económicas para la adquisición de equipamientos de lavado automático de

equipos, conducciones, tanques, etc.

En el sector productivo lácteo se pudieron identificar infinidad de oportunidades de Producción Más Limpia, que implementadas de seguro contribuirán al mejoramiento productivo eco-eficiente.

Conclusiones parciales.

1. Se confirma que la industria alimentaria figura como una importante fuente de contaminación al medio ambiente, a partir de los problemas ambientales que genera: residuales líquidos con elevada carga orgánica, desechos sólidos, gases, ruidos, así como elevados consumos de agua y energía, por lo que la aplicación de acciones de PML es pertinente.
2. Las Producción Más Limpia ha tenido aplicaciones prácticas a nivel internacional y en Cuba, en empresas productoras de alimentos que permiten obtener grandes beneficios, al reducir los consumos de agua, materias primas y energía, así como disminuir los residuos y emisiones.
3. El enfoque de PML ha tenido aplicaciones prácticas a nivel internacional en Empresas Productoras de Derivados Lácteos que permiten obtener grandes beneficios, al reducir los consumos de materias primas, agua y energía, así como disminuir los residuos y emisiones.
4. A través de los ejemplos de oportunidades de PML en empresas del sector Lácteo se demuestra que mediante la recuperación de algunos productos de desechos se puede aumentar, tanto las producciones de la fábrica, como su economía.
5. De las metodologías encontradas en la literatura se propone aplicar en esta investigación la metodología para la Evaluación de Producciones Más Limpias propuesta por el PNUMA ya que la misma es detallada, didáctica, sistematizada y se adapta a las condiciones de la empresa objeto de estudio.

CAPÍTULO 2: “Materiales y métodos de la investigación”.

2.1 - Descripción de la Empresa y su proceso productivo.

2.1.1 - Generalidades.

La Empresa de Productos Lácteos Escambray anteriormente llamada y aún conocida como Combinado Lácteo "Escambray", se encuentra ubicada en el Municipio de Cumanayagua, perteneciente a la provincia de Cienfuegos.

Esta Empresa fue creada por la resolución No. 340-76 del 15 de Diciembre de 1976 emitida por el Ministro de la Industria Alimenticia, aunque anteriormente estaba estructurada y funcionaba desde el año 1975.

La Empresa se encuentra localizada en la Zona Industrial Km. 1 en el ya mencionado Municipio de Cumanayagua y sus fábricas se encuentran ubicadas en la misma dirección, así como sus unidades de aseguramiento y apoyo.

Su construcción comenzó por la Fábrica de Quesos en el año 1973, teniendo en cuenta los factores favorables existentes en esta zona geográfica y las perspectivas de amplio desarrollo concebidas para los planes lecheros circundantes de El Tablón, El Abra, Breñas y La Sierrita. Posteriormente y por la decisión del Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, a finales del mismo año, dada la ubicación de los equipos tecnológicos, se concibe la construcción de la Fábrica de Helados, que inicialmente se planificara su construcción en Santa Clara.

Ya en el año 1989 se concluye la construcción y montaje de la Planta Pasteurizadora perteneciente a esta entidad.

Las producciones fundamentales de la organización son:

- Quesos de diferentes tipos
- Leche Pasteurizada
- Yogur Natural y de Sabores
- Derivados de la Soya (Yogur, Cremas, etc.)
- Helados de diferentes modalidades

Las Materias primas fundamentales son:

- Leche Fresca de Vaca
- Leche Entera en Polvo
- Leche Descremada en Polvo

- Azúcar
- Soya en Grano
- Mantequilla sin sal
- Aceites Esenciales

La estructura organizativa de la Empresa se muestra a continuación.

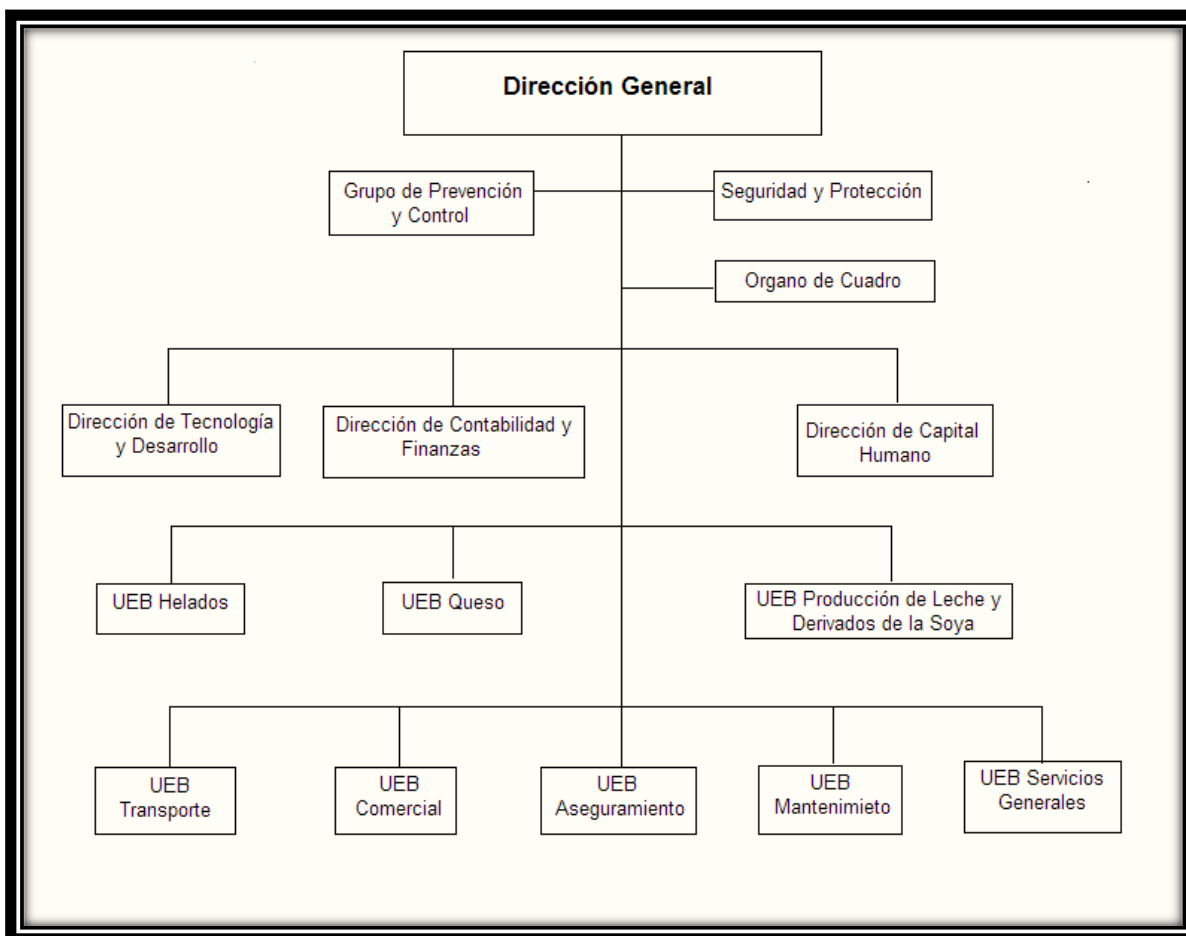


Fig. 2.1 - Estructura Organizativa de la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Fuente: Elaboración propia

Actualmente laboran en la Empresa 586 trabajadores: 61 dirigentes 109 técnicos, 360 operarios, 49 de servicios y 7 administrativos. Los niveles de escolaridad son: 12º grado: 141, universitarios: 66, nivel medio: 156, 9º grado: 192, 6º grado: 27 y menos de 6º grado: 4

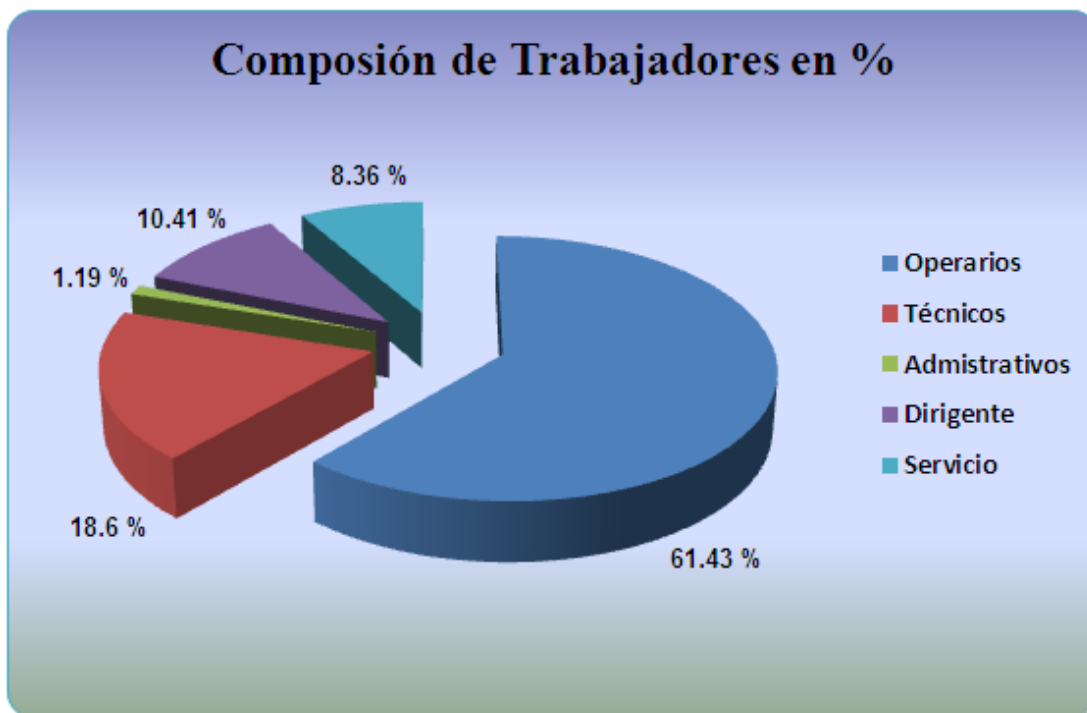


Fig. 2.2 - Distribución de los trabajadores por categoría ocupacional.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 - Planeamientos Estratégicos

La Misión de la Empresa de Productos Lácteos Escambray es:

Elaborar productos Lácteos, derivados de la Soya, de un alto nivel nutricional, que garanticen la Canasta Básica, consumo social, así como productos para la venta en divisa con una calidad acorde a las exigencias del mercado actual, aprovechando la ubicación en el centro sur del país, lo cual facilita estabilidad y competitividad en el mercado.

La Visión es:

- La Empresa de Productos Lácteos Escambray está en perfeccionamiento empresarial
- Realiza producciones de derivados lácteos competitivas, redituables, con tecnología homologada a la media internacional.
- Obtiene utilidades razonables para su patrimonio y el estatal.
- Sus producciones satisfacen los requerimientos de los clientes del mercado nacional con un incremento progresivo de las ventas.
- Existe un clima personal y organizacional favorable con predominio de la cooperación mutua en función del interés general de la entidad.
- Dirigen la empresa Cuadros con liderazgos, muy capaces, altamente motivados y con un

elevado nivel de gestión.

- Existe un alto nivel informático y de otras tecnologías de la comunicación a favor de la elevación de la efectividad para el cumplimiento de la misión.
- Se mantiene el liderazgo en la comercialización de productos lácteos y derivados de la soya.
- Existe una Estrategia Ambiental la que permite y garantiza su inserción en el micro-macro-entorno.

Objeto social es:

Actividad fundamental que realiza la EPLE

Que según lo dispuesto por la Resolución No.: 632 / 04 de fecha 30 de Diciembre del 2004, del Ministerio de Economía y Planificación, el Objeto Empresarial aprobado para la Empresa de Productos Lácteos “Escambray”, es el siguiente:

- Realizar la compraventa de leche fresca, en moneda nacional y divisa.
- Comercializar de forma mayorista en moneda nacional y divisas en su territorio las producciones del resto de las empresas del sistema de la Unión Láctea.
- Producir, distribuir y comercializar de forma mayorista leche fluida, leche en polvo, yogurt, helados, quesos , mezclas físicas y otros productos derivados de la leche, la soya y sus análogos y otros productos lácteos y sus análogos, en moneda nacional y divisas.
- Producir y comercializar de forma mayorista mezclas físicas, en moneda nacional y divisas.
- Prestar servicios de almacenamiento y alquiler de medios de transporte refrigerados, en moneda nacional.
- Ofrecer servicios gastronómicos a los trabajadores de la entidad así como al sistema del Ministerio de la Industria Alimenticia, mediante instalaciones rústicas a tal fin, en moneda nacional.
- Efectuar la venta a los trabajadores del sistema en el territorio de los excedentes de productos cárnicos y agrícolas del autoconsumo, en moneda nacional.

Para la realización de la venta de los productos se emite un certificado de concordancia donde se plasma fecha de fabricación y vencimiento de los productos, las características organolépticas y sus parámetros de calidad.

Los análisis organolépticos que se realizan son:

- Olor,
- Sabor,
- Textura,
- Consistencia
- Color.

Los análisis físico- químicos.

- Por ciento de ácido lácteo
- Temperatura
- Por ciento de grasa
- Por ciento de sólidos no grasos
- Sedimentación
- Sólidos totales
- Densidad

Análisis microbiológicos.

- Conteo de coliformes
- Conteo total
- Hongos.
- Levadura

2.1.3 - Resultados productivos.

A partir de la leche fresca de vaca, leche entera en polvo, leche descremada en polvo, azúcar, soya en grano, mantequilla sin sal y aceites esenciales se elaboran diferentes tipos de Lácteos como se muestra a continuación.

Destinadas al Comercio en moneda nacional

- Leche Fluida
- Yogur de Leche
- Yogur de Soya
- Queso Crema de Soya
- Mezcla en Polvo para Batidos
- Chocolé
- Lactosoy

- Queso Fundido
- Otros Quesos
- Helado de Crema

Destinadas al Mercado en Divisa

- Yogur de Leche, Natural y Saborizado.
- Queso Fundido “Atlántico y Monte Verde” en piezas de 2 y 3 kg
- Queso Cumanayagua
- Queso Azul de Cuba
- Queso Salame
- Queso Amaya
- Helado “Guanaroca” en pots de 400 ml y cubos de 3.8 L.
- Yogur Galaxia en bolsas.

Destinos principales de nuestras Producciones.

Comercio Nacional

- Canasta Básica
- Consumo Social (incluye educación, salud y deporte)
- Merienda Escolar

Mercado en Divisa

- Hoteles de la provincia
- Los polos turísticos Habana y Varadero
- Cadena de Tiendas Recaudadoras de Divisa
- Cadena Ideal

La tabla de los resultados productivos de la EPLE en el período de los años del 2010 al 2013, se muestran en el anexo 1, donde se puede apreciar las producciones en miles de galones en el caso del helado y las demás producciones en toneladas.

En la siguiente gráfica se representa dichos resultados productivos donde se puede apreciar que en el año 2012 fueron buenas las producciones con respecto a los demás años analizados.

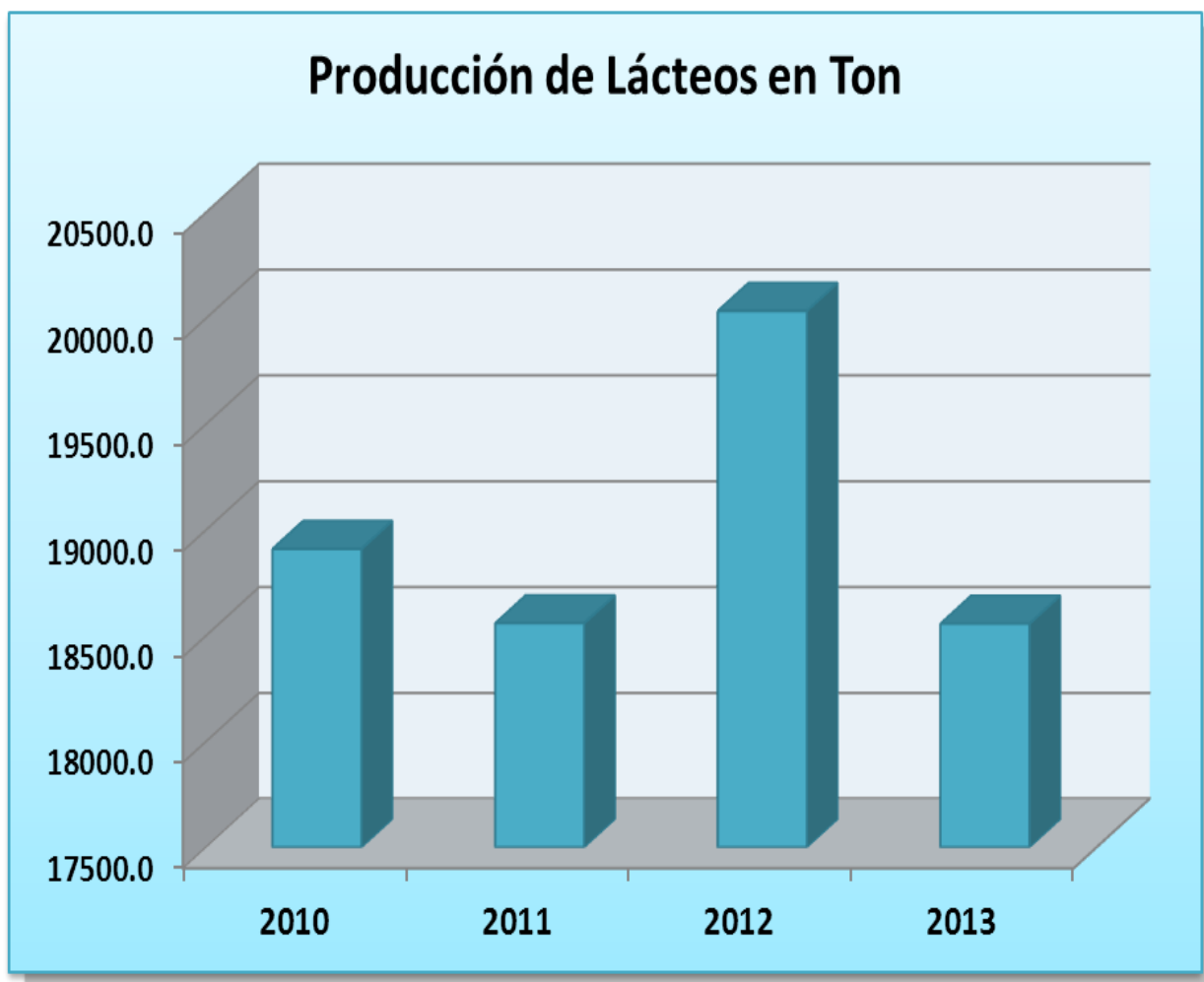


Fig. 2.3 – Producción de Lácteos por años.

Fuente: Elaboración propia.

Los problemas más significativos con respecto al cumplimiento del plan de producción de los años 2010, 2011 y 2013 se han debido a:

La falta de leche en polvo tanto para la elaboración de helados, chocolé como para la distribución del mismo.

El incumplimiento del plan de acopio de leche fresca ha repercutido en la elaboración de quesos.

Se incumple con el Yogurt de Soya debido a las dificultades en la transportación, además de problemas tecnológicos en el sistema de refrigeración.

Falta de grasa, para la elaboración de helados, en los tres primeros meses del año 2011 sin posibilidad de recuperación ya que no hay coincidencia del plan de entrega y producción, déficit de cubos de 4,0 lt y 10 lt para la divisa.

2.1.4 - Indicadores económicos.

Los indicadores económicos de la EPLE en los años del 2010 al 2013 se representan en la tabla del anexo 2

Como puede apreciarse la producción mercantil de la Empresa muestran un descenso desde el 2010 hasta el 2013 para llegar a ser 74 530.8 MP en este último año.

En la siguiente tabla se representan los consumos en el año 2013 de Energía Eléctrica y el agua tanto en la empresa en general como en la planta objeto de estudio.

Tabla 2.1 Consumo de energía y agua en el 2013.

Portadores	U/M	Consumo 2013
Energía Eléctrica de la Empresa	kW/h	5113640
Energía Eléctrica de la UEB Helado	kW/h	2468328
Agua en la Empresa	m ³	91913
Agua en la UEB Helado	m ³	49633.2

Fuente: Balance anual de portadores de la Empresa de Productos Lácteos Escambray. Año 2013

En dicha tabla se puede observar el 48.27 % del consumo total de energía eléctrica pertenece a la UEB Helados, al igual que el 54 % del consumo total del agua.

2.1.5 - Situación ambiental de La Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Antecedentes

La Empresa de Productos Lácteos Escambray, en su concepción ambiental se preocupa desde su origen en atender las inquietudes de la sociedad y su interés por incorporar los criterios de Desarrollo Sostenible en todas las actuaciones de la vida diaria, reconoce además que las actividades vinculadas con su proceso de producción pueden poner en peligro el medio ambiente y la salud de los trabajadores y la población en general. Es por ello que la dirección se compromete a desarrollar sus actividades con el debido respeto por la protección del medio ambiente, y a mejorar continuamente sus prácticas medioambientales cuya implantación será responsabilidad de todos sus dirigentes y trabajadores.

Situación ambiental actual

La Empresa de Productos Lácteos Escambray, involucrada en un proceso de

perfeccionamiento de su gestión, cuenta con una Estrategia Ambiental desde el año 1995 que se materializa en planes de acción a corto, mediano y largo plazo, la cual resulta insuficiente para resolver los problemas ambientales que ocasiona.

La Empresa se encuentra inmersa en comenzar la cuarta fase de la implantación de su Sistema de Gestión Ambiental, por lo que debe proceder a la medición, revisión y evaluación del grado de economía, eficiencia y eficacia de su desempeño ambiental de forma periódica y sistemática, siendo imprescindible una guía para realizar una auditoría interna a todas sus áreas e instalaciones, comenzando por las de mayor relevancia ambiental para detectar, corregir desviaciones, planificar y realizar acciones correctivas y preventivas que garanticen el mejoramiento continuo de su sistema de gestión con el objetivo de solicitar la Auditoría externa por expertos del CITMA para lograr la certificación de su reconocimiento ambiental. En la última inspección realizada por el CITMA se detectaron las siguientes deficiencias:

- Falta de mantenimiento al sistema de atarjeas que conducen los residuales y aguas de proceso.
- Elevado consumo de agua.
- Existencia de salideros de agua en procesos de pasteurizadora y taller.
- Filtraciones en las cubiertas en general (almacén, proceso, etc.).
- Falta la válvula del cubeto del grupo electrógeno en pasteurizadora.
- Existencia de productos químicos caducos y ociosos.
- Falta de mantenimiento de la trampa de hidrocarburos y grasas con roturas en tubos de entrada en el área de calderas de la pasteurizadora.
- Faltan los resultados de caracterizaciones de los residuales líquidos de la fábrica.
- Falta caracterización de emisiones al atmosfera de calderas.
- El consumo de agua es un estimado por empresa, no hay control diferenciado por cada UEB.
- Las mangueras no cuentan con un dispositivo de cierre automático.
- Se presentan fugas en tuberías de agua y vapor.
- No hay aislamiento térmico completo de las tuberías y tanques que contienen vapor o refrigerantes.
- No se realiza el aprovechamiento de condensados.
- No hay una estabilidad en el proceso productivo.

