

**Universidad de Matanzas**  
**Facultad de Ciencias Técnicas**  
**Departamento de Química**



**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE  
MASTER EN PRODUCCION MÁS LIMPIA**

**TÍTULO:** Evaluación del Comportamiento de la Disciplina  
Tecnológica en el Proceso de obtención de leche pasteurizada en  
La Unidad de Base Empresarial “Lácteos Matanzas” de Matanzas

**Autor:** Ing. Yurien Ybarra Díaz

**Matanzas, 2020**

**Universidad de Matanzas**  
**Facultad de Ciencias Técnicas**  
**Departamento de Química**



**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE  
MASTER EN PRODUCCION MÁS LIMPIA**

**TITULO:** Evaluación del Comportamiento de la Disciplina Tecnológica en el Proceso de obtención de leche pasteurizada en La Unidad de Base Empresarial “Lácteos Matanzas” de Matanzas

**Autor:** Ing. Yurien Ybarra Díaz

**Tutor:** M.Sc. Glennys M. Águila Hernández

**M.Sc. Irina Pedroso Rodríguez**

**Matanzas, 2020**

## **PENSAMIENTO**

“...en la tierra hacen falta personas que trabajen más y  
critiquen menos, que construyan más y destruyan menos, que prometan menos  
y resuelvan más, que esperen recibir menos y dar más, que digan mejor ahora  
y no mañana...”

## DEDICATORIA

*A mi mamá y mi hermana a quienes debo todo cuánto tengo y cuánto soy...*



## **AGRADECIMIENTO**

En la vida para lograr las aspiraciones hay que pasar por varios obstáculos que se interponen en el camino, pero si cuentas con el apoyo de excelentes personas, cada paso es fácil de transitar, por todo esto, quiero agradecerles a todos que me han ayudado a cumplir mis sueños:

A mi familia que sin ellos nada de esto fuera posible, los quiero.

A mis compañeros de aula por ayudarme cuando hacía falta.

A todos los profesores de la maestría que durante estos 2 años nos han puesto retos para nuestra superación.

A mi tutora Irina y Glennys, que sin ellas este trabajo no sería posible.

A los trabajadores del Lácteo en Matanzas, especialmente a todas las chicas del laboratorio por ayudarme en todo lo que he necesitado especialmente Martina Manso, Laura Calvo, Maricel Roque, Jeny Camejo, Regla Héctor, Odhet Cardoso, Frine Trujillo

Uno muy especial a Raúl Yusnel Ramirez

A mis amigos en general.

A todos, muchas gracias.

## **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de leche pasteurizada de la Unidad de Base Empresarial "Lácteos Matanzas" de Matanzas. Para ello se aplican varias herramientas que permiten definir las causas que influyen en la disciplina tecnológica y los efectos en el proceso. Se determina que los indicadores mantenimiento, instrumentación y socio-económico se encuentran es mal estado, no así con los gastos de materiales. Se obtiene que las principales causas que influyen en la disciplina tecnológica son: mantenimiento, mano de obra, control del proceso e instrumentación. Dentro de las variables del proceso las temperaturas de pasteurización y la de almacenamiento del producto final en la nevera muestran inestabilidad en el proceso, no cumpliendo con las especificaciones requeridas. Además, el agua residual del proceso cumple con la NC 27-2012, para vertimiento de residuales.

## **SUMMARY**

The objective of this work is to evaluate the behavior of the technological discipline in the process of obtaining pasteurized milk from the Dairy Milk Matanzas. For this purpose, several tools are applied which allow to define the causes that influence the technological discipline and the effects in the process. Moreover, it is determined that the maintenance, instrumentation and socio-economic indicators are in poor condition, but not with the cost of materials. Furthermore, it is obtained that the main causes that influence the technological discipline are: maintenance, labor, process control and instrumentation. Among the process variables, the pasteurization temperatures and the storage temperatures of the final product in the refrigerator show instability in the process, not meeting the required specifications. In addition, the residual water from the process complies with NC 27-2012, for waste disposal.