Las deficiencias incumplidas relacionadas con el mantenimiento y rehabilitación, así como la adquisición de metro-contadores de agua, la caracterización de los residuales líquidos y las emisiones a la atmósfera necesitan del financiamiento del MINAL. El resto de las medidas están relacionadas con disciplina tecnológica, reorganización del trabajo y cumplimiento de los planes de mantenimiento.

El objetivo Medio Ambiental de la Empresa de Productos Lácteos Escambray es promover la sustentabilidad ambiental de los procesos productivos y de servicios del sector, mediante el uso eficiente de recursos materiales y energéticos que contribuyan a la protección y conservación de los recursos naturales y mejoras en la salud y calidad de vida de los trabajadores y la comunidad. A continuación se ostentan las metas fijadas para evaluar el cumplimiento de dicho objetivo:

1. Concluir la implementación del Sistema de Gestión Ambiental en toda la empresa.
 - Actualizar el sistema de Gestión Ambiental.
 - Estudio de factibilidad del tratamiento de residuales
 - Cumplimiento del plan de acción (limpieza de atarjeas, trampas de grasa, etc.).
 - Eliminar salideros de NH₃, agua, vapor, fuel oil,
 - Caracterización de las emanaciones de gases a la atmósfera.
 - Exigencia en el cumplimiento de la recogida de desechos sólidos.
 - Cumplir con lo dispuesto en la estrategia ambiental.
2. Lograr que el 100 % de la empresa realice el diagnóstico y la Estrategia Ambiental.
 - Actualización del diagnóstico de la estrategia ambiental.
3. Reducción de al menos el 0.5 % de los índices de consumo de materias primas y portadores energéticos, con relación al año anterior.
 - Control y chequeo del comportamiento de los indicadores de consumo de materias primas y portadores energéticos, estableciendo las medidas que correspondan en caso que existan sobreconsumos.
4. Reducir en no menos del 1 % anual, el índice de consumo de agua.
 - Adquisición de metro contadores de agua.
5. Implementar programas de Producción Más Limpia en la empresa.
 - Recuperación del sistema de retorno de las soluciones de limpieza.
 - Adquisición e instalación de pistolas de agua en diferentes áreas de la empresa.

- Eliminar salideros de agua y vapor.
 - Aprovechamiento económico de los Residuales; (recuperación de más del 70 % de suero dulce de queso y agua de hiladura de los quesos Pasta Hilada).
 - Exigir el no vertimiento de desechos sólidos (nylon, papeles, palos de madera) y otros desechos que causan obstrucción e ineficiencia en el sistema de pre-tratamiento de residuales.
 - Realizar acciones de capacitación sobre la temática de lograr producción más limpia con los limpiadores de equipos especiales, jefes de brigada, obreros de producción, tecnólogos, directivos de las plantas y de las diferentes áreas de la empresa.
6. Intensificar el aprovechamiento de los subproductos y residuos en un 90 %, mediante el reúso y reciclaje, aumentando el valor agregado de los productos recuperados.
- Exigir el cumplimiento del plan de entrega de residuos.
 - Garantizar el aprovechamiento de los subproductos (suero de queso, agua de hiladura).
7. Reducción en un 4 % de la carga contaminante de origen orgánica con respecto al año anterior.
- Mantenimiento del Sistema de Tratamiento de Residuales.
 - Caracterización de los residuales.
8. Tener caracterizados en el 100 %, de la entidad, las aguas residuales y evaluado el cumplimiento de la NC 27/2012.
- Realizar la caracterización de las aguas residuales
9. Incrementar en 10 % la cobertura de los sistemas de tratamientos de residuales del sistema empresarial.

2.2 - Descripción del proceso de obtención de helados.

La siguiente figura muestra el diagrama de flujo del proceso de obtención de helados en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

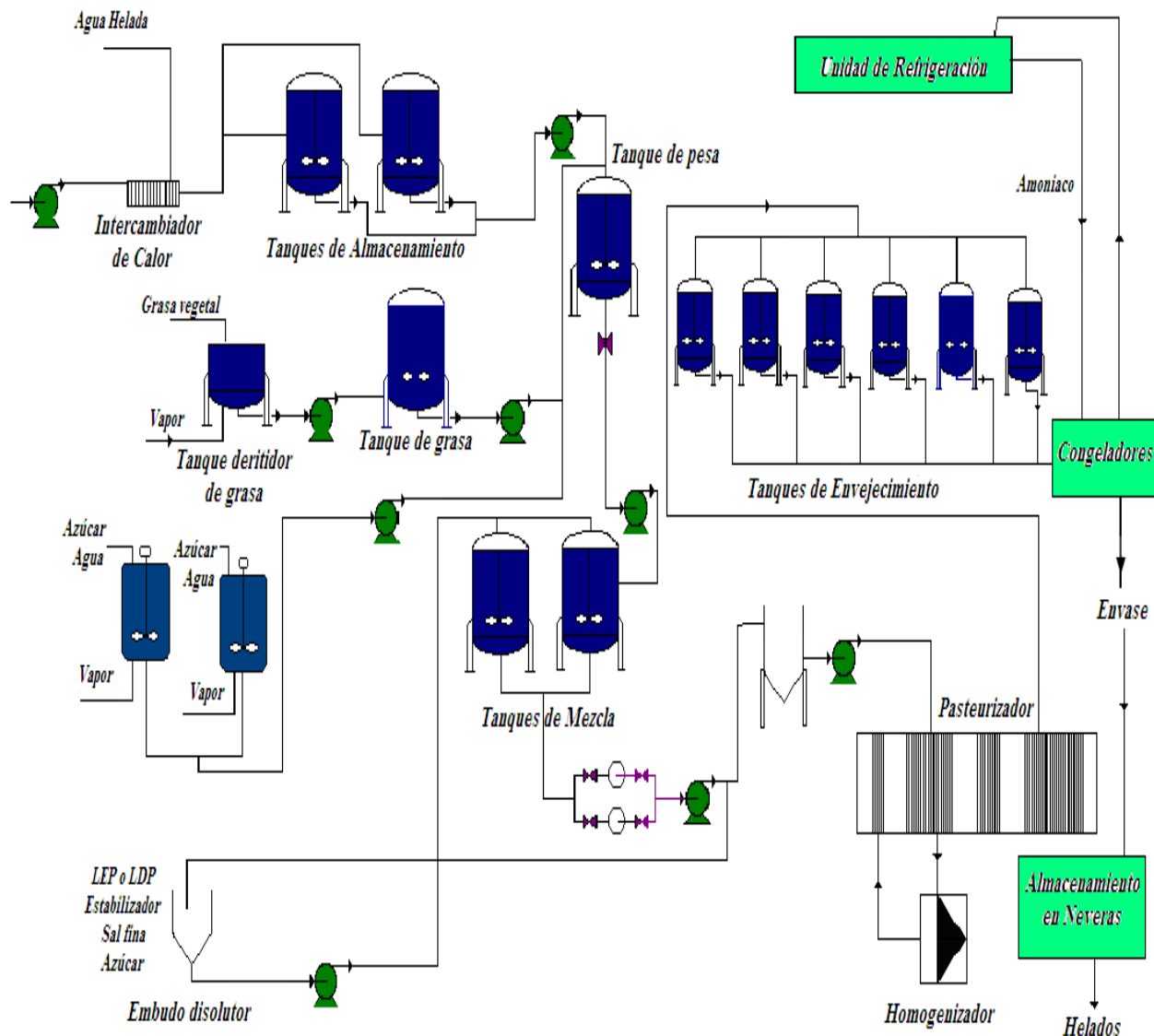


Fig. 2.4 – Diagrama de flujo del proceso de obtención de helados.

Fuente: Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Para la elaboración de helados es necesaria la preparación de una mezcla la cual es de vital importancia ya que de esta depende la calidad del producto, para esto es bombeada la leche fresca hacia un intercambiador de calor a placas (Anexo 5A) con el objetivo de enfriarla y luego almacenarla en tanques isotérmicos (Anexo 5B) a una temperatura menor de 10 °C.

Se prepara un sirope con una concentración de 67 °Bx aproximadamente, es derretida la grasa vegetal a una temperatura entre 41 y 43 °C; se procede a disolver la leche almacenada con leche descremada en polvo (LDP) o leche entera en polvo (LEP) en los tanques de

mezcla (Anexo 5C) mediante una recirculación con un embudo disolutor (Anexo 5D) en el cual además de los productos en polvo se añade el estabilizador combinado con el doble de su peso en azúcar, y la sal fina. Una vez pesados todos los componentes utilizados en la mezcla son añadidos a tanques con agitadores (tanques de mezcla; Anexo 5C) para facilitar la disolución de los mismos.

Luego de esta operación la mezcla es filtrada con el objetivo de separar partículas extrañas o grumos que se hayan formado, este paso es importante durante la fabricación de las mezclas ya que ellas no se clarifican y de esta forma se protege el homogenizador y el intercambiador a placas, además de evitar la presencia de partículas en el producto terminado, los filtros utilizados pueden ser de dos tipos: horizontales y verticales, son colocados en parejas con una válvula de tres vías a la entrada y otra a la salida evitándose de esta forma tener que detener el flujo.

Posteriormente se bombea la mezcla hacia un tanque de balanza (Anexo 5E) el cual tiene como función mantener un flujo constante al pasteurizador el cual está dividido en cuatro secciones; primeramente la mezcla es pasada a la sección de regeneración donde se calienta a 71 °C aproximadamente, de aquí es enviada al homogenizador (Anexo 5F) en el cual la misma es sometida a una determinada presión y velocidad, provocando al chocar con la cabeza del homogenizador una disminución en el diámetro de los glóbulos de grasa. Además cuando se homogeniza se necesita menos cantidad de estabilizador, menor tiempo de envejecimiento, se reduce la separación de la grasa y mejora las condiciones para obtener un adecuado rendimiento; la presión de homogenización depende del tipo de grasa, la cantidad de grasa en la mezcla y el diseño mecánico de la válvula de homogenización.

Luego retorna la mezcla a la sección de pasteurización (Anexo 5G) donde se utiliza el método continuo (se calienta a 85 °C durante 15 s), la mezcla es calentada mediante el suministro de vapor el cual se genera en dos calderas (Anexo 5L) con capacidad de 1.8 t/h (en caso de que no se alcanza la temperatura de pasteurización la mezcla es recirculada mediante una válvula de diversificación al tanque de balanza). Después la mezcla pasa a contracorriente por la sección de regeneración donde intercambia calor con el fluido entrante y sigue hacia la sección de enfriamiento con agua a temperatura ambiente para posteriormente continuar a la sección de enfriamiento con agua helada la cual procede de la unidad de enfriamiento presente.

Al salir del pasteurizador se procede al envejecimiento de la mezcla (Anexo 5H), esta es almacenada en tanques de doble pared donde circula agua helada y se mantiene en constante agitación lenta el objetivo de este evento es la formación de un gel en la fase líquida producto de la acción del estabilizador, además permite la continua hidratación de las proteínas. El envejecimiento se realiza a temperaturas de 4 a 6 °C por un tiempo de 4 horas como mínimo.

El tiempo de envejecimiento mejora:

- La congelación, la incorporación de aire y la resistencia al derretimiento.
- Garantiza la completa hidratación de los estabilizadores.
- Permite la cristalización de la grasa.
- Optimiza la capacidad de retener agua de las proteínas de la leche.
- Posibilita ajustar el sabor que tendrá el helado.

Luego se realiza el proceso de congelación (Anexo 5I) el cual constituye una etapa de significativa importancia del flujo de producción de helados, durante ella, la mezcla va a ser transformada de su estado líquido a un estado semi-sólido, completando su total congelación en el proceso de endurecimiento. Una vez que la mezcla ha sido saboreada en los tanques de envejecimiento es succionada por la bomba de mezcla del congelador para ser congelada mientras es batida, a la vez se le incorpora aire provocando la formación de pequeños cristales de hielo, así como el 100 % de rendimiento.

Finalmente se envasa la mezcla semi-sólida (Anexo 5J) y es enviada a la nevera donde se almacena a una temperatura menor de -28 °C.

En el proceso de producción de helado predominan los fenómenos físicos exceptuando la pasteurización el cual es un fenómeno biológico.

Ingredientes:

- Grasa. Proporciona aroma y suavidad en la boca, es un ingrediente básico en los postres batidos ya que facilita la fijación del sabor, mejora el cuerpo y la textura, y constituye en buena medida el valor calórico del helado.
- Sólidos lácteos no grasos. Suministran textura, cuerpo, contribuyen al sabor dulce y a la incorporación de aire.
- Azúcar. Aporta sabor dulce y mejora la textura, además disminuye el punto de congelación de la mezcla.

- Aromatizantes. Dan los sabores no lácteos.
- Colorantes. Mejoran la apariencia y refuerzan los aromas y sabores.
- Estabilizantes. Mejoran la viscosidad de la mezcla, la incorporación de aire, la textura y las características de fusión. Los estabilizadores tienen como papel principal retener gran parte de las moléculas de agua libres, las cuales son fijadas firmemente evitando la formación de grandes cristales de hielo durante la congelación, evitan la precipitación de las proteínas durante la pasteurización y homogenización, además ayudan a que el derretimiento sea estable. El estabilizador más utilizado es el Carboximetilcelulosa (CMC), otros pueden ser Goma Guar y Pectina. Los estabilizadores son productos utilizados principalmente para retardar o reducir el crecimiento de los cristales de hielo formados durante la congelación, endurecimiento y almacenaje del helado, dar firmeza al cuerpo y suavidad a la textura, así como resistencia al derretimiento. La función del estabilizador es su facultad de formar una estructura gelode en el agua contenida en el helado o sea combinarse con esta agua de hidratación.
- Agua. Es responsable del carácter refrescante del producto, y el medio disolvente de los ingredientes hidrosolubles (azúcares, proteínas, sales, ácidos, sustancias aromáticas) y determina la consistencia del helado de acuerdo con cual sea la proporción congelada. Constituye gran parte del volumen de la mezcla.
- Aire. El aire incrementa la viscosidad de la mezcla y proporciona la textura cremosa-pastosa. Demora la transmisión de calor en la congelación y fusión de los helados.

La Homogeneización, Pasteurización y Congelación de la mezcla son los procesos más importantes para la obtención de helados, los cuales se explicarán a continuación.

Homogeneización de la mezcla.

El objetivo que perseguimos con la homogeneización es desintegrar y dividir finamente los glóbulos de grasa que hay en la mezcla, para así conseguir una suspensión permanente y evitar que la grasa se separe del resto de los componentes y ascienda hacia la superficie por su menor peso. Al reducir el tamaño de los glóbulos de grasa se evita el batido de los mismos y se mejoran las propiedades espumantes y la incorporación de aire en la mezcla.

Estos efectos se deben a la absorción de las proteínas (y de los emulsionantes añadidos) sobre la superficie de los glóbulos grasos, las cuales forman una membrana. Así pues, la homogeneización lo que hace es disminuir la relación volumen/superficie, aumentando la

superficie de los glóbulos grasos y consiguientemente la membrana protectora de los mismos que les impedirá volver a agregarse. El diámetro medio de los glóbulos grasos antes de la homogeneización es de 3 a 4 micras, aunque existen glóbulos desde 0,1 a más de 20 micras. Tras la homogeneización, los glóbulos tendrán un diámetro medio de 0,3 a 0,4 micras, con lo que habremos reducido el tamaño a un décimo del tamaño inicial.

Un homogeneizador es una bomba de émbolo muy potente de alta presión. Por medio de alta presión se hace pasar a la mezcla a través de pequeñas ranuras existentes entre la válvula y el asiento, lo que produce la rotura de los glóbulos. El efecto conseguido en la homogeneización se produce por la unión de tres factores:

- Paso de los glóbulos de grasa por una estrecha ranura a alta velocidad, lo que les somete a poderosas fuerzas de rozamiento que los deforman y rompen.
- La aceleración de la mezcla a su paso por esa estrecha franja, va acompañada de una caída de presión, lo que crea un fenómeno de cavitación en el que los glóbulos de grasa se ven sometidos a poderosas fuerzas de implosión.
- Choque de los glóbulos de grasa contra las paredes del cabezal de homogeneizador, lo que les provoca la rotura y división.

La homogeneización influye en la calidad del producto final en varios aspectos beneficiosos:

- Helados con mejor cuerpo y textura.
- Distribución uniforme de la grasa, sin tendencia a la separación.
- Color más brillante y atractivo.
- Mayor resistencia a la oxidación, que produce olores y sabores desagradables en el helado.

El estado higiénico del homogeneizador supone un gran riesgo potencial de recontaminación del producto. Para eliminar este riesgo se intercala el homogeneizador en el equipo de tratamiento térmico (pasteurizador), consiguiendo que la mezcla sea homogeneizada justo antes de la fase de máxima temperatura (83-85 °C). Además la temperatura de homogeneización tiene importancia en la coalescencia, ya que cuanto mayor sea, menor serán las posibilidades de formación de grumos. La presión de homogenización puede ser regulada y ajustada a 200 Bares.

Pasteurización de la mezcla.

La pasterización es un método de calentamiento que tiene como principal objetivo la

destrucción de los microorganismos patógenos que puedan estar en la mezcla, reduciendo el número de los mismos hasta un valor aceptable. Además se inactivan enzimas y microorganismos capaces de provocar indeseables modificaciones del olor y del sabor durante el almacenamiento de los helados, así como una completa disolución de los ingredientes de la mezcla.

La refrigeración posterior tiene el objetivo de impedir el crecimiento de las bacterias que hayan podido sobrevivir.

Congelación de la mezcla.

El congelador es el equipo más importante en la producción de helados y otros productos similares. Este tiene una forma ortoédrica. Está constituido por una bomba de crema, un motor eléctrico y un sistema de refrigeración. En este la mezcla de helado es bombeada continuamente dentro del cilindro congelador de superficie barrida a una velocidad medida por una bomba engranada. Un compresor suministra aire al mismo punto y mantiene una presión de aire constante en el cilindro. Durante el paso a través del cilindro el aire es inyectado a la mezcla con el objetivo de aumentar el rendimiento. Simultáneamente la mezcla es congelada por la acción del gas refrigerante amoníaco que circula a través de una camiseta de enfriamiento que rodea el cilindro congelador. En el interior del cilindro congelador existe unas cuchillas de acero inoxidable las cuales raspan el interior del cilindro con el objetivo de despegar el helado congelado y evitar incrustaciones y una segunda bomba positiva traslada el helado terminado a un ritmo medio desde el fondo del cilindro.

2.2.1 - Clasificación de los helados en la EPLE.

Hay múltiples clasificaciones de los helados según se atienda a su composición, ingredientes, envasado, etc.

La clasificación más básica de los helados es:

- Helados de leche.
- Helados de crema.
- Helados de agua.

Los primeros tienen a la leche u otros productos lácteos (nata, mantequilla, leche desnatada en polvo, grasa vegetal, etc) como componentes principales, mientras que el tercero tiene como base al agua.

2.2.2- Equipos de Producción.

Los equipos de Producción por cada etapa, la cantidad y la capacidad de cada uno de ellos se muestran en la tabla del anexo 3. En ella se aprecia que para elaborar helado se necesitan una gran cantidad de equipos y con grandes capacidades.

Conclusiones parciales.

1. La Empresa de Productos Lácteos Escambray realiza producciones de derivados lácteos competitivos, redituable, con tecnología homologada a la media internacional. Sus producciones satisfacen los requerimientos de los clientes del mercado nacional con un incremento progresivo de las ventas.
2. Se realiza un análisis de las principales características técnico económico de la EPLE, donde se demuestra que la misma mantiene una adecuada rentabilidad económica en el período analizado y constituye soporte fundamental para la canasta básica.
3. Los procesos de esta industria generan un elevado volumen de residuales líquidos con alta carga orgánica, residuos sólidos, gaseosos y malos olores que afectan el entorno, por encontrarse dentro de uno de los perímetros urbanos y que se consumen además gran cantidad de agua y energía.
4. En la Empresa de Productos Lácteos Escambray no se ha realizado ninguna evaluación de Producción Más Limpia, por lo que no se conoce las posibilidades de mejorar su desempeño ambiental y por esta razón aún persisten un número de malas prácticas.
5. Existen varias deficiencias incumplidas, algunas que dependen del financiamiento del MINAL y otras que pueden ser solucionadas por los propios trabajadores y directivos, ya que están relacionadas con la disciplina tecnológica, reorganización del trabajo y cumplimiento de los planes de mantenimiento.

CAPÍTULO 3: “Análisis de los Resultados”.

3.1- Evaluación y aplicación de estrategias de Producción Más Limpia en la UEB de Producción de Helados, de la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Para realizar una implementación de Producciones Más Limpias se efectúa un reconocimiento de las distintas etapas del proceso, identificando los puntos críticos en el manejo de la energía, del agua, las materias primas y la generación de residuos, así como sus efectos ambientales y económicos, determinándose las oportunidades de mejora.

El objetivo principal de este trabajo es el de aplicar la Metodología de Producción Más Limpia, para identificar las oportunidades la Empresa Láctea perteneciente al Sector Alimenticio, en el municipio Cumanayagua de la Provincia Cienfuegos, las cuales se pondrán a consideración para su posible implementación. Además, se busca con este proyecto que las empresas industriales eleven su nivel de eficiencia, competitividad, rentabilidad y minimicen el grado de contaminación de nuestro país.

3.1.1- Planeamiento y organización.

Obtener el compromiso de la dirección superior.

El compromiso de la dirección se resume en la declaración de la política ambiental de la empresa, donde se expresa la voluntad de priorizar el cumplimiento de medidas para preservar el medio ambiente y su entorno, así como mitigar la contaminación y proyectarse en implantar un sistema integrado de gestión ambiental, de ciencia e innovación tecnológica en función de solucionar los problemas ambientales. A la vez que se compromete en apoyar con los recursos necesarios y en acatar los resultados de la evaluación efectuada.

Involucrar a los empleados.

Se involucra a todos los trabajadores (directivos, técnicos, obreros y de servicio) y se les informa de los objetivos de la evaluación a realizar, se buscan y se valoran sus aportes. Se les informa en los matutinos y reuniones sindicales periódicamente la situación exacta del desarrollo de la evaluación de P+L en la planta de producción de helados.

Organizar un equipo de Producciones Más Limpias.

La evaluación de P+L es un trabajo de equipo, el que se organiza, dirige y apoya por la dirección general y vicedirecciones de la Empresa y UEB, también por instituciones que

están involucradas o afectadas por la actividad de la industria, los clientes o consumidores y la comunidad.

El equipo es integrado por 6 miembros con conocimientos, experiencias y las competencias necesarias, para realizar un análisis de las prácticas de producciones actuales, también posee la creatividad para explorar, desarrollar y de ser necesario hacer modificaciones además de evaluar los obstáculos existentes en el proceso, enfrentarlos, valorarlos y determinar los métodos a seguir.

Identificar obstáculos y soluciones para el Programa de P+L.

El equipo establece las metas del programa para la evaluación, relacionando los obstáculos existentes en el proceso objeto de estudio que impiden el desarrollo de la evaluación:

- Poco conocimiento sobre P+L del equipo de trabajo y personal general de la fábrica.
- Insuficiente educación ambiental de los trabajadores.
- Documentación técnica actualizada muy escasa.
- Falta de recursos materiales e incumplimiento del plan de mantenimiento.
- Carencias de medidores de flujo, manómetros de presión en los procesos.
- Ausencia de metro contadores para el consumo de agua en el proceso.
- Tecnología con más de 30 años de explotación.
- Deficiente funcionamiento de la Planta de Residuales.
- Exceso de carga contaminante en los residuales líquidos.
- Falta de recursos para acometer nuevas inversiones.

Como parte del programa se proponen posibles soluciones a realizar por el equipo evaluador.

1. Capacitación al equipo y personal sobre P+L.
2. Brindar información sobre los problemas ambientales existentes a directivos y trabajadores, así como capacitar a estos a través de un programa de educación y cultura ambiental.
3. Búsqueda de documentación actualizada en centros especializados.
4. Cumplir el plan de mantenimiento y reparaciones, no efectuar estos solo por roturas y mejorar la gestión de los recursos materiales.
5. Gestionar con las empresas competentes para la instalación de metros contadores para agua.
6. Caracterizar sistemáticamente los residuales de la planta.

7. Cumplimentar con el plan de inversiones asignado a la entidad.

Decidir el enfoque de la Evaluación de Producción más Limpia.

El alcance de este trabajo incluye todo el proceso de producción de la Planta de Helado perteneciente a la Empresa de Productos Lácteos Escambray. El énfasis del mismo estará dado en reducir el consumo de materias primas y materiales auxiliares, así como ahorro de agua que intervienen en el proceso, disminuyendo los residuos líquidos y sólidos que se generan y encontrar posibilidades de reúso de ellos.

3.1.2- Evaluación en Planta.

➤ Reconocimiento de Planta.

Durante el recorrido del equipo de Producciones Más Limpias se visitó el almacén de materias primas, la planta de producción de helado, el laboratorio, y el departamento económico obteniéndose la información básica del proceso, lo cual se resume en las apreciaciones siguientes:

Piso de trabajo.

- Los pisos de la planta se encuentran en mal estado lo que provoca acumulación de agua de limpieza y que se tornen resbaladizos dificultando el movimiento de los operarios.
- En ocasiones en la etapa de congelación existen derrames de producto terminado debido a los problemas tecnológicos de los congeladores y del sistema de refrigeración.

Áreas de almacenamiento.

- Algunas materias primas llegan a la empresa sin el debido certificado de calidad.

Equipos y procesos

- Existe un sistema de planificación del mantenimiento preventivo, pero al ser la tecnología muy vieja y con un nivel de inversiones muy reducido, en la práctica se realizan las intervenciones de mantenimiento contra las averías.
- El laboratorio no cuenta con toda la cristalería necesaria para realizar un control efectivo de todo el proceso.
- Se tiene implantado un sistema de gestión de la calidad para el proceso estudiado.
- Se aprecian salideros de vapor, agua y producto en varios lugares de la planta.
- Existen fugas de vapor por las juntas, uniones y válvulas.
- No se reutiliza todo el condensado y otras aguas utilizadas para transferencia de calor.
- Las tuberías de vapor presentan deficiencia en el aislamiento térmico.

- Existe derroche de agua durante la operación de equipos y durante la limpieza de la planta.
- Los datos de los consumos de agua se tienen de forma global para toda la empresa.
- Generación de residuos
- Como desperdicio sólido del proceso tenemos los residuos generados de las operaciones de fabricación de mezcla, los cuales se cuantifican.
- Se generan pequeños volúmenes de residuales líquidos de forma discontinua durante el proceso, los cuales no se cuantifican, ni se caracterizan adecuadamente, por carecer de equipamiento en el laboratorio.

Se determina por el equipo de P+L el inventario de malas prácticas y problemas ambientales de este proceso:

1. Derroche de agua durante la operación de equipos tecnológicos y procesos de limpieza.
2. Se genera un elevado volumen de residuales líquidos procedentes de la limpieza.
3. Deterioro del aislamiento térmico en tuberías de vapor.
4. Deterioro de las cuchillas de los congeladores.
5. Existencia de salideros de vapor, agua y producto.
6. Pérdida del agua de condensado proveniente del pasteurizador.
7. Se encuentran fuera de línea equipos indispensables para la realización del proceso tecnológico.

➤ **Diagrama de entradas-salidas del proceso de fabricación de helado.**

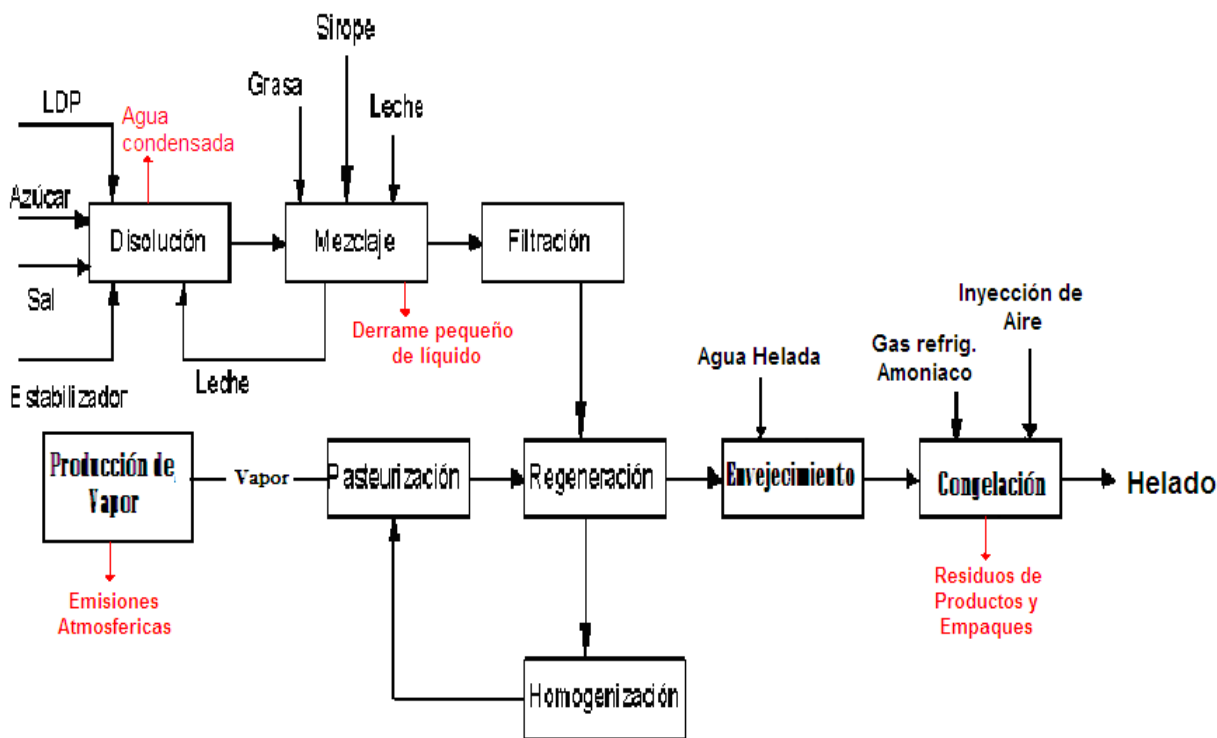


Fig. 3.1 Diagrama de Entrada-Salida.

Fuente: Elaboración Propia.

➤ Caracterización de las entradas y salidas del proceso.

Colectar la información básica y confeccionar balances de masa y energía.

En la tabla del anexo 4 se representan los consumos y costos de las materias primas que se utilizan para la elaboración de helados de diferentes sabores, de los datos descritos en dicha tabla fue confeccionado el diagrama de Pareto que se representa a continuación, en el cual se muestran las materias primas de mayor consumo.

En la figura 3.2 se puede apreciar que la materia prima que más se consumió fue el agua de operaciones auxiliares.

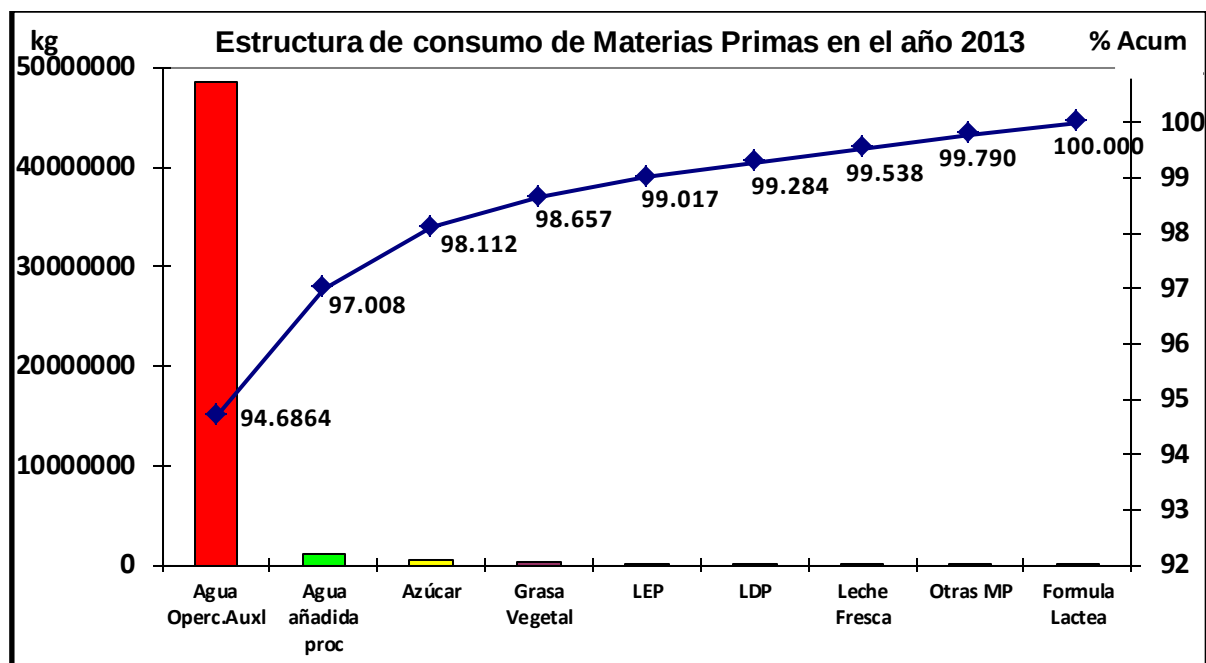


Fig. 3.2 Estructura del consumo de Materias Primas en el año 2013.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 3.3 se valoran las Materias Primas de mayor costo.

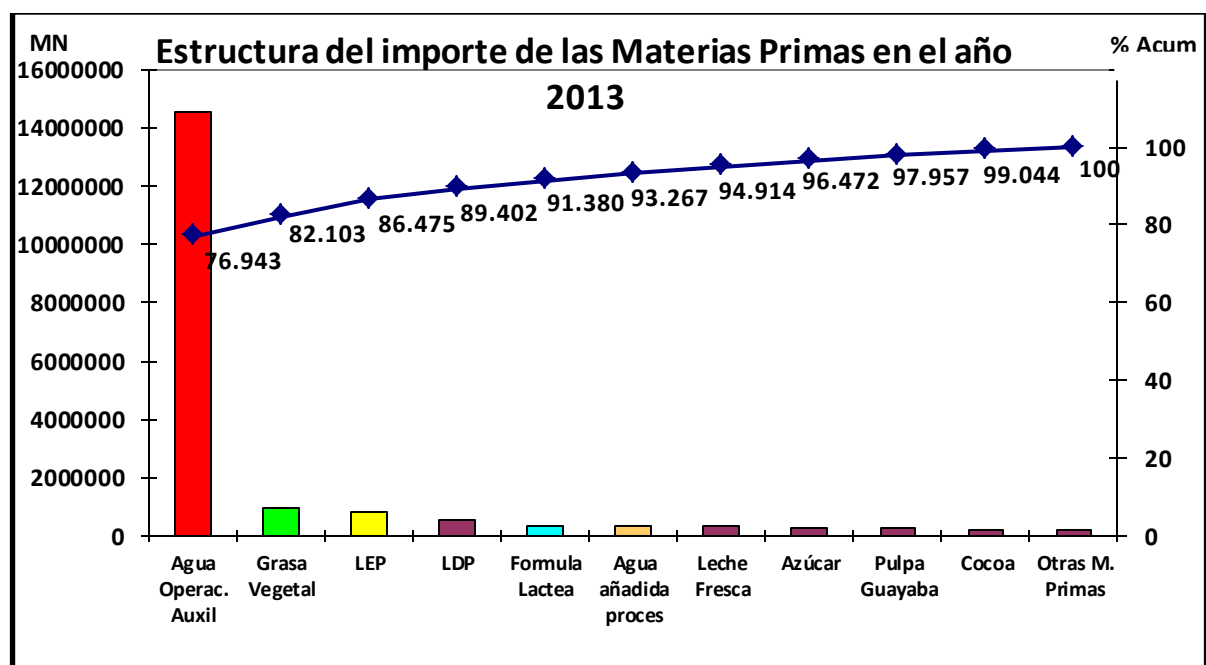


Fig. 3.3 Estructura del Importe de las Materias Primas en el año 2013.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar que la Materia Prima, para la elaboración de helados, de mayor costo en MN es la de mayor consumo en kg.

A continuación analizaremos la primera materia prima de mayor consumo (kg) y de mayor costo, el agua de Operaciones Auxiliares, en la cual se incluyen los siguientes consumos:

- Alimentación de las Calderas.
- Suministro al condensador evaporativo.
- Limpieza de todos los equipos y de instrumentos, tanto en la producción como en el laboratorio.
- Fregado de pisos.

Para la realización del proceso de limpieza de los equipos se utiliza gran cantidad de agua, esto se evidencia en los siguientes pasos:

1. Se realiza un pre-enjuague con agua solamente.
2. Se friegan con una solución de sosa y agua, preparada con antelación.
3. Se enjuagan con agua.
4. Se limpian con una solución de ácido y agua, esto ocurre 2 veces en la semana, exceptuando al pasteurizador que se le hace todos los días de producción.
5. Se enjuagan con agua.
6. Se esteriliza con vapor.

En la figura 3.3 se muestra el comportamiento del consumo de agua de operaciones auxiliares (kg) con respecto a la producción de helados (galones).

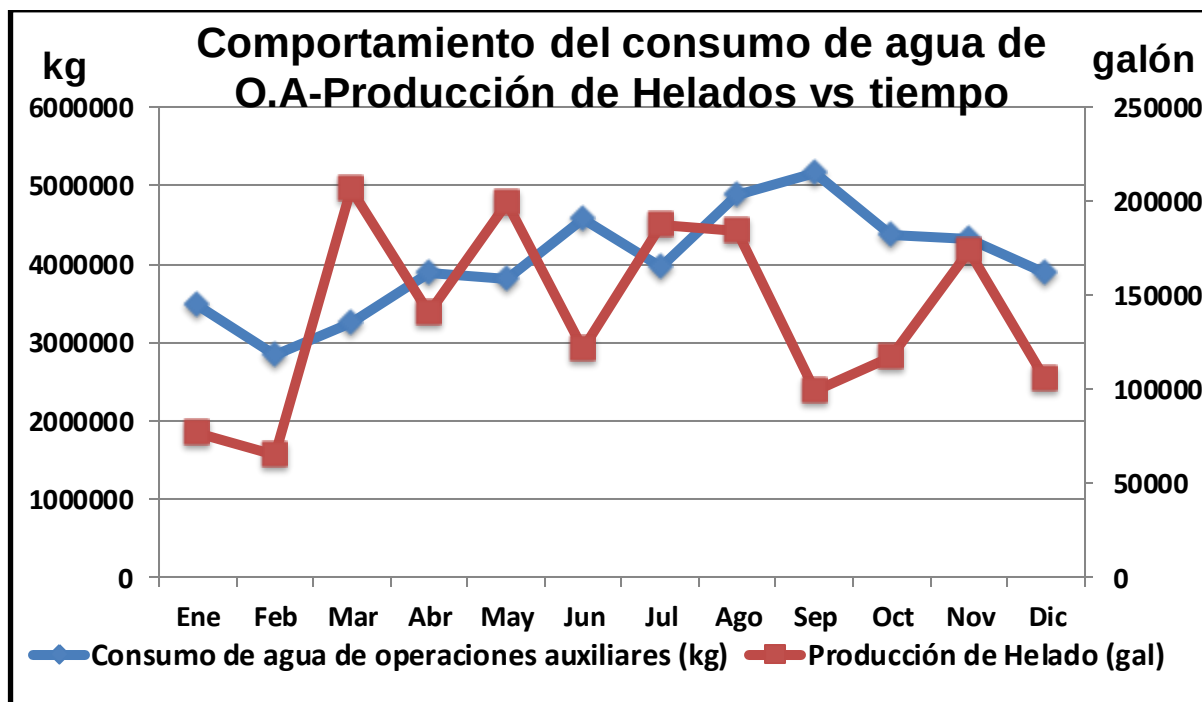


Fig. 3.4 Comportamiento del consumo de agua de Operaciones Auxiliares en (kg)-Producción de helados (gal) durante el año 2013.

Fuente: Elaboración propia.

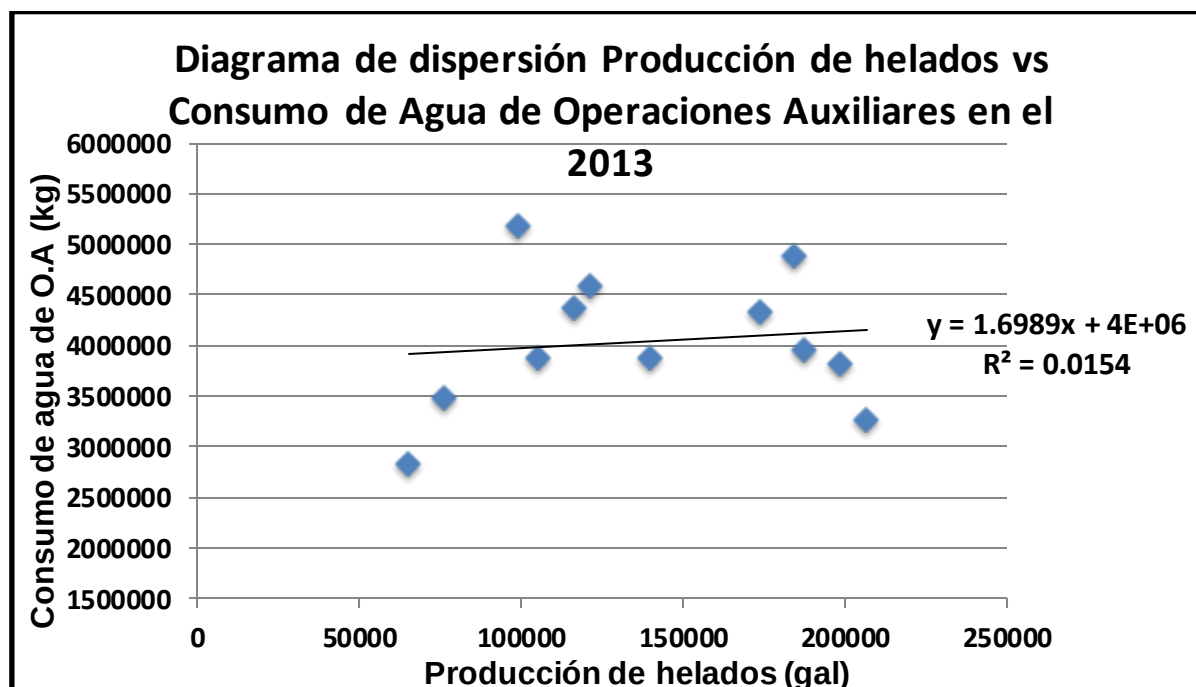


Fig. 3.5 Diagrama de dispersión producción de helados (gal) vs consumo de agua de operaciones auxiliares (kg)

Fuente: Elaboración propia.

En las figuras 3.4 y 3.5 se puede apreciar que no existe correlación entre el consumo de agua de operaciones auxiliares y la producción, esto ocurre debido a que para cualquier cantidad de producción de helado que se haga en el día se necesita limpiar todo los equipos e instrumentos y utilizar grandes cantidades de agua, además del derroche sin medidas que existe.

La siguiente figura representa el comportamiento del índice de consumo real con respecto al índice de consumo planificado del agua de operaciones auxiliares en el año 2013.

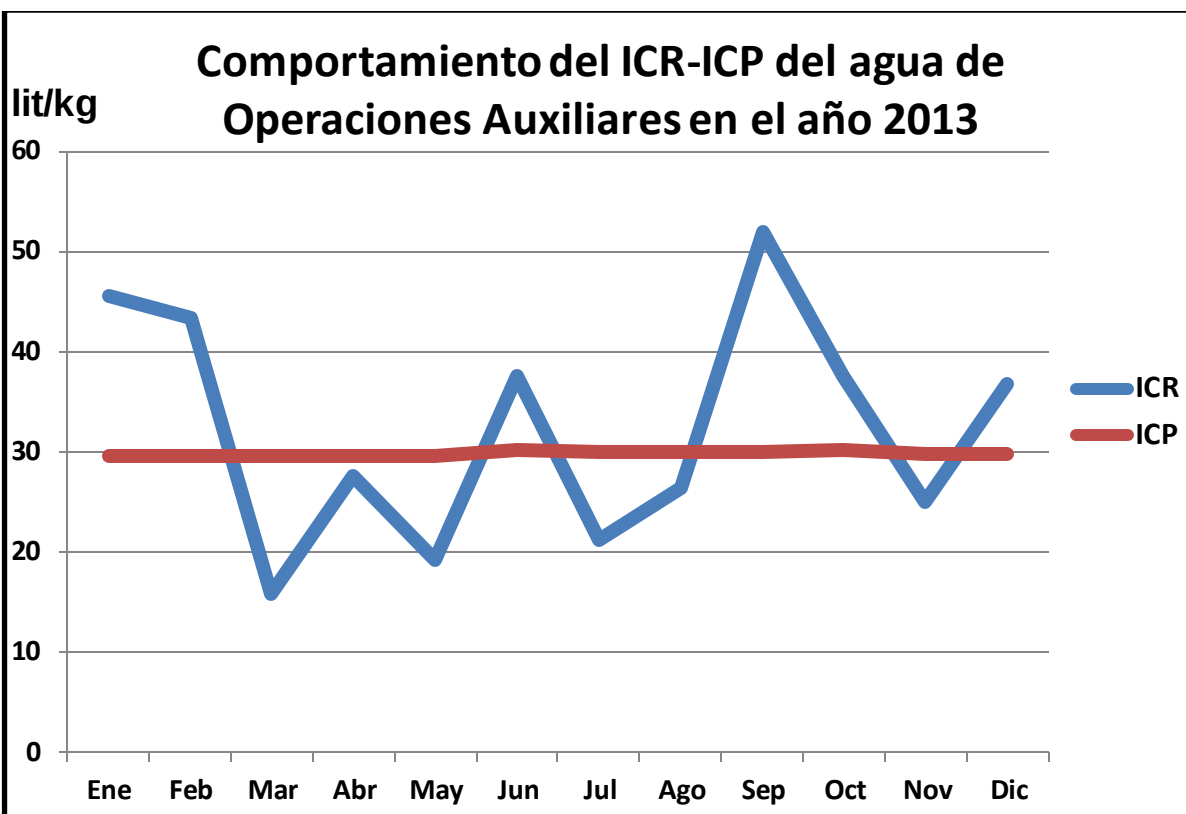


Fig. 3.6 Comportamiento del Índice de consumo real- Índice de consumo planificado del agua de operaciones auxiliares en el año 2013.

Fuente: Elaboración propia.

El ICR tiene una gran variación con respecto al ICP esto se debe a la inestabilidad del proceso productivo por fallas en los equipos y en las materias primas.

Balance teórico del producto terminado.

Los resultados obtenidos en la producción de helados durante el año 2013 se muestran en la figura 3.4.

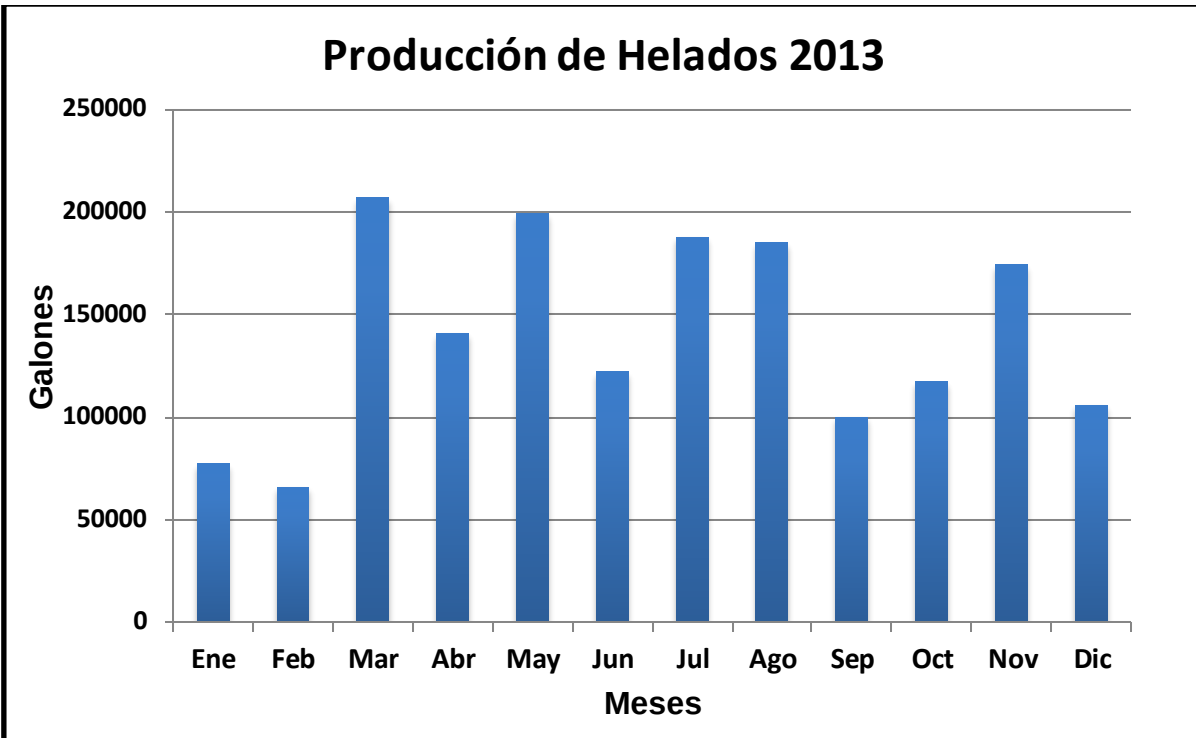


Fig. 3.7 Producción de Helados por meses en el año 2013.

Fuente: Elaboración Propia.

Para la realización de un balance teórico del producto terminado se escogió la producción de helado de fresa en el año 2013, pues cada helado tiene su particular especificación en cuanto a la cantidad de materia prima necesaria para su elaboración.

Luego de analizar los datos obtenidos en el departamento de producción de helado y percibir la no existencia de un balance adecuado en la producción, es decir no existe un balance que te pueda afirmar las pérdidas por cada etapa, y evidencias de pérdidas de materias primas presentamos en el anexo 5K y en el anexo 5D también se aprecia derrames de leche descremada en polvo (LDP) y de leche entera en polvo (LEP). Es por ello que el balance se realizó utilizando la producción real de helado de fresa con respecto a la producción de helado de fresa que se debía haber realizado cumpliendo con el 100 % de rendimiento.

Tabla 3.1 Consumo de materias primas, producciones y pérdidas en la elaboración de helado de fresa.

Materias Primas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Grasa Vegetal	923.94	5 123.75	9 160.82	4 330.57	6 809.75	4 063.51	619.17	4259.31	2 612.67	3 906.66	3 709.43	374.058
Leche entera polvo	150	1200	1400	1000	3500	1940.5	950.746	6 725.47	4 907.88	3 803.21	0	0
Fórmula Láctea	0	1350	2325	900	13.92	1021.68	411.435	0	0	3 607.69	4 086.54	822.927
Leche descremada en polvo	896.509	4491.55	7 823.23	3632.02	5460.73	2846.45	0	1259.53	400	563.696	3076.17	0
Azúcar	1 318.82	7913	13 847.8	6 594.19	10 550.7	6 594.19	1 318.84	8 160.29	5 275.35	5802.89	5 319.32	584.28
Estabilizador	43.961	263.76	461.592	228.598	351.689	219.806	43.961	272.009	175.844	263.767	241.786	26.558
Sal	8.792	52.755	92.316	43.96	70.336	43.96	8.792	54.401	35.168	50.66	48.356	5.312
Ácido cítrico	4.105	21.893	43.104	20.525	32.841	20.526	4.105	25.4	16.42	24.631	22.578	2.48
Sabor Fresa	8.064	46.93	84.615	40.32	64.512	40.32	8.064	49.896	32.256	48.384	44.352	4.872
Color amarillo 6	0.085	0.481	0.891	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Color Rojo 4	0.423	2.4	4.44	2.115	3.383	2.114	0.423	2.617	1.692	2.537	2.326	0.255
agua	5 437.52	30 088.8	57074.7	27168.9	43 480	27 168.1	5 426.70	33 593.1	21711.6	34679.3	31 806.4	3 490.87
Masa seca	3 354.72	20 466.5	35 243.8	16792.3	26 857.9	16 793.1	3 365.54	20 808.9	13 457.3	18 074.1	16 550.8	1820.74
Litros de Mezcla real	8000	46000	84000	40000	64000	40000	8000	49500	32000	48000	44000	4833
Kg de Mezcla *1.09903	8792.24	50 555.4	92 318.5	43961.2	70 337.9	43961.2	8792.24	54 402	35168.9	52753.4	48 357.3	5311.61
Prod. de Helado Real	4313	24588	44435	21335	34598	21343	4231	26883	16590	24507	23411	2503
Prod. de Helado según Norma con 100 % Rendimiento	4227.2	24306.5	44385.7	21136.1	33817.7	21136.1	4227.2	26155.9	16908.9	25363.3	23249.7	2553.8
Diferencia de producción	85.8	281.5	49.3	198.9	780.3	206.9	3.8	727.1	-318.9	-856.3	161.3	-50.8
Ganancia CUP	454.672	1 492.1	261.11	1 054.4	4 135.6	1 096.7	20.072	3 853.7	-1689.91	-4538.26	855.05	-269.05

Fuente: Elaboración propia. Apoyándose del departamento de producción de helado en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

En el cumplimiento del 100 % de rendimiento existe un rango de 95 a 110 % de beneficio. Es por ello que en la mayoría de los meses del año la producción real estuvo por encima de la planificada según 100 % de utilidad.

En la figura 3.8 se muestra el comportamiento entre la producción real con respecto a la producción según norma al 100% de rendimiento de helado de fresa en galones.

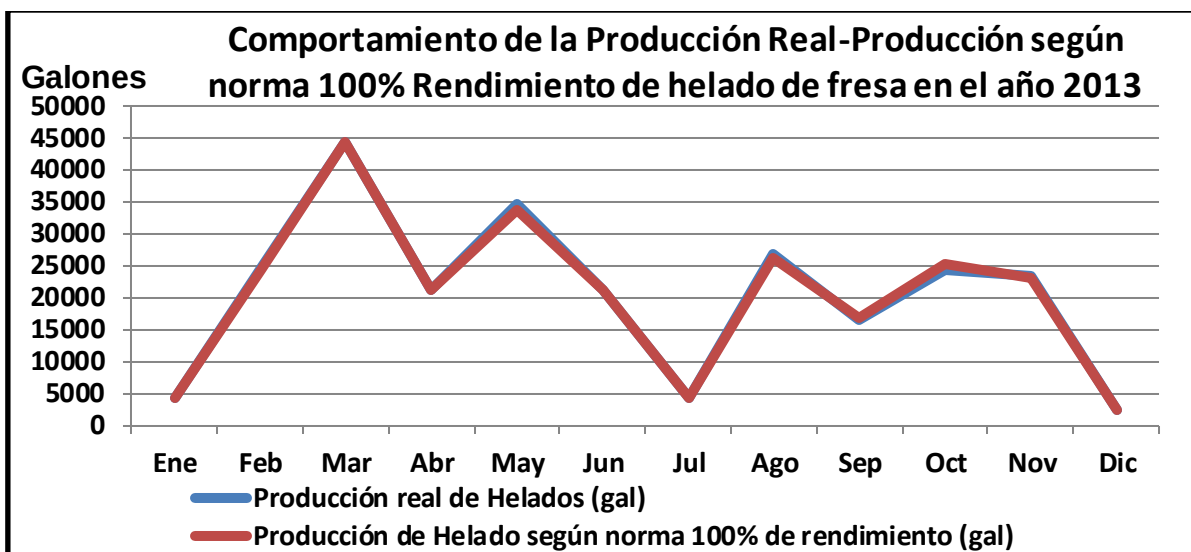


Fig. 3.8 Comportamiento de la Producción Real-Producción según norma al 100% de rendimiento.

Fuente:Elaboración propia.

En la siguiente figura se representa el diagrama de dispersión de la producción de helado de fresa con respecto a la mezcla de fresa que fue elaborada.

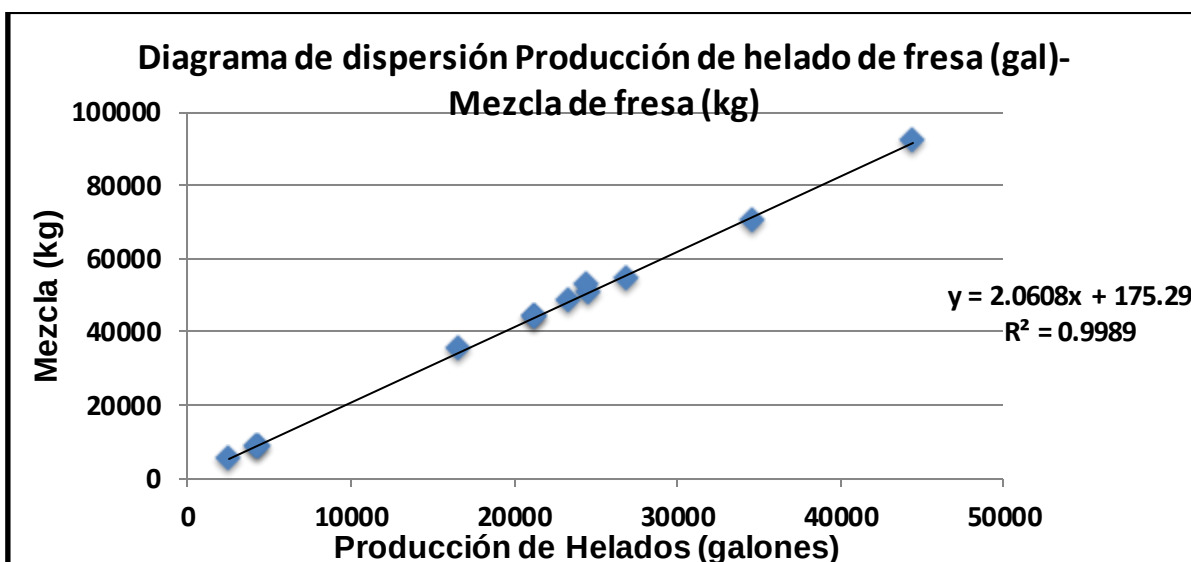


Fig. 3.9 Diagrama de dispersión producción de helado de fresa en galones vs producción de

mezcla de fresa en kg en el año 2013.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3.9 se puede apreciar que hay una correlación muy buena entre los parámetros analizados.

La siguiente figura representa la diferencia entre la producción según norma al 100 % de rendimiento con respecto a la producción real de helado de fresa en el año 2013.

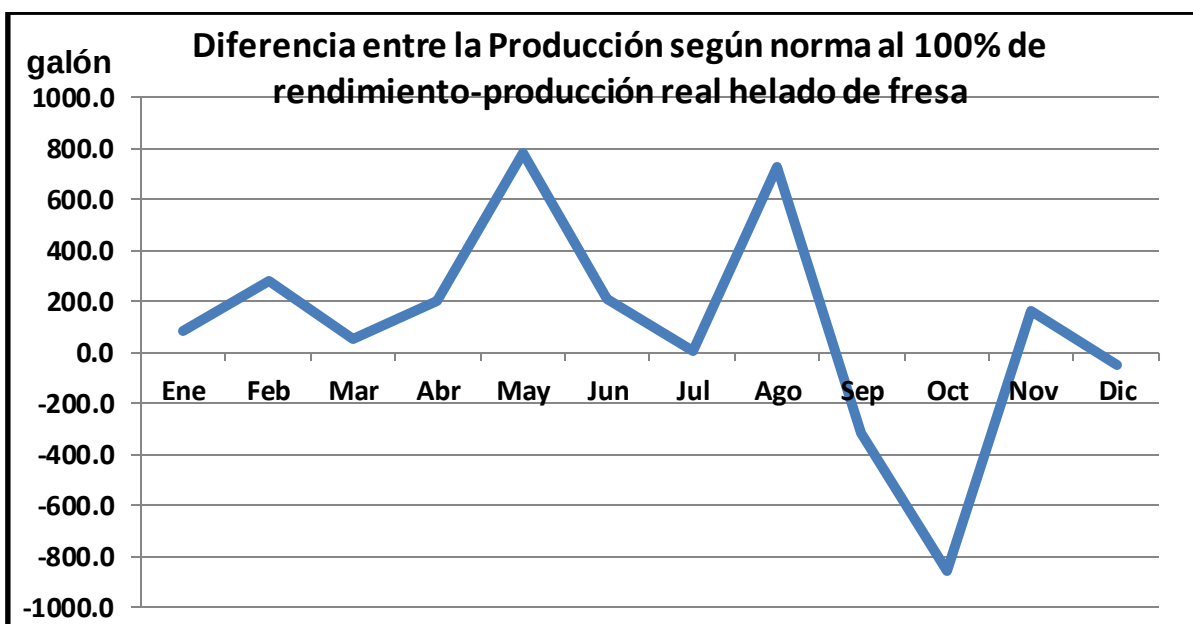


Fig. 3.10 Diferencia entre la producción según norma al 100 % de rendimiento-producción real de helado de fresa en el año 2013.

Fuente: elaboración propia.

Se puede apreciar que en los meses de septiembre, octubre y diciembre la producción real de helado fue menor que la producción según norma al 100 % de rendimiento, es decir que hubo pérdidas de dinero que se mostrarán a continuación.

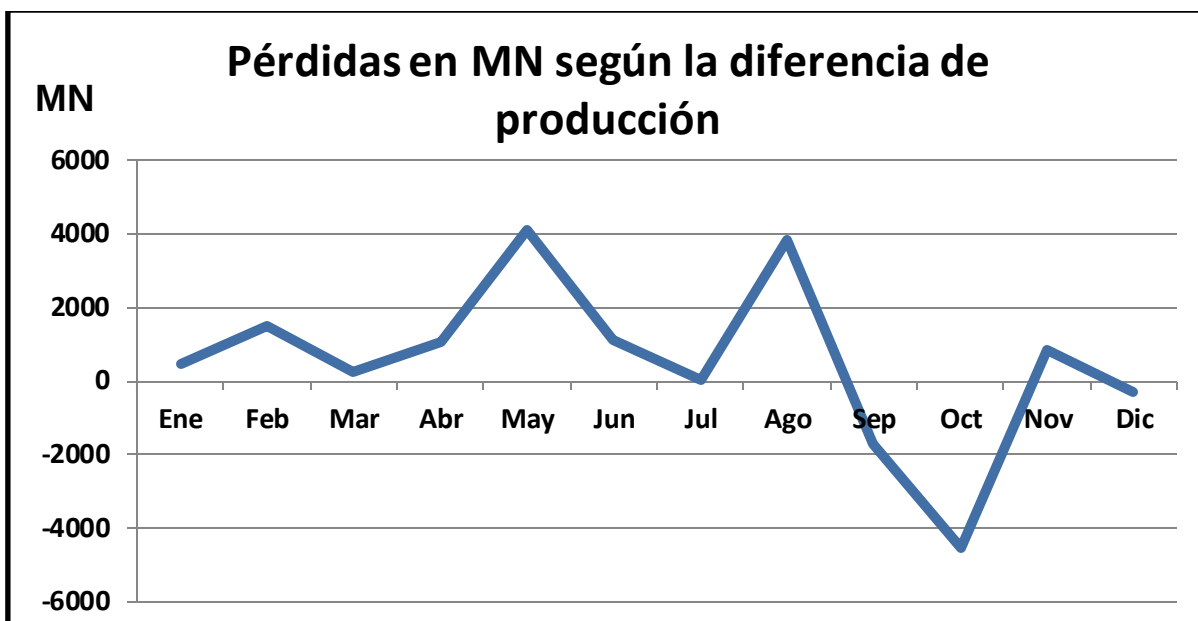


Fig. 3.11 Pérdidas en moneda nacional según la diferencia de producción.

Fuente: Elaboración propia.

Debido a las diferencias entre la producción según norma al 100 % de rendimiento y la producción real de helado de fresa, que implican pérdidas de dinero en los meses de septiembre, octubre y diciembre del año 2013, se analiza específicamente en estos meses todo lo relacionado a los consumos reales y la norma de las materias primas implicadas en la elaboración de dicho helado, con el objetivo de obtener las pérdidas de cada materia prima y su significación en dinero, que ocasionó el incumplimiento en la producción.

Tabla 3.2 Norma, consumo real, diferencias en el consumo y pérdidas en MN de las materias primas para producir helado de fresa.

MATERIAS PRIMAS (kg)	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				DICIEMBRE			
	Norma	Real	Pérdidas kg	Pérdida CUP	Norma	Real	Pérdidas kg	Pérdida CUP	Norma	Real	Pérdidas kg	Pérdida CUP
Grasa	3 871.48	3 868.59	2.889	9.687	5 719.14	5 802.89	-83.752	-280.813	584.125	584.2784	-0.154	-0.515
Sólidos no Grasos	3 871.48	3 868.59	2.889	9.687	5 719.14	5802.89	-83.751	-280.810	584.125	584.2782	-0.154	-0.514
Azúcar	5279.3	5 275.35	3.943	2.056	7 798.83	7912.58	-113.75	-59.302	796.534	584.2782	212.256	110.66
Estabilizador	175.983	175.844	0.139	0.994	259.971	263.767	-3.796	-27.078	26.552	26.558	-0.006	-0.042
Sal	35.203	35.168	0.035	0.038	52.004	50.66	1.344	1.456	5.311	5.312	-0.0006	-0.0006
Ácido Cítrico	16.271	16.42	-0.148	-0.265	24.037	24.631	-0.594	-1.060	2.455	2.48	-0.025	-0.045
Sabor Fresa	31.968	32.256	-0.287	-0.965	47.225	48.384	-1.159	-9.573	4.823	4.872	-0.049	-0.402
Color Amarillo 6	0.335	0	0.335	3.585	0.495	0	0.495	5.296	0.051	0	0.051	0.541
Color Rojo 4	1.676	1.692	-0.016	-0.177	2.476	2.537	-0.061	-0.677	0.253	0.255	-0.002	-0.024

Fuente: Resumen de consumo de materias primas. Departamento de producción de helado en la EPLE.

Balance teórico del consumo de portadores energéticos.

En el desempeño diario de la Empresa de Productos Lácteos Escambray se utilizan varios portadores energéticos como la electricidad, diesel, gasolina, gas licuado y lubricante; pero específicamente en el proceso de producción de helados se utilizan solo dos de ellos: la energía eléctrica y el diesel como se indica a continuación en la tabla 3.5.

Tabla 3.3 Consumo de Electricidad y Diesel en el 2013.

Meses	Electricidad kWh	Diesel m³
Ene	140354	7.5
Feb	114823	6.67
Mar	208491	13.95
Abr	182000	10.5
May	224736	13.8
Jun	189574	9.33
Jul	231038	13
Ago	270748	12.6
Sep	222641	8.3
Oct	242685	9.5
Nov	233732	13.94
Dic	207506	10.31

Fuente: Consumo de portadores energéticos. Departamento de energía de la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

En la Fig. 3.12 podemos apreciar el consumo de Energía Eléctrica por meses del año 2013.

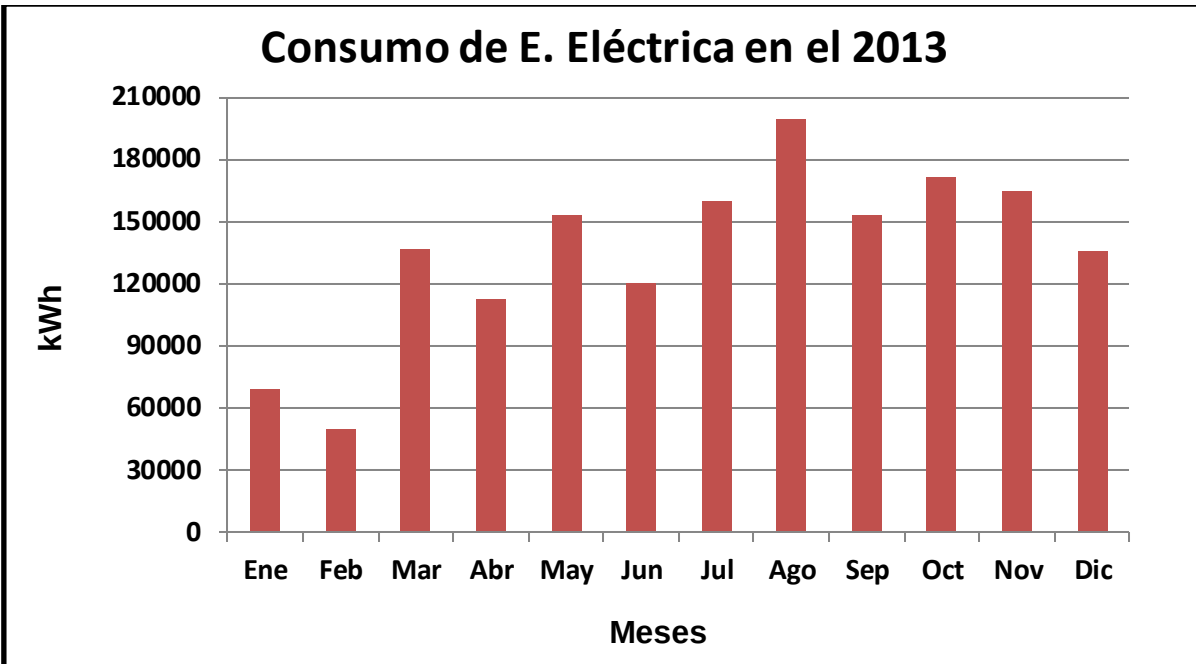


Fig. 3.12 Consumo de Energía Eléctrica (kWh) por meses en el 2013.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el análisis de la producción de helado con respecto a los portadores energéticos se trabaja la producción en toneladas, pues está regido internacionalmente.

En la gráfica siguiente se puede apreciar el comportamiento entre la producción de helados y el consumo de Energía Eléctrica en el año 2013.

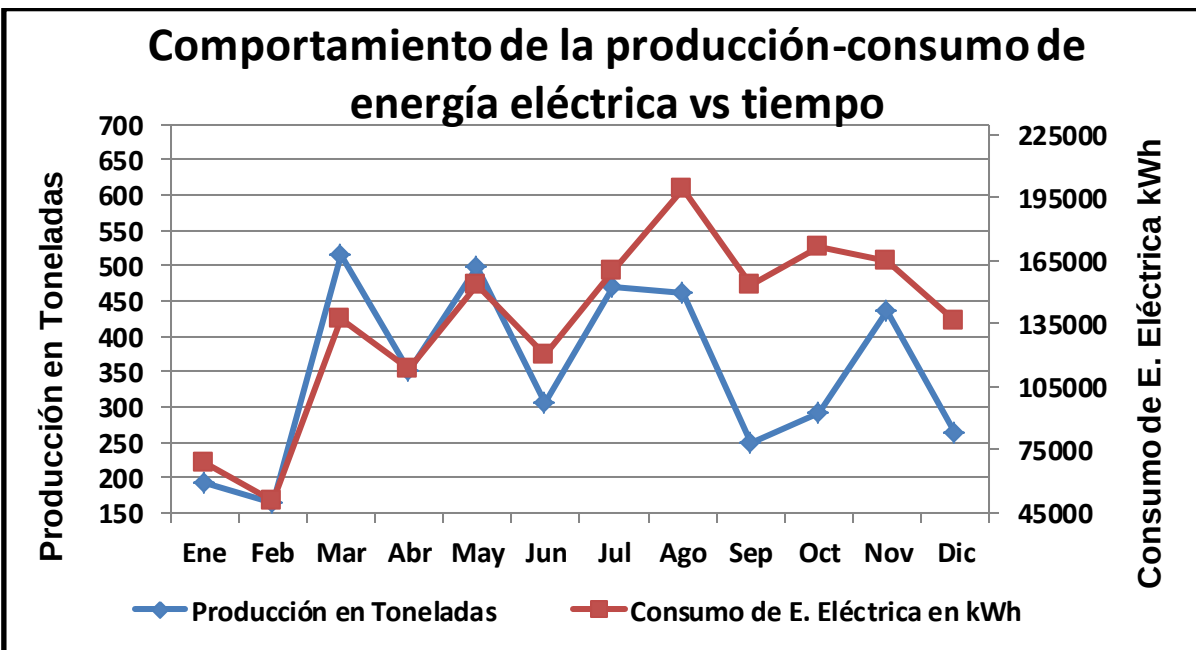


Fig. 3.13 Comportamiento del consumo de energía eléctrica y la producción por meses en el

año 2013.

Fuente: Elaboración propia.

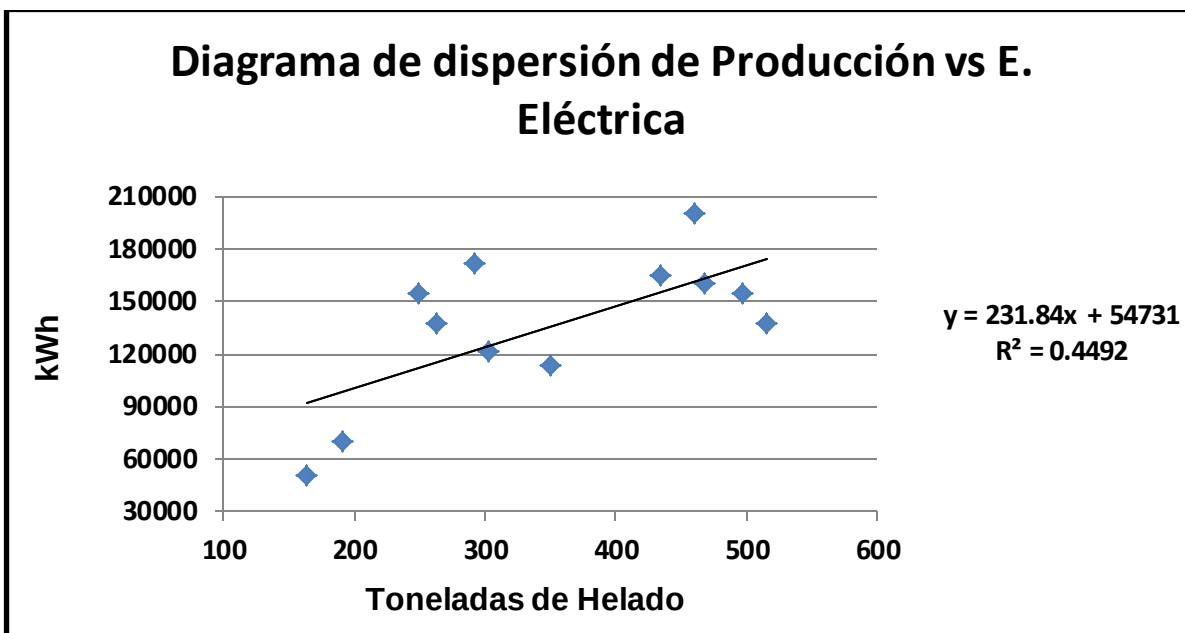


Fig. 3.14 Gráfico de correlación entre las variables energía vs producción.

Fuente: Elaboración propia.

En los diagramas anteriores (Fig. 3.13 y 3.14) se puede apreciar que no existe correlación lineal entre el consumo de electricidad y la producción de helados, por tanto el índice de consumo formado por el coeficiente entre ellos no refleja adecuadamente la eficiencia energética en la entidad.

Las causas fundamentales son las siguientes:

- No hay estabilidad en el proceso productivo. Las prácticas de operación y mantenimiento están pobremente establecidas.
- Pobre disciplina tecnológica.
- La tecnología existente es obsoleta por lo que no es eficiente, es decir es alta consumidora de portadores energéticos. Por estudios realizados en dicha empresa se determinó que el punto de equilibrio de eficiencia se logra produciendo diariamente 3 mezclas de helado (cada mezcla son 4 200 galones de helado), lo cual no se realiza por falta de materia prima, roturas, etc.
- En los meses de marzo y mayo hubo un sobrecumplimiento en las producciones con el objetivo de recuperar atrasos. Se logró organización en el trabajo, pues se acomodaron

las cargas, el equipamiento tecnológico trabajo eficientemente, existían los envases y se alcanzó mejor distribución del helado, logrando no obstaculizar el espacio en neveras. Además se alcanzaron altos rendimientos heladeros por lo que mejoraron los indicadores de energía eléctrica.

- En los meses de verano el consumo de electricidad se ve afectado por la presión de condensación.
- En los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre hubo grandes afectaciones las cuales sobresaltaron el consumo de Electricidad que se presentan a continuación:

Tabla 3.4 Banco de problemas existente en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre, y diciembre en el año 2013.

Área	Problemas	Pérdidas de Energía Eléctrica kWh por cada mes
Cuarto de bombeo	Sellos de los cheques de la tubería que alimentan al tanque elevado defectuosos.	912.5
Sala de máquinas	Existencia de compresores reciprocantes en lugar de colocar los de tornillos que son más eficientes en los sistemas de refrigeración.	3000.8
	Desajustes en el lateral del filtro #1 de aire.	344
	Salidero por la válvula de aire ubicado entre los filtros de aire.	430
	Los agitadores del banco de hielo no funcionaban.	514.58
	Insulación defectuosa en 60 m de tuberías, uniones y válvulas en el sistema de refrigeración.	481.83
	Existencia de 4 tanques de compresión de amoníaco sin insular.	510
	Los tanques de amoníaco de 420 kg se encontraban mal insulados (2 tanques grandes y 1 mediano).	664.9

Área	Problemas	Pérdidas de Energía Eléctrica kWh por cada mes
	Cámara refrigerada de -30 °C, no tenía cortinas en la puerta principal y tenía desajuste la misma.	434.5
Salón de producción	Desgaste de cuchillas en los congeladores.	5000
	Faltan las cortinas en las dos puertas de entrada de la cámara de refrigeración.	143.75
	Existe 32 m de tubería del sistema de refrigeración con insulación defectuosa.	256

Fuente: Departamento de energía de la EPLE.

Todas esas pérdidas de electricidad equivalen a 3 172.6 CUP de derroche.

La figura 3.15 muestra el comportamiento del índice de consumo real con respecto al índice de consumo planificado de la Energía Eléctrica durante el año 2013.

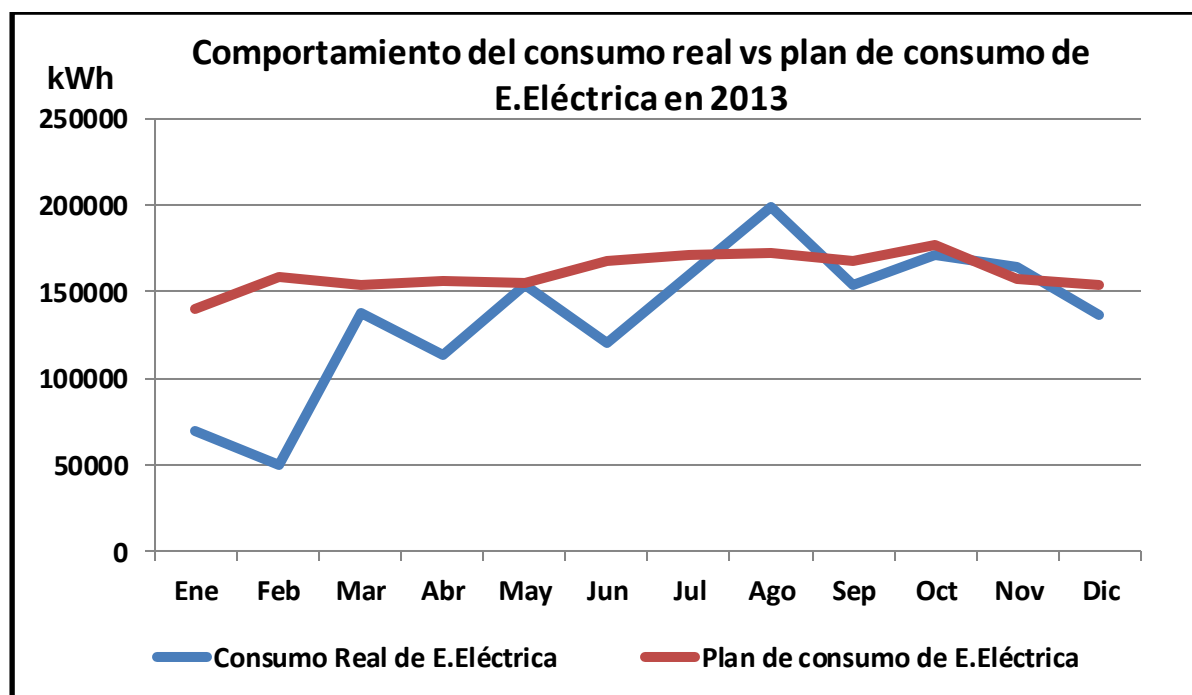


Fig. 3.15 Comportamiento del consumo real vs plan de consumo de energía eléctrica en el año 2013.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3.15 se puede apreciar que hay una variabilidad en el consumo real de la energía eléctrica esto se debe a la inestabilidad en el proceso productivo y a una serie de problemas expuestos anteriormente. El plan de consumo de electricidad varía de acuerdo a la planificación de producción.

En la siguiente figura se representa el comportamiento del índice de consumo real con respecto al índice de consumo planificado de la energía eléctrica en el año 2013.

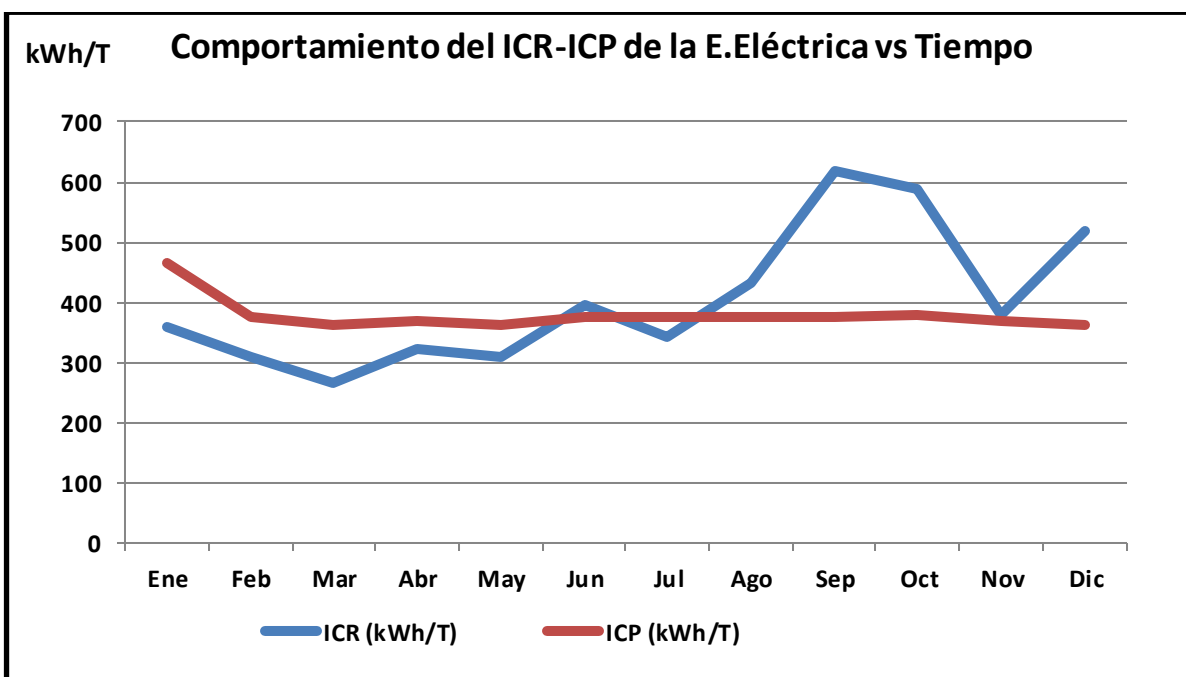


Fig.3.16 Comportamiento del ICR-ICP de la E.Eléctrica.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior se observa que en pocos meses del año 2013 los índices de consumo corresponden en alguna medida y las causas de dichas irregularidades se debe a los problemas en la estabilidad del proceso, a la presión de condensación que afecta los meses de verano donde los equipos de refrigeración consumen mayor cantidad de electricidad.

Tabla 3.5 Consumo de energía eléctrica y máxima demanda

Meses	Deman-da Máx.	kWh Madrugada	kWh Dia	kWh Pico	kWh Pérdidas. Transf.	kWh Totales	Factor de Potencia
Enero	573	21 467.384	38 447.246	8 254.755	884.613	140 354	0.99
Febrero	457	16 868.560	26 648.135	6 212.467	693.836	114 823	0.99
Marzo	507	42 808.730	75 625.444	17 471.057	1 285.768	2084 91	0.97

Abril	537	33 471.593	65 437.554	12 895.038	1 195.813	182 000	0.95
Mayo	560	45 583.743	88 599.704	17 894.585	1 357.967	224 736	0.82
Junio	642	35 814.626	69 743.435	13 704.453	1 311.485	189 574	0.85
Julio	738	48 193.532	86 008.567	24 039.726	1 496.173	231 038	0.97
Agosto	686	60 896.362	107 595.90	29 167.137	1 788.599	270 748	0.97
Sept.	627	48 541.891	84 390.376	19 193.307	1 515.424	222 641	0.96
Oct.	461	53 444.069	93 324.794	22 926.897	1 689.238	242 685	0.96
Nov.	618	49 409.310	97 569.732	16 129.826	1 623.131	233 732	0.90
Dic.	638	42 530.488	80 394.01	11 769.170	1512.335	207 506	0.87
TOTAL	790	499 030.29	913 784.9	199 658.42	16 354.388	2468 328	0.93

Fuente: Elaboración Propia.

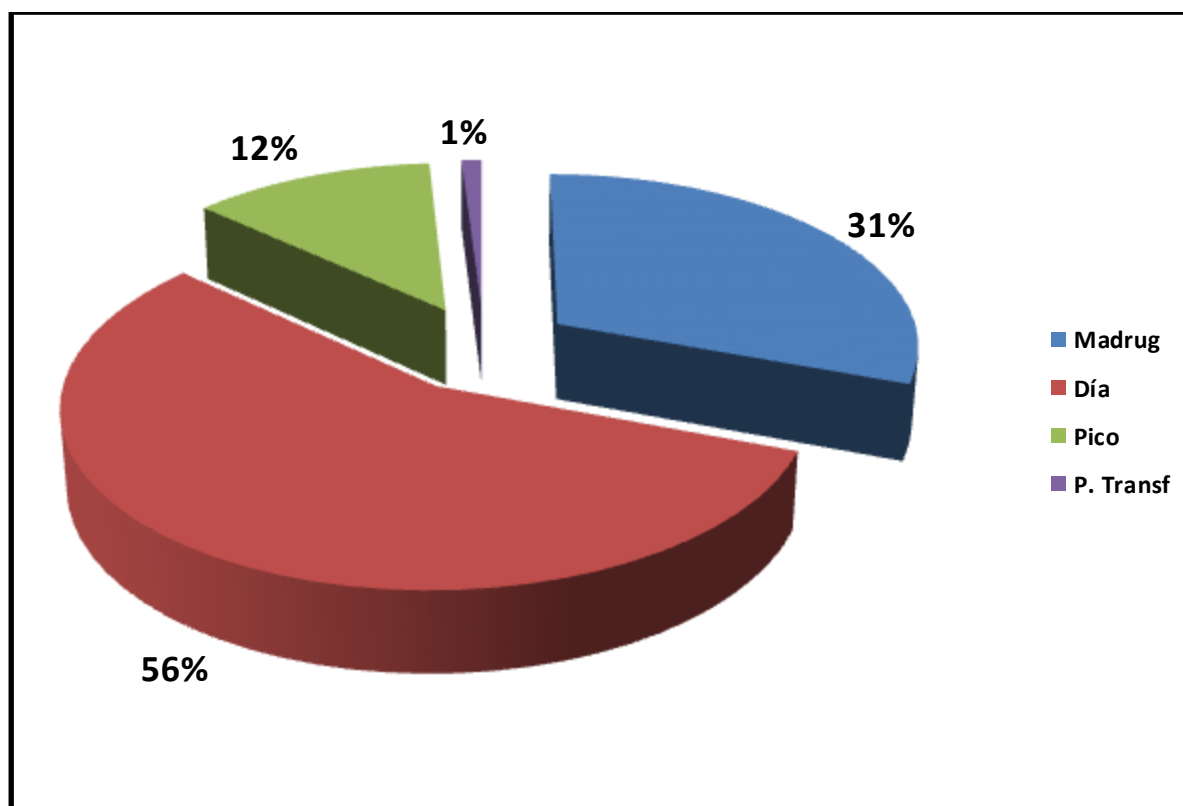


Fig. 3.17 Estructura de consumo de electricidad.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3.17 se aprecia que más de la mitad del gasto de energía ocurre en el horario del día, se debe transferir parte del consumo del día y del horario pico al horario de la madrugada.

Tabla 3.6 Estructura de gastos por meses de la energía eléctrica.

Meses	Importe D.M	Importe Madrugada	Importe Día	Importe Pico	Penalización	Importe Total
Ene	4 011	345.6248	926.5786	397.0537	-694.56	4 985.70
Feb	3 199	271.5838	642.2201	298.8197	-495.33	3 916.29
Mar	3 549	689.2205	1 822.573	840.3578	-1 060.40	5 840.75
Abr	3 759	538.8926	1 577.045	620.2513	-815.44	5 679.75
May	3 920	733.8982	2 135.253	860.7295	2 293.41	9 943.29
Jun	4 494	576.6155	1 680.817	659.1842	1 680.11	9 090.73
Jul	5 166	775.9158	2 072.806	1 156.3108	-1 455.00	7 716.03
Ago	4 802	980.4314	2593.061	1 402.9393	-1 724.01	8 054.42
Sep	4 389	781.5244	2 033.808	923.1981	-1 490.43	6 637.10
Oct	3 227	860.4495	2 249.127	1 102.7837	-1 674.78	5 764.58
Nov	4 326	795.4898	2 351.431	775.8446	0.00	8 248.77
Dic	4 466	684.7408	1 937.495	566.0971	1 161.75	8 816.08
Total	49 308	8 034.387	22 022.22	9 603.5702	-4 274.68	84 693.494

Fuente: Elaboración Propia.

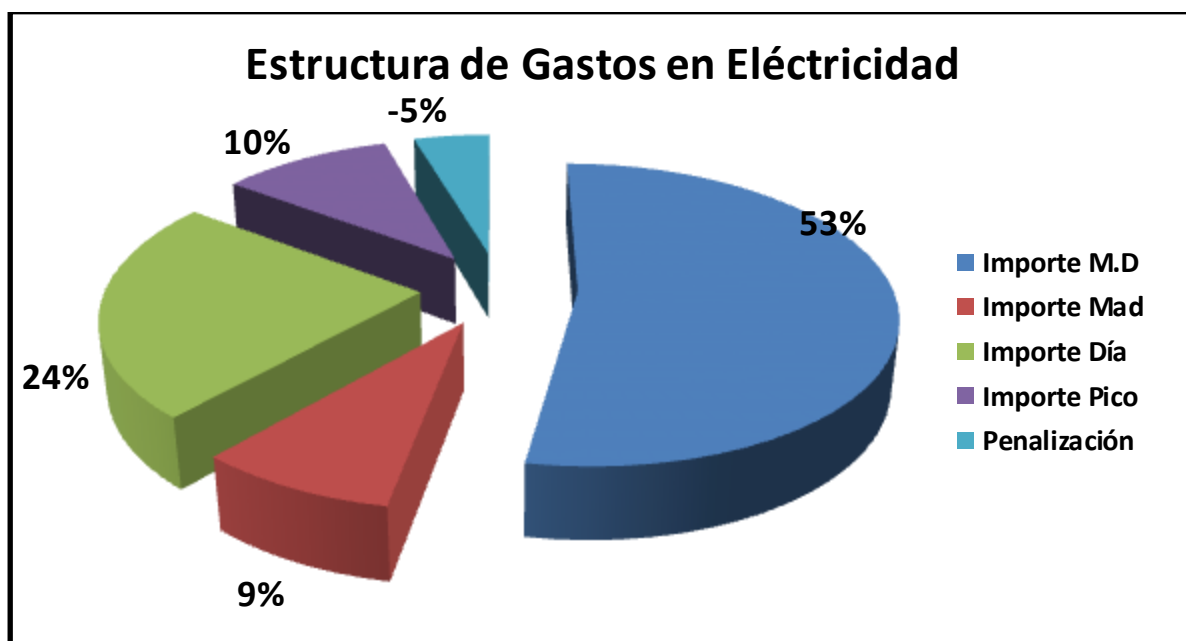


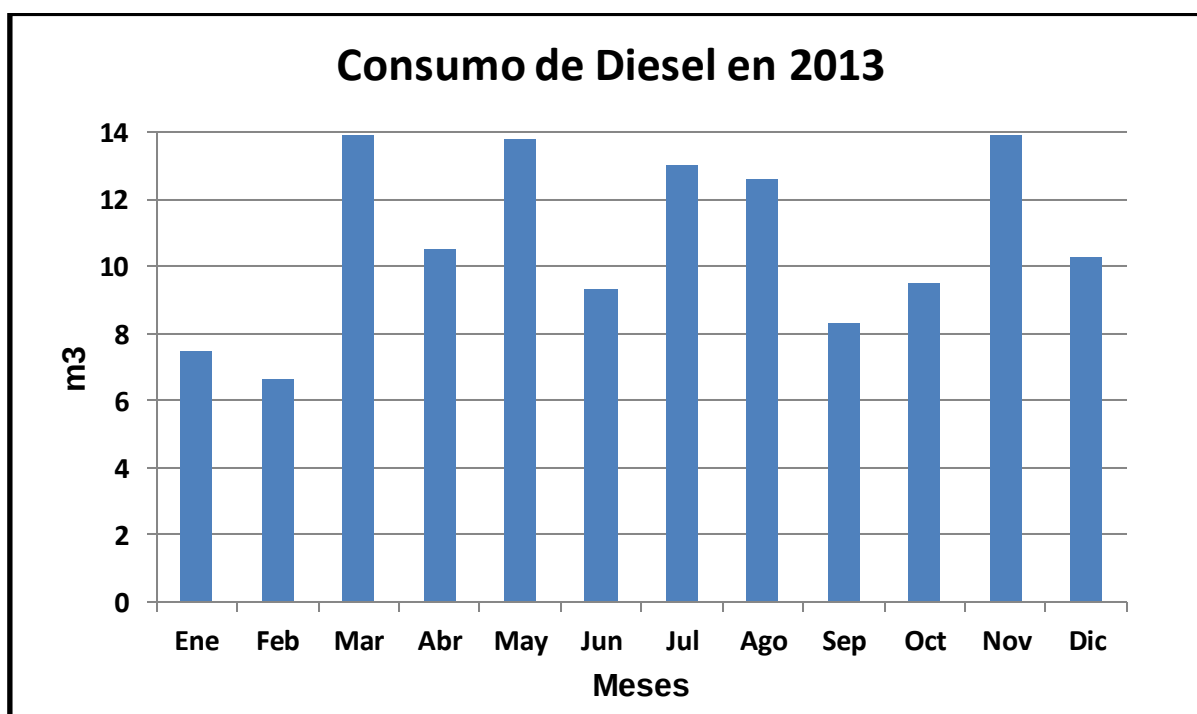
Figura 3.18 Estructura de gastos en electricidad.

Fuente: Elaboración propia.

En la estructura de gastos en electricidad (figura 3.18) se observa que:

- Los valores de la demanda máxima son mayores que lo necesario. Estos valores pueden ser disminuidos, posibilitando disminuir la demanda contratada, con ahorro de energía y de dinero.
- Se destaca el buen factor de potencia en la mayoría de los meses del año 2013, pues la fábrica fue penalizada solo en 3 meses del año y los restantes meses con bonificaciones, aportando beneficios a la economía de dicha Empresa. Pero la variabilidad de este parámetro indica problemas en la disciplina tecnológica.

En la siguiente figura se representa el consumo de Diesel, el cual es el combustible utilizado en las calderas.



- Fig. 3.19 Consumo de Diesel (m³) por meses en el año 2013.
- Fuente: Elaboración Propia.

En las figuras 3.20, 3.21 y 3.22 se analiza el consumo del diesel con respecto a la producción de helado y el comportamiento de los índices de consumo real y planificado para dicho combustible, el cual es utilizado para generar vapor que es utilizado tanto en el proceso de producción como en la limpieza final de los equipos que es la esterilización con vapor.

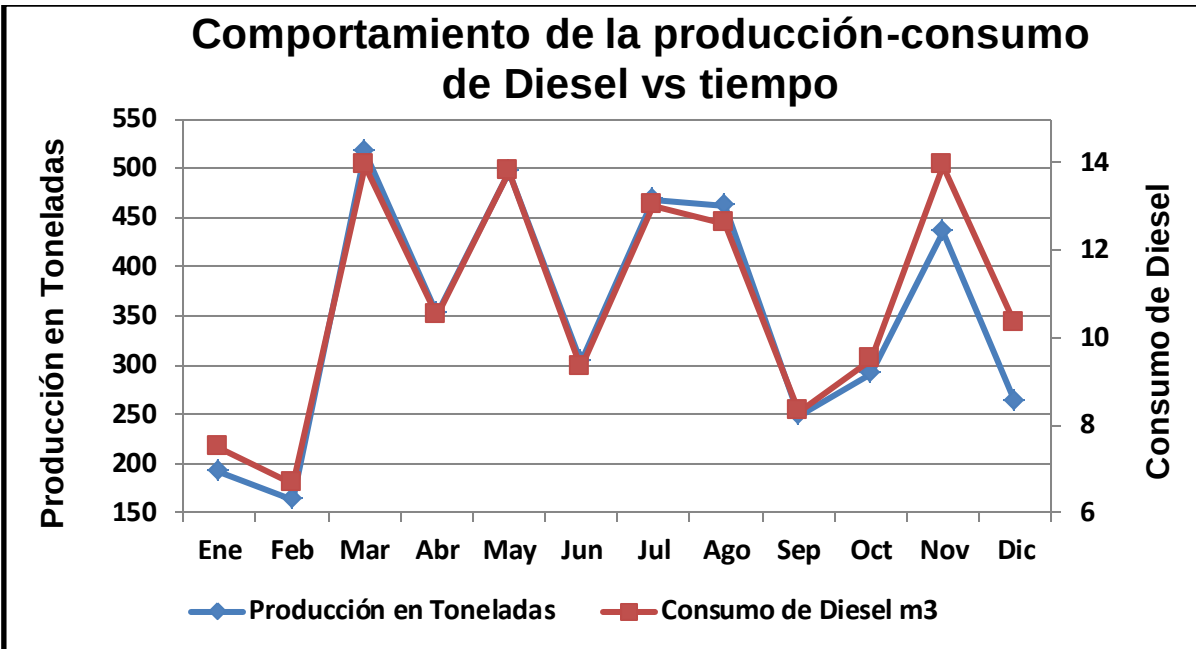


Fig. 3.20 Comportamiento de la producción de helado vs consumo de diesel en el año 2013.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se representan el diagrama de dispersión de producción de helado en toneladas contra el consumo de diesel.

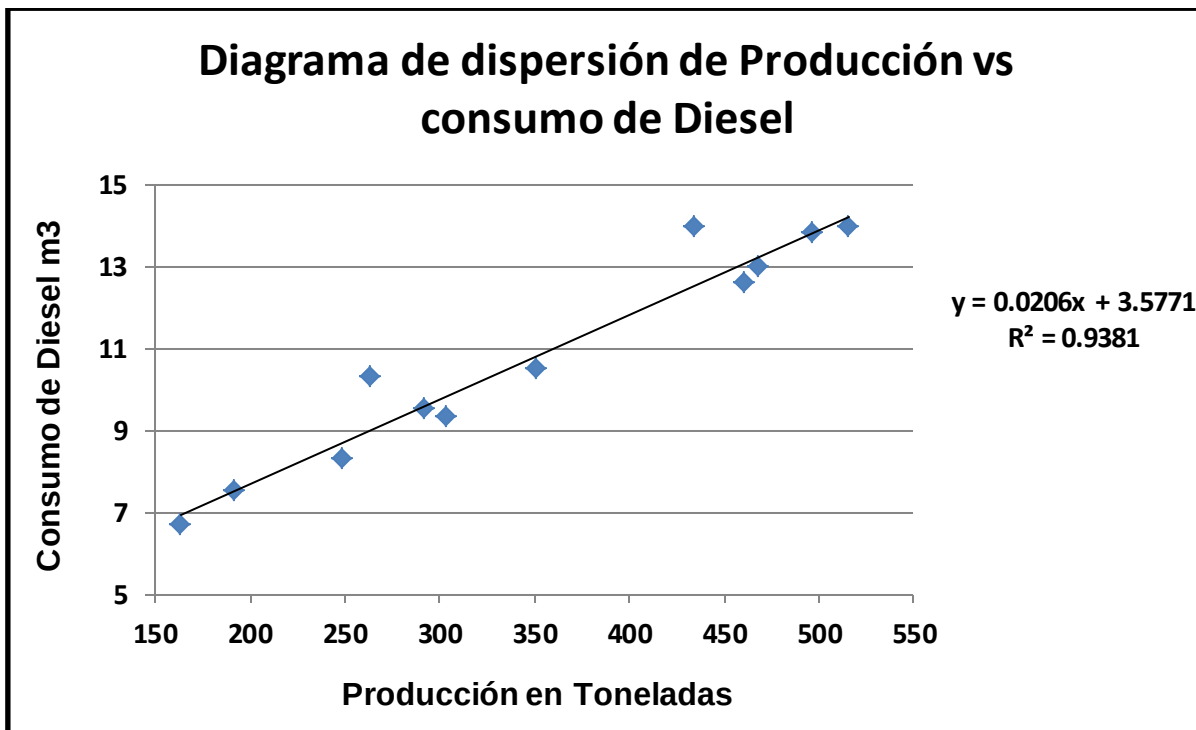


Fig. 3.21 Diagrama de dispersión producción vs consumo de diesel

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que existe una buena correlación lineal entre dichos parámetros analizados.

La figura siguiente corresponde al comportamiento del índice de consumo real con respecto al índice de consumo planificado del diesel en el año 2013.

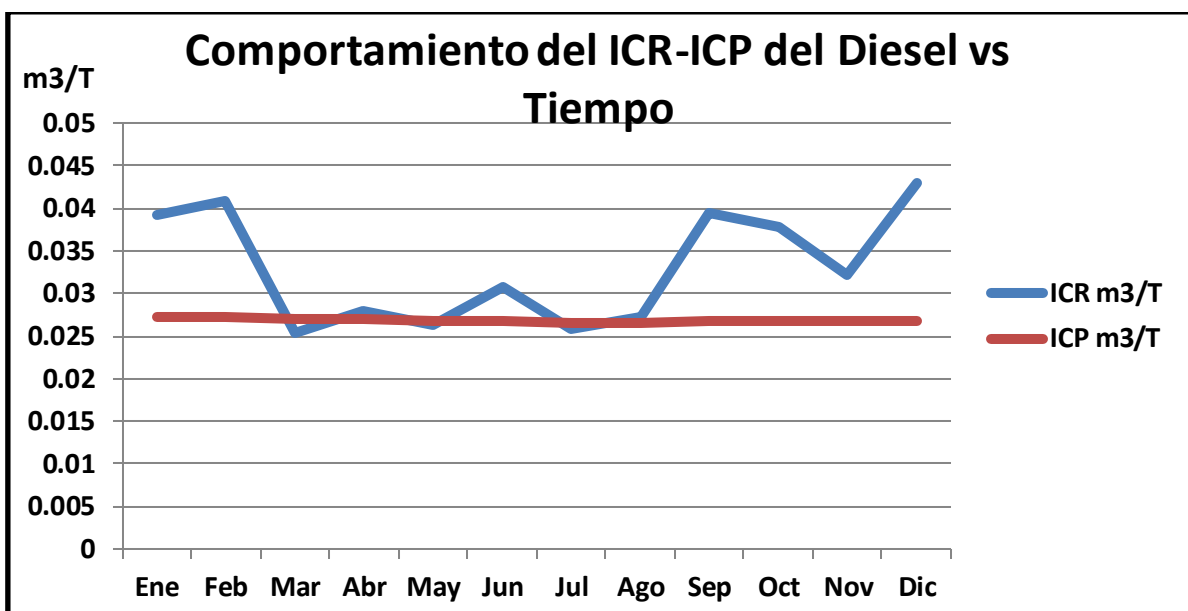


Fig. 3.22 Comportamiento del índice de consumo real con respecto al índice de consumo planificado.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que hay poca relación entre los índices de consumo, esto se debe a la no estabilidad en el proceso productivo y en los meses de enero, febrero, septiembre, octubre, noviembre y diciembre el consumo de diesel estuvo por encima de la producción, esto fue debido a salideros de vapor existente por juntas, codos y uniones.

En el anexo 5M se evidencia uno de los derroches del diesel.

Balance teórico del consumo de agua.

En el proceso de fabricación de helados se utiliza el agua en el mezclaje de las materias primas hidrosolubles (azúcar, sales, sustancias aromáticas, LDP, grasa, estabilizador). También se utiliza como producto de enfriamiento en los tanques de envejecimiento, en la caldera para generar vapor y en el sistema de limpieza. Es responsable del carácter refrescante del producto y determina la consistencia del helado de acuerdo con cual sea la proporción congelada. Constituye gran parte del volumen de la mezcla. Este consumo se mide de manera global en la empresa, pero por cálculos realizados existe un estimado en el

consumo del agua en la UEB Helados como se representa en la figura 3.23.

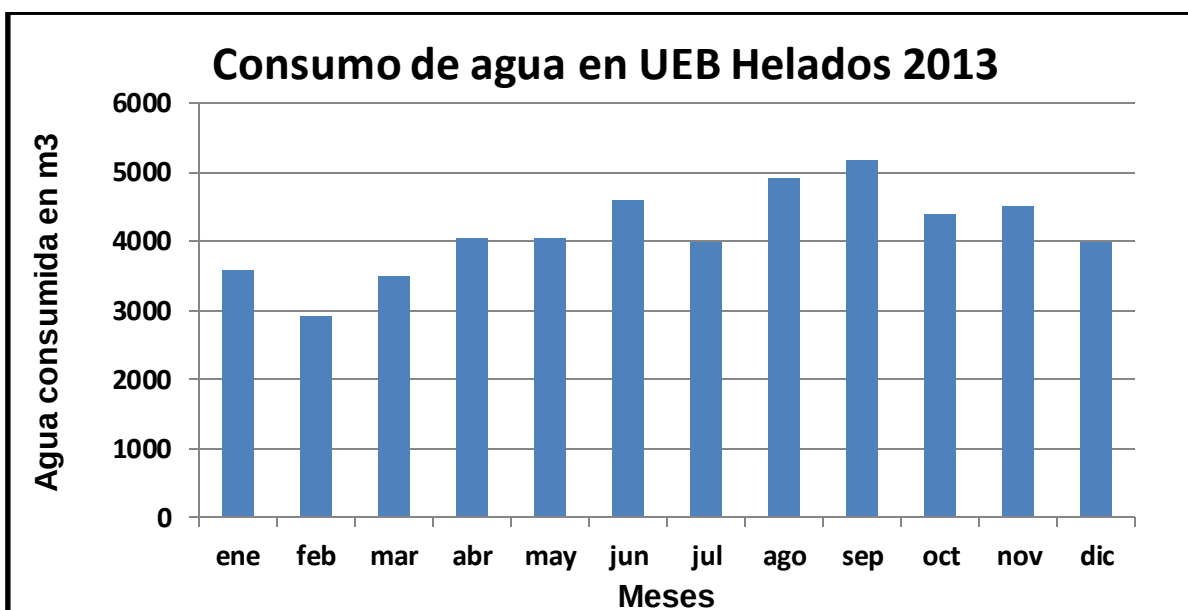


Fig. 3.23 Consumo de agua en m³ en el año 2013.

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente figura se representa el comportamiento de la producción con respecto al consumo de agua total en la UEB Helados, consumo de agua que se utiliza para la elaboración de la mezcla y la diferencia, que no es más que el agua de operaciones auxiliares, la cual fue analizada con anterioridad.

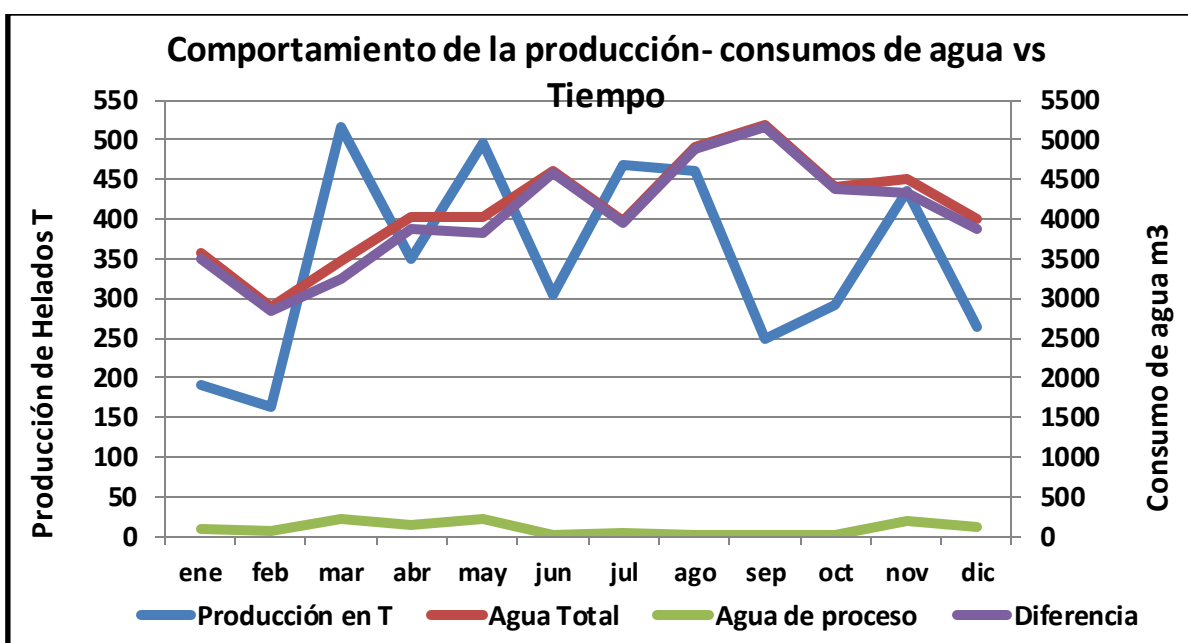


Fig. 3.24 Comportamiento de la producción de helado vs consumo de agua en el 2013.

Fuente: Elaboración propia.

Las causas fundamentales de la no correlación son las siguientes:

- No hay estabilidad en el proceso productivo.
- Pobre disciplina tecnológica.
- Salideros (Anexo 5N).
- La limpieza de los equipos se hace aunque solo se hayan utilizado para la elaboración de una mezcla o incluso menos.
- Las mangueras de la limpieza no tienen válvulas de accionamiento automático, por ello hay un derroche de agua innecesario.
- En los meses de Junio a Octubre se utiliza menor cantidad de agua en la elaboración de Helados pues se utiliza la leche fresca, es decir que por cada 10.5 toneladas de helados se utiliza 0.16545 kg de agua, mientras que en los restantes meses del año se utiliza 1.107 kg de agua por cada 10.5 toneladas de helado pues no se trabaja con leche fresca.

➤ **Generar opciones de P+L**

Una vez definidas las causas de los problemas ambientales fundamentales, se generan las oportunidades de mejoras posibles a aplicar en el proceso objeto de estudio. Las cuales son categorizadas en dos clases:

1- Opciones de P+L de aplicación inmediata

A. Elevar la gestión y práctica del personal.

- Garantizar una adecuada capacitación de los operarios en sus puestos de trabajo, así como disponer en los mismos de los manuales de procedimientos de operación.
- Establecer un programa de seminarios de capacitación para operarios, especialistas y directivos en materia de Producción Más Limpia.

B. Buenas prácticas operativas para el uso eficiente del agua, la energía y las materias primas.

- Instalar medidores de consumo para el agua por planta de trabajo.
- Iniciar un programa de monitoreo continuo, identificando los puntos de usos críticos del agua.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo de caldera.
- Eliminar fugas por salideros de vapor, agua y producto.
- Reparar los pisos para evitar acumulación de productos y disminuir el consumo de

agua.

- Identificación de tuberías en mal estado.
- Reparar los servicios sanitarios con problemas en los herrajes.
- Controlar el buen estado del termostato que permita mantener una temperatura constante.
- Mantener una estrecha comunicación de los jefes de turno con el operador de calderas para operarlas en función de la demanda de vapor en la planta.
- Realizar estudios de iluminación para determinar la cantidad de tejas traslúcidas a colocar en paredes y techos de la planta con el fin de aprovechar la iluminación natural.
- Especificar consumos energéticos requeridos (agua, vapor, aire, electricidad, amoníaco, etc.) por unidad de producto terminado y por unidad de materias primas.
- Hacer limpiezas periódicas programadas de luces y luminarias.
- En oficinas u otros lugares donde se posean computadores, impresoras y otros equipos asociados, tener los mismos apagados cuando se encuentren fuera de uso.
- En los períodos en que se tenga en funcionamiento sistemas de aire acondicionado, pueden disminuirse los consumos energéticos evitando las corrientes de aire y mejorando el aislamiento de puertas y ventanas.
- Producir más en el horario de la madrugada que es cuando la energía eléctrica cuesta menos.
- Disminuir el tiempo perdido por roturas.
- No realizar producciones en horario pico.
- Mantenimiento adecuado del material de aislamiento.
- Cambio de accesorios en mal estado.
- Evitar las pérdidas de calor de combustión en los gases mediante la minimización del exceso de aire, manteniendo limpias las superficies de intercambio de calor, implementar el uso de equipo de recuperación del calor de los gases de combustión.
- Garantizar el aseguramiento metrológico del proceso principalmente en:
 - i. Sistema de recepción y almacenamiento de leche fresca.
 - ii. Sistema pasteurización – homogenización.
 - iii. Tanques de maduración.

- iv. Congeladores de helados.
- v. Tanques de almacenamiento en general en cuanto a las mediciones de volumen y temperatura.
- Continuar el trabajo de recuperación y fabricación de piezas de repuestos, lo cual garantiza el mantenimiento del equipamiento tecnológico.
- Posibilidad de utilizar en la caldera como combustible el gas natural.
- Instalar controles de nivel en los tanques de agua potable.

2- Opciones que requieren un análisis más extenso.

A estas opciones se le realiza un análisis técnico y económico más profundo, debido a que requieren niveles de inversión, cambios en el proceso y en algunos casos capacitación y preparación adicional a los trabajadores y técnicos.

C. Cambios tecnológicos.

- Recuperar el aislamiento térmico en las tuberías de vapor.
- Colocar válvulas de accionamiento automático en las mangueras utilizadas para la limpieza.
- Colocar nuevas cuchillas en los congeladores.

D. Reúso en el sitio.

- Poner en funcionamiento un sistema diseñado para la recuperación de los condensados generados en la etapa de pasteurización, para utilizar luego en operaciones de limpieza de la planta.

3.1.3 - Análisis de factibilidad

➤ Evaluación técnica, económica y ambiental de las opciones de P+L

En la tabla 3.8 se resume la evaluación de las opciones de mejoras que requieren un análisis más extenso teniendo en cuenta los aspectos técnicos, económicos, y ambientales en los cuales inciden para decidir la factibilidad de su ejecución. Se determina además el período de recuperación de la inversión (PRI). Los cálculos efectuados para este estudio se muestran en el anexo 6.

Tabla 3.7 Opciones de Producción Más Limpia para mejoras en el aspecto técnico, económico y ambiental de la UEB Helados perteneciente a la EPLE.

Opciones de P+L	Aspecto técnico	Aspecto económico			Aspecto Ambiental
		Beneficios económicos (CUP/año)	Inversión (CUP)	PRI	
Reparar y recuperar aislamiento en las tuberías de vapor y comprar cuchillas para los congeladores	Reparar y aislar térmicamente 4 m de tuberías de vapor, para lo cual se contrata brigada especializada.	16 095.3	5100.88	6 meses	Reduce consumo de diesel en 4 488.7 litros anuales. Disminuye el consumo de electricidad 42 666.6 anuales
Colocar válvulas de accionamiento automático en las mangueras utilizadas para la limpieza	Comprar cuatro válvulas con gatillos de cierre rápido.	1851.31	104.2	1 mes	Reduce el consumo de agua en 4741.12m ³ anuales. Reduce el consumo de electricidad en 20.996 CUP Disminuye volumen de los residuales líquidos.
Poner en funcionamiento un sistema diseñado para la recuperación de los condensados generados en la etapa de pasteurización, para utilizar luego en operaciones de limpieza de la planta.	Conformar el sistema de recolección y distribución de agua propuesto, para lo cual se cuenta con la mayoría de los materiales en la fábrica.	3 034.94	2 371.07	10 meses	Se reduce el consumo de agua en 8 694.82 m ³ anuales. Disminuye el volumen de los residuales líquidos.

Se puede apreciar en el análisis anterior que todas las opciones propuestas son factibles de aplicar para lograr la mejora del proceso productivo, disminuir los consumos de materias primas y materiales y los costos de producción ya que tienen pequeños tiempos de retorno y una adecuada factibilidad técnica y ambiental.

3.1.4 - Implementación.

Tabla 3.8 Plan de mejora de Producción Más Limpia

Acciones	Responsable	Fecha
1. Garantizar la capacitación de los operarios en sus puestos de trabajo.	Jefe de Recursos Humanos	Inmediato
2. Desarrollar programa de capacitación para operarios, especialistas y directivos en materia de P+L.	Jefe de Recursos Humanos	Inmediato
3. Establecer un sistema de mantenimiento preventivo de caldera.	Jefe de Mantenimiento.	Inmediato
4. Iniciar un programa de monitoreo continuo, identificando los puntos de usos críticos del agua.	Especialista Energético	Inmediato
5. Instalar medidores de consumo para el agua y el vapor por planta de trabajo.	Especialista Energético	30-04-2015
6. Cambio de accesorios en mal estado.	Jefe de Mantenimiento.	Inmediato
7. En oficinas u otros lugares donde se posean computadores, impresoras y otros equipos asociados, tener los mismos apagados cuando se encuentren fuera de uso.	Especialista Energético	Inmediato
8. Garantizar el aseguramiento metrológico del proceso principalmente en: • Sistema de recepción y almacenamiento de leche fresca. • Sistema pasterización – homogenización. • Tanques de maduración. • Congeladores de helados. • Tanques de almacenamiento en general en cuanto a las mediciones de volumen y temperatura.	Jefe de Producción	Inmediato

Acciones	Responsable	Fecha
9. Mantener comunicación de los jefes de turno con el operador de calderas para operarlas en función de la demanda de vapor en la planta.	Jefes de Turno	Inmediato
10. Reparar los servicios sanitarios con problemas en los herrajes.	Jefe de Mantenimiento	Inmediato
11. Reparar los pisos para evitar acumulación de productos y disminuir el consumo de agua.	Jefe de Mantenimiento	30-09-2014
12. Realizar estudios de iluminación para determinar la cantidad de tejas traslúcidas a colocar en paredes y techos de la planta con el fin de aprovechar la iluminación natural.	Especialista Energético	30-12-2014
13. Evitar las pérdidas de calor de combustión en los gases mediante la minimización del exceso de aire, manteniendo limpias las superficies de intercambio de calor, implementar el uso de equipo de recuperación del calor de los gases de combustión.	Jefes de Turno	Inmediato
14. Continuar el trabajo de recuperación y fabricación de piezas de repuestos, lo cual garantiza el mantenimiento del equipamiento tecnológico.	Jefe de Mantenimiento	Inmediato
15. Posibilidad de utilizar en la caldera como combustible el gas natural.	Especialista Energético	30-12-2014
16. Mantenimiento adecuado del material de aislamiento.	Jefe de Mantenimiento	Inmediato
17. No realizar producciones en horario pico.	Jefes de Turno	Inmediato
18. Especificar consumos energéticos requeridos (agua, vapor, aire, electricidad, amoniaco, etc.) por unidad de producto terminado y por unidad de materias primas.	Especialista Energético	30-12-2012

Acciones	Responsable	Fecha
19. Eliminar fugas por salideros de vapor, agua y producto.	Jefe de Mantenimiento	Inmediato
20. Recuperar el aislamiento térmico en las tuberías de vapor	Jefe de Mantenimiento	30-01-2015
21. Identificación de tuberías en mal estado.	Jefe de Mantenimiento	Inmediato
22. Controlar el buen estado del termostato que permita mantener una temperatura constante.	Jefes de Turno	Inmediato
23. Hacer limpiezas periódicas programadas de luces y luminarias.	Especialista Energético	inmediato
24. Colocar válvulas de cierre automático en las mangueras utilizadas para la limpieza de la planta.	Jefe de Producción	30-08-2014
25. En los períodos en que se tenga en funcionamiento sistemas de aire acondicionado, pueden disminuirse los consumos energéticos evitando las corrientes de aire y mejorando el aislamiento de puertas y ventanas.	Especialista Energético	inmediato
26. Vender los sacos de papel generados en el proceso a la Empresa Recuperadora de Materias Primas.	Jefe Ventas	Inmediato
27. Producir más en el horario de la madrugada que es cuando la energía eléctrica cuesta menos.	Especialista Energético y Jefe de Producción	Inmediato
28. Tratar o acondicionar el agua de alimentación de la caldera, evitando depósitos e incrustaciones que reducen la eficiencia de la caldera y representan un riesgo importante.	Jefe de Producción	Inmediato

Conclusiones parciales.

1. Se logra comprometer a la alta dirección de la empresa y a los trabajadores, se conforma el equipo auditor, se determinan los obstáculos y se proponen soluciones para el éxito de la aplicación de la Evaluación de P+L en el objeto de estudio.
2. Se realiza un balance del producto terminado y se determina que existe una gran variabilidad en la producción debido a roturas y falta de materias primas.
3. Un análisis del consumo de agua total utilizada en la UEB Helados evidenció que el mismo representa el 54 % del consumo total de la empresa durante el período estudiado. De la cual se pierde una gran cantidad debido fundamentalmente a malas prácticas industriales, a las operaciones de equipos tecnológicos, a la falta de válvulas de accionamiento automático en las mangueras que se utilizan en la limpieza, entre otras causas. Las mismas en su mayoría pasan a formar parte de los residuales líquidos.
4. Se realiza un análisis del balance de energía eléctrica en el proceso y se concluye que el mismo representa el 48.27% del consumo total de la empresa para el 2013.
5. En la planta estudiada existen potencialidades para el ahorro de energía ya que se aprecia durante el reconocimiento en planta que existen salideros y dificultades en el aislamiento térmico en las tuberías conductoras de vapor, así como luces encendidas en horario diurno.

CONCLUSIONES GENERALES

1. Se demuestra que la Producción Más Limpia ha tenido aplicaciones prácticas en Empresas Productoras de Derivados Lácteos a nivel internacional y en nuestro país, que permiten obtener grandes beneficios, al reducir los consumos de materias primas, agua y energía, así como disminuir los residuos mediante su recuperación para reutilizarlo en otros procesos.
2. Se propone una metodología para la Evaluación de Producciones más Limpias, basada en la propuesta por PNUMA, y adaptada al proceso productivo del helado de la Empresa de Productos Lácteos Escambray, la cual reúne los requisitos generales y específicos necesarios para su aplicación.
3. Un análisis de materias primas, agua y energía determinó que el helado no tiene un balance adecuado que te pueda afirmar las pérdidas tanto de masa, como de dinero que ocurren en el proceso. Es por ello que el balance realizado fue de la producción real de helado de fresa con respecto a la producción de helado de fresa que se debía haber realizado cumpliendo con el 100% de rendimiento, se obtuvo que en los meses de septiembre, octubre y diciembre ocurrieron pérdidas en la producción de 1226 galones de helado que equivale a 6497.22 CUP. No existen metro contadores para medir el gasto de agua y electricidad por etapas, no obstante se calculó que hay pérdidas de agua por el valor de 4835.72 CUP y 10 685 CUP en electricidad.
4. El equipo de P+L identificó en el área objeto de estudio malas prácticas, siendo las siguientes las principales:
 - Derroche de agua durante la operación de equipos tecnológicos y procesos de limpieza.
 - Se genera un elevado volumen de residuales líquidos procedentes de la limpieza.
 - Deterioro del aislamiento térmico en tuberías de vapor.
 - Existencia de salideros de vapor, agua y producto.
 - Pérdida del agua de condensado proveniente del pasteurizador.
 - Se encuentran fuera de línea equipos indispensables para la realización del proceso tecnológico.

5. Se demuestran la existencia de los siguientes potenciales al aplicar técnicas de P+L en el proceso estudiado, mostrando las posibilidades de ahorrar en:
 - Reducción de los gastos en diesel y electricidad por recuperación del aislamiento en tuberías de vapor y la sustitución de las cuchillas de los congeladores de 16 095.3 CUP al año.
 - Descuento de los gastos en agua y electricidad por la colocación de gatillos con válvulas de cierre rápido en mangueras para la limpieza de 1 851.32 CUP al año.
 - Disminución de consumo de agua al recircular la misma, evitando su derrame a los residuales de la fábrica, por un valor de 3 005.39 CUP/ m³ al año.
8. Se propone la valoración económica a tres procesos de P+L demostrándose su efectividad técnica económica en el ahorro de diesel y electricidad reparando y recuperando el aislamiento de las tuberías de vapor y sustituyendo las cuchillas de los congeladores, recuperándose la misma en 6 meses. Así como colocar gatillos en mangueras de limpieza para ahorrar agua y electricidad recuperándose en 1 mes. Implementar la construcción de un sistema para la recuperación del agua que se derrama en el área del pasteurizador, con un período de recuperación de 10 meses.
9. Se propone a la dirección de la empresa y equipo de P+L un plan de mejoras con el objetivo de minimizar los impactos ambientales que se generan en el proceso productivo.

RECOMENDACIONES

1. Proponer a la dirección de la empresa que ponga en práctica las medidas de P+L propuestas en el proceso estudiado para obtener los beneficios económicos y ambientales estimados.
2. Integrar este trabajo al resto de las investigaciones en esta materia realizadas en otras secciones de la fábrica con el objetivo de tener un programa de P+L integral para toda la empresa y poder realizar una caracterización de los residuales.
3. Realizar un balance de masa adecuado para así cuantificar las pérdidas por materia prima en la producción de helado.
4. Completar este trabajo realizando en investigaciones futuras un estudio integral de la eficiencia y eficacia de la planta de tratamiento de los residuales líquidos de la empresa, lo cual será el complemento de los planes de mejora propuestos, al permitir que los residuales líquidos que no se pueden evitar sean tratados eficientemente.

BIBLIOGRAFÍA

- ANAM. (2005, septiembre). Producción Más Limpia Para el Sector Lácteo.
- Calpa Quintero, Jaime Elkin, & Lopez Zarama, Diana Angélica. (2008, agosto). *Formulación del Plan de Manejo Ambiental para la Planta de Acopio Alimentos del Valle «Alival S.A.» Pasto – Nariño*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
- Carballo Maqueira, Leonel. (2002). La presencia de la concepción de Producción Más Limpia en la legislación ambiental cubana.
- Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL). (2012). Prevención de la contaminación en la Industria Láctea.
- Centro de Producción Más Limpia en Nicaragua. (s. f.). Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción Más Limpia para la Industria Láctea.
- Colectivo de Autores. (2007). Guía de buenas prácticas de gestión empresarial (BGE) para pequeñas y medianas empresas. Programa piloto para la promoción de la gestión ambiental en el sector privado en países en vías de desarrollo. <http://www.gtz.de/en/dokumente/sp-sl-Competitividad-empresarial-larga.pdf>.
- Colectivo de Autores. (2009). Manual de Producción Más Limpia Un Paquete de Recursos de Capacitación. Unidad de Industria y Medio Ambiente del PNUMA en Francia. <http://www.pnuma.org/industria/documentos/pmlcp03b.pdf>.
- Colectivo de Autores. (2012a). A center for cleaner production to contribute to the socio-environmental development of the province of Cienfuegos.
- Colectivo de Autores. (2012b). *An approach to sustainable development: the case of Cuba*. Cuba.

- CONAM. (2003). *Guía de Implementación de Producción Más Limpia*. Centro de Eficiencia Tecnológica.
- Congreso del Partido Comunista de Cuba. (2011). *Lineamientos de la Política Económica y Social del partido y la Revolución*.
- Constitución de la República de Cuba*. (1997). Cuba.
- Della Rocca, Patricia Andrea. (2013). *Producción Más Limpia en la Industria Láctea*. Argentina.
- Fundación Biodiversidad. (2013, febrero). Guía buenas prácticas medioambientales en el sector lácteo.
- Garzón Benavides, Janneth Margarita, & López Morán, Johanna Marcela. (2008). *Análisis de una alternativa de Producción Más Limpia que permita aprovechar los residuos grasos que generan los procesos de pasteurización y enfriamiento de la leche en la Empresa Friesland Lacteos Purace de San Juan de Pasto*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Gil Pacheco, Karina Alejandra. (2003, diciembre). *Incorporación de la variable ambiental en una Industria de derivados lácteos*. Universidad Central de Venezuela.
- Gil, Karina. (2011). Manejo de desperdicios en Industrias de derivados Lácteos con criterios competitivos.
- González Cáceres, Marcelino de Jesús. (2012). Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea.
- Jaramillo Bustos, Diana Mercedes, & Pozo Olmedo, Karla Rocío. (2006, diciembre). *Diseño de un Sistema de Producción más Limpia para la Empresa Lácteos de Honduras Sociedad Anónima (LACTHOSA)*. Universidad Zamorano, Honduras.

- Lee Morales, Jennifer. (2012, julio). *Opciones de Producción Más Limpia para Empresas Avícolas, Lácteas y Hoteleras*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, & Asociación Nacional de Empresarios. (2011). *Guía Ambiental de la Industria Láctea*. Colombia.
- Ministerio del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. (2008). *Diagnóstico Ambiental del Sub Sector Lácteo*.
- Muñoz López, María Del Mar, & Muñoz Muñoz, Deyanira. (2007, marzo). Producción Más Limpia en la formulación de un plan de manejo de residuos sólidos en una planta procesadora del sector lácteo. *Mayo 2007*, 5(No. 2).
- ONUDI. (1999). Manual de Producción Más Limpia.
- Pérez de la Ossa, Tulia Ines. (2005, agosto 9). *Formulación del Programa de Producción más Limpia en la línea tetra brik litro en una Industria de Alimentos*. Universidad de la Sabana.
- PNUMA. (2004). La Producción Más Limpia y el consumo sustentable en América Latina y el Caribe.
- Programa Piloto de Asistencia Técnica a Industrias de la cadena productiva láctea para la aplicación de Producción Más Limpia. (2012, noviembre). Manual de implementación de buenas prácticas operativas ambientales para la aplicación de la Gestión Ambiental y la Producción Más Limpia en la cadena productiva del sector lácteo.
- Sainoz Aguirre, Mara Alicia. (2010, agosto). *Buenas prácticas de manufactura para la Producción más Limpia en una industria de lácteos*. Instituto Politécnico Nacional.
- Serrano Méndez, Juana Herminia. (2006). *Protección Ambiental y Producción Más Limpia hacia un consumo sustentable* (Vol. 1). La Habana: Academia.

Terry Berro, Carmen. (2005). *Enfoque actual de las iniciativas en producción más limpia y sus proyecciones en el ámbito nacional*. Cuba.

Zamorán Murillo, Darvin José. (s. f.). *Proyecto de Cooperación de Seguimiento para el Mejoramiento Tecnológico de la Producción Láctea en las Micros y Pequeñas Empresas de los Departamentos de Boaco, Chontales y Matagalpa*. Nicaragua: Instituto Nicaraguense de apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa (INPYME).

ANEXOS

Anexo 1 Resultados Productivos 2010–2013.

PRODUCCIÓN	UM	2010	2011	2012	2013
		Real	Real	Real	Real
Helados Total	Mgls	1 520.3	1 850.1	1 917.6	1 677.1
Divisa	Mgls	115.8	107.1	74.9	55.5
Moneda Nacional	Mgls	1 404.5	1 743	1 842.7	1 621.6
Quesos	T	1 349.8	1 246.8	1 350	1 208.7
Divisa	T	804.1	832.4	785.2	765.9
Moneda Nacional	T	545.7	414.4	564.8	442.8
Leche Pasteurizada	T	5 974.7	3 694.8	4 757.7	4 307.3
Leche en polvo	T	476.5	655.3	549.8	581.8
Divisa	T	0	1.0	6	0
Moneda Nacional	T	476.5	654.3	543.8	581.8
Yogurt	T	1 043.5	987.7	1 105.1	1 205.5
Divisa	T	122.8	156.9	199.7	186.4
Moneda Nacional	T	920.7	830.8	905.4	1 019.1
Yogurt de Soya	T	6 477.4	7 600.5	7 710.3	7 241
Divisa	T	80.6	3.2	0	0
Moneda Nacional	T	6 396.8	7 597.3	7 710.3	7 241
Lactosoy	T	9.2	126.2	120.3	132
Mezcla p/Batido en Polvo	T	158.4	58.3	68.8	28.1
Queso crema de soya	T	25.1	45.8	55.5	44.1
Natilla	T	9.8	19.3	20.6	25

PRODUCCIÓN	UM	2010	2011	2012	2013
		Real	Real	Real	Real
Chocolé	T	21.0	39.9	65.5	43.5
Refresco Instantáneo	T	20.9	14.3	13	20.1
Fórmula Láctea	T	–	–	–	30.7
PROD.NOMINALIZADA	T	18 910.96	18 559.1	20 035.32	18 557.42

Fuente: Informes Económicos Empresa de Productos Lácteos Escambray. Departamento Económico. Año 2010, 2011, 2012 y 2013.

Anexo 2 Indicadores económicos.

INDICADOR	U.M	2010	2011	2012	2013
Producción Bruta	MP	75 497.2	74 166.2	79 404.6	76 375.0
Producción Mercantil	MP	79 191.5	72 835.2	83 757.1	74 530.8
Ventas netas con Impactos	MP	91 361.5	82 949.0	88 432.4	83 276.4
Impuesto de Circulación	MP	6 407.6	6 325.3	5 936.3	5 635.2
Ventas Netas sin Impuestos	MP	84 953.9	76 623.7	82 496.1	77 641.2
TOTAL DE INGRESOS	MP	92 501.5	79 085.2	83 369.5	78 535.7
TOTAL DE GASTOS	MP	87 871.4	75 654.0	78 173.1	74 474.7
Utilidad del Período	MP	4 630.1	3 431.2	5 196.4	4 061.0
Utilidad después del Impuesto	MP	3 009.6	2 230.3	—	—
Producción que se comercializa en divisas	MCUC	587.2	—	—	—
Ventas en Divisas	MCUC	786.6	697.5	793.7	1 278.1
Ingreso Monetario trabajo	MP	4 245.8	3 939.2	3 503.8	3 494.1
Promedio de trabajadores	UNO	738.0	636.0	603.0	606.0
Consumo Material	MP	60 600.9	60 235.9	61 622.5	59 092.6
Servicios Recibidos	MP	1 582.1	847.1	1 158.7	1 875.4
Margen Comercial	MP		—	—	—
Costo de ventas	MP	73 435.1	68 882.0	72 197.9	67 746.2
Costo/ peso de Venta	Pesos	86.4	0.8989	0.8752	0.8725
Gastos divisa/ Estimulación	M CUC		—	—	—
G. Total / Ing. Totales	Pesos	95.0	0.9566	0.9377	0.9483

INDICADOR	U.M	2010	2011	2012	2013
Salario Medio Mensual	Pesos	479	516	484	480
Gasto Mat./peso Producción	Pesos	80.3	0.82702	0.77606	0.77372
Valor Agregado	MP	13 314.2	13 083.2	16 623.4	15 407.0
Productividad (V. Agreg. /Prom. Trabajad.)	Pesos	18 041	20 571	27 568	25 424
Ing.Mon/peso V.Agregado	Ctvos	31.9	0.30109	0.2108	0.2268
Ing.Mon/peso Prod.Mercantil	Ctvos	5.4	0.05408	0.0418	0.0469
Costo Producción Mercantil	Pesos	—	68786.5	74018.5	65843.2
Costo/peso Prod. Mercantil	Ctvos	—	0.9	0.8837	0.8834
Correlación Salario Medio/Prod.	Coef.	—	1.0287	0.7716	0.9060
Ingreso Monetario/Ventas Netas	Ctvos	—	0.0514	0.0425	0.0450

Fuente: Informes Económicos Empresa de Productos Lácteos Escambray. Departamento Económico. Año 2013.

Anexo 3 Equipos de Producción.

Nombre del equipo	Cantidad	Capacidad
Línea Recibo		
Bomba Sanitaria Centrífuga	1	10 000 l/h
Intercambiador a Placas	1	10 000 l/h
Tanque Almacénde leche y crema	3	10000 L
Bomba sanitaria Centrífuga	1	10000 l/h
Tanque Recep. Malta	1	5000 l/h
Línea mantequilla		
Derretidor de Mantequilla.	1	1000KG/H
Tanque Balanza Mantequilla	1	50L
Bomba Sanitaria Centrífuga	1	10000 l/h
Tanque para Mantequilla	1	6000 L
Tanque Almac. Sabores(Tacho)	1	800L
Línea Disolución Azúcar		
Calentador de Agua o Leche Polvo	1	10000 l/h
Tanque Almac. Azúcar	1	15000 L
Tanque Almac. Sabores (tacho)	2	800 L
Bomba positiva	2	10000 l/h
Línea Disolución Leche		
Embudo Disolutor Leche	1	50 KG
Bomba. SanitariaCent.	1	10000 l/h
Pesaje		

Nombre del equipo	Cantidad	Capacidad
Tanque Pesa	1	6000 L
Bomba Positiva	1	20000 l/h
Línea Mezcla		
Tanque Mezclaje	2	8000 L
Bomba Sanitaria Centrífuga	1	10000 l/h
Bomba sanitaria Centrífuga	1	20000 L
Homogenización/Pasteurizador		
Tanque Balanza Pasteurizador	1	80 L
Bomba Centrífuga Sanitaria	1	10000 l/h
Pasteurizador	1	8000 l/h
Homogenizador	1	8000 l/h
Bomba Positiva	1	12000 l/h
Sabores		
Tanque de Ingredientes	2	800 L
Bomba Positiva	1	12000 l/h
Desaireador	1	
Bomba Centrífuga	1	8000 l/h
Tanque Almacenamiento. Sabores	3	2000 L
Bomba Positiva	1	12000 l/h
Línea Producción		
Tanque Envejecimiento	6	8000 L
Congelador Continuo	2	1100 l/h

Nombre del equipo	Cantidad	Capacidad
Cinta Transportadora.	1	0.43M/S
Congelador Continuo	2	1100 l/h
Tanque de Chocolate	1	1000 L
Maquina Rizadora	1	6-60 l/h
Maquina Incorporadora de Frutas	3	1200 l/h
Maquina Rollo 20	1	7000/8000 P/H
Cinta Transportadora M3y M4	2	
Envolvedora Paletas	1	120P/mts
Cinta Transportadora L4	1	
Transportador de rodillo	3	
Limpieza		
Intercambiador A Placas	1	12000 l/h
Bomba Sanitaria Centrífuga	1	20000 l/h
Tanque para Ácido	1	3000 L
Tanque para Sosa	1	3000 L
Tanque para Agua	1	3000 L
Bomba Sanitaria Centrífuga	1	10000 l/h

Fuente: Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Anexo 4 Consumo y Costo de las Materias Primas (kg)

Materias Primas	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Agua añadida al proceso	84853.76	72377.9	228695.1	155376	220177	20126.8	31010.29
Agua de Operaciones Auxiliares	3488146.2	2831022.1	3256104.87	3880223.69	3813623.24	4580673.17	3957789.71
Litros de Leche Fresca	0	0	0	0	0	10060	26677
Grasa de Leche Fresca	0	0	0	0	0	331.417	1004.158
Sólidos no grasos de Leche Fresca	0	0	0	0	0	844.595	2193.019
Grasa Vegetal	13992.734	12803.2	39327.17	27142.9	38089.8	21938.1	25108.06
Grasa Mixta	0	0	564.37	0	0	0	0
Leche Entera en Polvo	8790.735	3100	6375	5800	19050	9889.9	41796.93
Fórmula Láctea	400	3475	8575	5725	13.92	9252.13	3572.869
Fórmula P 20G19	0	0	0	0	0	0	0
Leche Descremada en Polvo	10508.3	11220.1	34935.63	23091.7	31161.8	13321	4123.326
Azúcar	27683.77	22333.3	67644.41	45962.3	63203.6	39230.5	64766.43
Estabilizador	839.941	705.917	2135.428	1531.55	2052.11	1277.96	1945.709
Sal	167.919	141.186	427.079	291.656	409.522	255.588	389.135
Ácido cítrico	22.525	32.103	111.787	69.68	131.311	86.155	65.681
Cocoa	1864.618	799.122	2264.179	1240.12	532.748	0	5860.228
Vainilla	0	0	4.451	0.806	0.346	0	78.514
Sabor Plátano	0	0	16.635	19.962	23.289	19.962	19.962
Sabor Piña	0	22.576	90.304	56.44	33.864	33.864	0

Sabor Coco	0	0	22.195	62.146	53.268	31.073	17.756
Sabor Naranja Piña	6.595	0	17.031	0	32.976	13.19	32.975
Sabor Naranja	24.618	0	0	0	28.721	41.03	0
Sabor Mantecado	0	12.404	0	0	0	0	0
Sabor Guayaba	0	0	39.508	33.864	78.948	21.72	37.296
Sabor Fresa	8.064	46.933	84.615	40.32	64.512	40.32	28.224
Color Amarillo 5	0.672	0.677	2.425	1.366	2.736	2.198	1.596
Color Amarillo 6	0.897	0.718	2.157	0.833	2.863	1.635	1.735
Color Rojo 4	1.183	3.159	6.502	4.751	7.305	3.804	3.154
Pasta de Fresa	0	67	252.268	0	267.472	267.472	267.472
Pasta de Naranja Piña	0	0	236.528	0	0	267.472	267.472
Pasta de Moscatel	0	0	1987.5	795	794.972	793.5	0
Sabor Caramelo	8.876	0	0	3.432	0	0	0
Vainilla Etilica	3.462	2.321	0.173	0	0	0	0
Pulpa Guayaba	3000	3000	3000	6000	3000	3000	0
Alcohol "A"	14.42698	9.66723	19.26257	3.36698	1.44254	0	0
Pasta de Coco	0	0	260.668	0	335.602	0	267.472
Pasta Almendra	399	0	147	0	281	0	0
Color Caramelo	53.408	0	0	22.7	0	0	0
Astillas de Chocolate							220
Pasta Mantecado							
Total	152645.5	130153	397244.4	273276	379831	131151	209756.5

Materias Primas	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Total	Importe
Agua añadida al proceso	30545.21	16473.53	19319.3	192429	116633.5	1 188 017.4	356 405
Agua de Operaciones Auxiliares	4885254.79	5172926.47	4378080.73	4325571.3	3875766.48	48 445 183	14533 555
Litros de Leche Fresca	47786.7	19960	25140	0	0	129623.7	311096.9
Grasa de Leche Fresca	1682.39	729.263	1035.18	0	0	4782.404	
Sólido no grasos de Leche Fresca	3996.254	1676.938	2146.11	0	0	10856.917	
Grasa Vegetal	26889.52	14670.48	16814.5	25003.3	16972.07	278751.86	974775.2
Grasa Mixta	0	0	0	0	0	564.371	1484.296
Leche Entera en Polvo	43881.42	27102.12	18105	375	145.18	184411.33	825812.4
Fórmula Láctea	0	0	13884.5	29566.7	32784.5	107249.58	373569.1
Fórmula P 20G19	0	0	0	19490.7	0	19490.71	74064.7
Leche Descremada en Polvo	5319.06	1600	1485.54	0	0	136766.55	552927.6
Azúcar	62504.61	32909.48	41983.3	57413.5	38964.47	564599.74	294354.1
Estabilizador	1958.452	1057.022	1297.49	1787.9	1178.655	17768.123	126740.6
Sal	391.824	211.4	252.11	348.78	193.8	3479.999	3770.353
Ácido cítrico	104.574	61.575	43.105	63.523	27.111	819.13	1460.45
Cocoa	2319.291	1198.683	2397.37	3063.3	2723.69	24263.347	205210.4
Vainilla	33.133	13.5	27	47.014	76.863	281.627	2824.493
Sabor Plátano	13.308	19.962	13.308	46.578	33.27	226.236	1278.303
Sabor Piña	33.864	33.864	0	0	0	304.776	1814.765
Sabor Coco	31.073	31.073	54.711	48.829	0	352.124	3923.309

Materias Primas	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Total	Importe
Sabor Naranja Piña	36.273	6.595	0	6.595	0	152.23	1429.219
Sabor Naranja	8.206	16.412	8.206	8.206	0	135.399	1190.009
Sabor Mantecado	0	0	0	24.808	0	37.212	192.8163
Sabor Guayaba	29.008	16.576	12.432	0	11.288	280.64	4381.717
Sabor Fresa	76.608	32.256	48.384	44.352	4.872	519.46	4290.74
Color Amarillo 5	2.252	1.536	0.452	2.066	0.76	18.736	211.5726
Color Amarillo 6	2.27	0.754	0.325	0.9205	0.182	15.2895	163.58
Color Rojo 4	6.84	2.436	3.095	3.846	0.627	46.702	517.6976
Pasta de Fresa	0	0	205.584	0	267.472	1594.74	10407.3
Pasta de Naranja Piña	0	0	0	0	0	771.472	4577.694
Pasta de Moscatel	0	0	713.26	0	0	5084.232	25441.15
Sabor Caramelo	0	0	0	0	0	12.308	79.34896
Vainilla Etílica	0	0.9	0	1.801	1.802	10.459	264.3878
Pulpa Guayaba	6000	0	0	6000	0	33000	280500
Alcohol "A"	0	3.75329	0	7.50342	7.50342	66.92643	60.99624
Pasta de Coco	267.472		0	0	196	1327.214	8388.806
Pasta Almendra	420		0	0	399	1646	21002.96
Color Caramelo	0		0	0	0	76.108	598.2089
Astillas de Chocolate	220		0	400	0	840	5272.263
Pasta Mantecado			252	0	110.5	362.5	1550.159
Total	234559.6	117830.1	145242	336184	210733.1	48545.892	4265576

Anexo 5 Fotos del proceso.

A



Foto: Intercambiador de calor a placas.

B



Foto: Tanques de Mezcla.

C



Foto: Tanques de mezcla.

D



Foto: Embudo disolutor.

E



Foto: Tanque de balanza.

F



Foto: Hogenizador Alfa Laval (Vista Trasera)

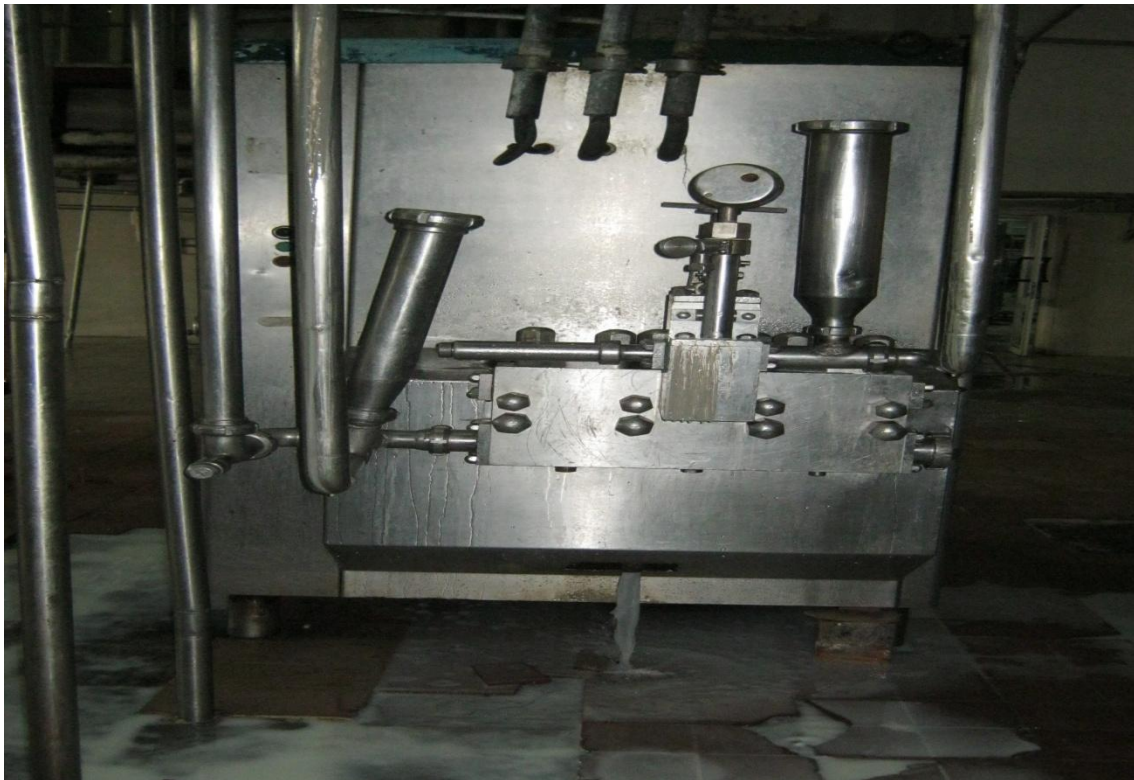


Foto: Homogenizador Alfa Laval.

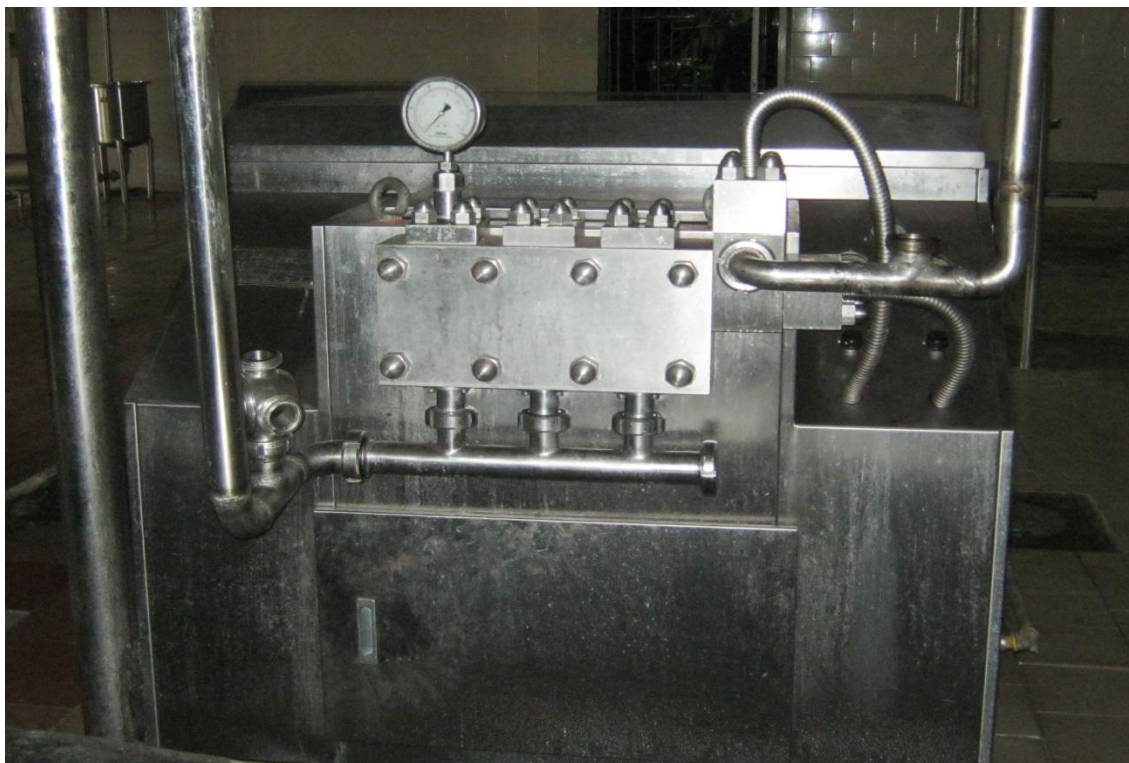


Foto: Homogenizador Chino.

G

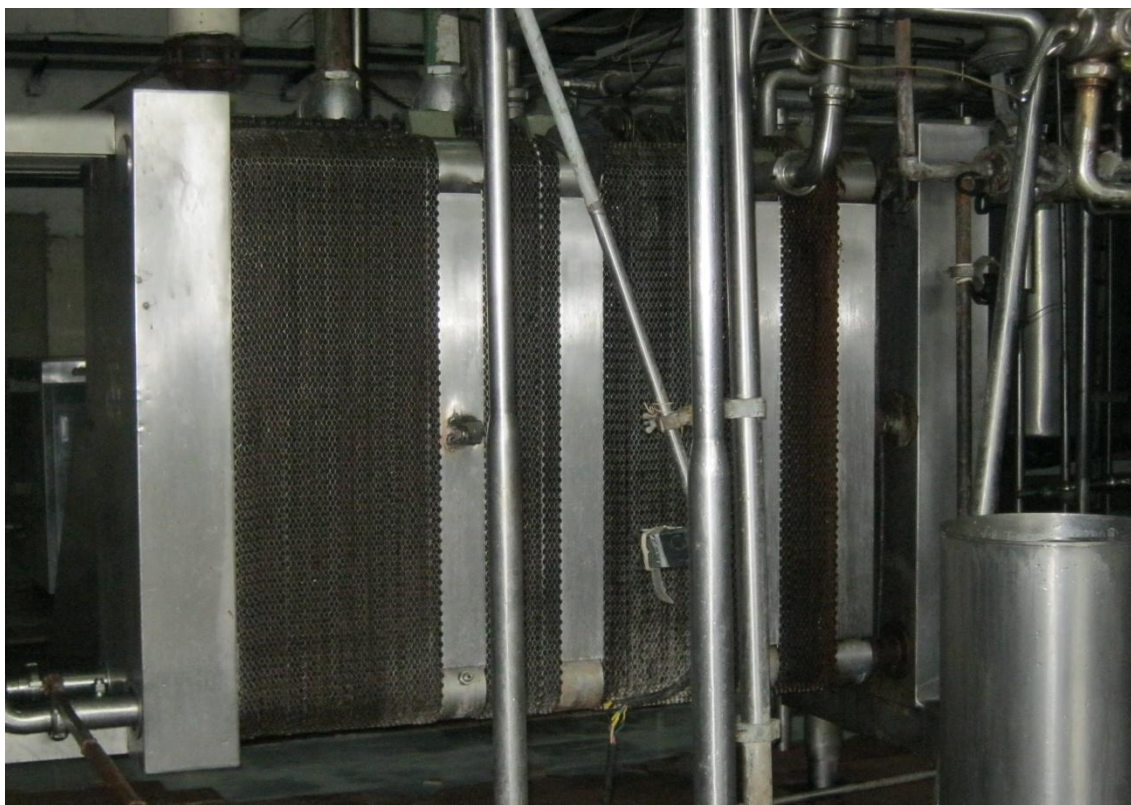


Foto: Pasteurizador.

H



Foto: Tanques de envejecimiento (vista superior)



Foto: Tanques de envejecimiento.

I



Foto: Congeladores de 3 cañones.



Foto: Congeladores de 2 cañones.

J



Foto: Envasado.

K



Foto: Derrames del producto terminado.



Foto: Derrame de azúcar.

L



Foto: Calderas.

M



Foto: Salidero de vapor.

N



Foto: Salidero de agua.

Anexo 6 Cálculo para el estudio de factibilidad económica.

1- Cálculos para el estudio de factibilidad económica para recuperar el aislamiento en tuberías de vapor y sustituir las cuchillas de los congeladores.

Para acometer este trabajo se necesitan contratar los servicios de una entidad especializada, la cual tiene como tarifa aprobada el precio de 25,22 CUP/m de tubería de 2^{1/2} pulgadas a insular, se requieren insular y reparar 4 m de tuberías de vapor (100.88 CUP). Además se necesita comprar 40 cuchillas para los congeladores con un precio de 125 CUP/cada cuchilla con un costo de inversión total de 5100.88 CUP.

$$PRI = \frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Incremento de utilidades}}$$

$$\begin{aligned}\text{Costo de la inversión} &= \text{costo de los materiales} + \text{costo de mano de obra} \\ &= 5\,100.88 \text{ CUP}\end{aligned}$$

Incremento de utilidades

$$= \text{Incremento de los ingresos} + \text{reducción de gastos}$$

$$\text{Incremento de los ingresos} = 0$$

$$\text{Reducción de gastos} = \text{reducción de gastos de diesel y electricidad}$$

$$\text{Pérdidas estimadas por diesel} = 0.73059 \text{ lit de diesel/hora}$$

$$\text{Horas trabajadas reales totales} = 6\,144 \text{ h}$$

$$\text{Cantidad de diesel perdido anualmente} = 4\,488.7 \text{ lit} = 5\,431.3 \text{ CUP}$$

$$\text{Pérdidas estimadas por electricidad} = 6.9 \text{ kW/hora}$$

$$\begin{aligned}\text{Cantidad de energía eléctrica perdida anualmente} &= 42666.6 \text{ kW} \\ &= 10664 \text{ CUP}\end{aligned}$$

$$\text{Incremento de utilidades} = \text{reducción de gastos} = 16\,095.3 \text{ CUP}$$

$$PRI = \frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Incremento de utilidades}} = \frac{5\,100.88}{16\,095.3} = 0.49 \text{ años}$$

El período estimado de retorno de la inversión es de aproximadamente 6 meses.

2- Cálculos para el estudio de factibilidad económica de colocar gatillos con válvulas de cierre rápido en mangueras para agua de limpieza.

Datos:

Se necesita comprar:

Materiales	Cantidad	Precio CUP	Importe CUP
Válvulasde cierre rápido	4	26,05	104,2

$$PRI = \frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Incremento de utilidades}}$$

$$\text{Costo de la inversión} = 104.2 \text{ CUP}$$

$$\text{Incremento de utilidades}$$

$$= \text{Incremento de los ingresos} + \text{reducción de gastos}$$

$$\text{Incremento de los ingresos} = 0$$

$$\text{Reducción de gastos} = \text{reducción gastos de agua y de energía eléctrica}$$

Diámetro manguera	Tiempo limpieza actual	Cantidad agua utilizada	Tiempo de limpieza con pistolas	Cantidad de agua con pistolas	Ahorro
3/4"	5 h/día	37,13 m ³ / día	3,5 h / día	32,5 m ³ / día	4,63 m ³ /día

Reduccióngasto de agua:

Días trabajados durante el año: 256días

$$\text{Agua ahorrada} = 4.63 \text{ m}^3/\text{día} \times 4 \text{ mangueras} = 18.52 \text{ m}^3/\text{día} \times 256 \text{ días}$$

$$= 4\,741.12 \text{ m}^3 \text{ anuales}$$

$$4\,741.12 \text{ m}^3 \times 0.30 \text{ CUP}/\text{m}^3 = 1\,422.33 \text{ CUP anuales}$$

$$\text{Horas necesarias para el bombeo} = 4 \text{ h} \times 21 \text{ kWh} = 84 \text{ kW} = 20.996 \text{ CUP}$$

$$\text{Reducción de gastos} = 1\,422.33 + 20.996 = 1\,443.32 \text{ CUP}$$

$$\text{Reducción de gasos de agua por malas prácticas} = 1\,360 \times 0.30 = 408 \text{ CUP}$$

$$\text{Ahorro total} = 1\,443.32 + 408 = 1\,851.32 \text{ CUP}$$

$$PRI = \frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Incremento de utilidades}} = \frac{104.2}{1851.31} = 0.056 \text{ años}$$

El período estimado de retorno de la inversión es de aproximadamente 1 mes.

3- Cálculos para el estudio de factibilidad económica del sistema de recuperación del condensado y agua de reboso del calentador.

El condensado generado en el pasteurizador se propone que del tanque de recuperación de condensados, pasen por gravedad hasta los tanques de mezcla, luego de ahí serán bombeados hasta los tanques de envejecimiento, desde donde se distribuirá por gravedad hasta la tubería de agua de la planta para utilizarse en diferentes operaciones en la planta.

Datos:

Se necesitan los materiales siguientes:

Materiales	Cantidad	Precio CUP	Importe CUP
Tubería galvanizada de 2"	35 m	4,05	141,75
Válvula de 2"	6	10,62	63,72
Unión universal	2	3,06	6,12
Tee	3	0,85	2,55
Codos 90 ⁰	6	0,60	3,6
Bomba	1	2 300	2 000
Total			2 217,74

Para lo cual se necesitan trabajar una brigada compuesta por:

Integrantes	Cantidad	Salario CUP	Gasto en salario CUP
Mecánico B(2 días)	1	285	23,75
Pailero B(5 días)	2	260	108,33
Soldador B(2 días)	1	255	21,25
Total			153,33

$$PRI = \frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Incremento de utilidades}}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de la inversión} &= \text{costo de los materiales} + \text{costo de mano de obra} \\ &= 2\,371.07 \text{ CUP} \end{aligned}$$

Incremento de utilidades

$$= \text{Incremento de los ingresos} + \text{reducción de gastos}$$

$$\text{Incremento de los ingresos} = 0$$

Reducción de gastos = reducción gastos de agua

Se ahorra por este concepto:

Operaciones	Volumen de agua recuperado (m ³)	Ahorro(CUP)
Condensado generado	8 694,82	3 005,39

Incremento de utilidades = reducción de gastos = 3 005.39 CUP

$$PRI = \frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Incremento de utilidades}} = \frac{2\,371.07}{3\,005.39} = 0.78 \text{ años}$$

El período estimado de retorno de la inversión es de aproximadamente 10 meses.