# INDICE

Título	Página
Introducción -----	
1	
Capítulo I: Análisis Bibliográfico -----	6
1.1- Generalidades de la industria láctea-----	
7	
1.2- Generalidades sobre la disciplina tecnología -----	
8	
1.2.1- Concepto de disciplina tecnológica-----	
8	
1.3- Factores que influyen en la disciplina tecnológica-----	
9	
1.3.1- Control del proceso-----	9
1.3.2- Instrumentación-----	10
1.3.3- Mantenimiento-----	11
1.3.4- Entorno socio económico-----	
12	
1.3.5-Mano de obra-----	13
1.3.6-Normalizacion -----	
13	
1.4- Aspectos sobre los que repercute la disciplina tecnológica-----	14
1.4.1- Calidad-----	
15	
1.4.2- Economía-----	15

1.4.3- Medio ambiente-----	16
1.4.4- Seguridad del proceso -----	17
1.5- Herramientas que existen para hacer estudio de la disciplina tecnológica-	18
1.5.1- Análisis de riesgo-----	18
1.5.2- Análisis estadístico-----	20
1.5.3- Balance de materiales-----	21
1.5.4- Balance de energía-----	22
1.5.5- índice de calidad de agua-----	22
1.6- valoración de la producción más limpia-----	22
1.7- conclusiones parciales-----	23
Capítulo II: Materiales y métodos -----	25
2.1- Caracterización del objeto de estudio-----	25
2.1.1- Composición de la fuerza de trabajo en la UEB lácteos Matanzas-----	27
2.2- Caracterización del proceso tecnológico del caso de estudio-----	28
2.3- Determinación de los aspectos que influyen en la disciplina tecnológica ---	31
2.4- Procedimiento de evaluación de los diferentes aspectos de la disciplina tecnológica-----	32
2.4.1- Control de la calidad en el proceso tecnológico-----	32

2.4.1.1- Prueba de hipótesis-----	34
2.4.1.2 - Cartas de control-----	34
2.4.1.3 Índices de capacidad-----	34
2.4.2- Control de la Instrumentación-----	36
2.4.3 – Control de seguridad-----	37
2.4.4. Control del mantenimiento, mano de obra, entorno socio-económico y el gasto de materiales -----	39
2.4.5 -Situación actual medio ambiental de la empresa-----	42
2.4.5.1- Índice de calidad del agua (ICA) e impacto ambiental-----	43
2.4.5.2- Impacto ambiental-----	43
2.5-Economía-----	43
2.5.1- Indicadores económicos -----	44
2.5.2- Determinación de la intensidad energética -----	45
Capítulo III: presentación y análisis de los resultados -----	46
3.1. Factores que influyen en la disciplina tecnológica -----	46
3.2. Análisis del control de calidad en el proceso -----	48
3.3. Análisis de los resultados del estado de la instrumentación y normalización del proceso -----	53
3.4. Análisis de la repercusión sobre la seguridad del proceso -----	55
3.5. Análisis del control del mantenimiento, mano de obra, entorno socio- económico y el gasto de materiales -----	56
3.6. Análisis de la repercusión sobre el medio ambiente -----	57
3.6.1. Análisis de los resultados del ICA -----	57
3.7. Análisis económico del proceso de producción de leche pasteurizada----	58

3.8. Conclusiones parciales del capítulo -----	60
Conclusiones -----	61
Recomendaciones -----	62
Bibliografía -----	63
Anexos -----	69

## INTRODUCCIÓN

La disciplina tecnológica se refiere a una serie de factores o elementos que intervienen en el correcto funcionamiento de un proceso y tiene una influencia importante en la calidad del producto, la economía, la seguridad de los trabajadores en dicho proceso y los daños al medio ambiente que se puedan generar, además de que es muy importante tener en cuenta el estudio de la ubicación donde radica la institución, ya que existen variables de extrema importancia como son: las condiciones ambientales, hidrografía, recursos naturales, nivel de acceso, costos asociados a la transportación de las materias primas, personal y productos terminados, así como las características de la población. Esto último se debe a que dentro de cualquier institución, el hombre representa el eslabón más importante, debido a todo se rige o se controla según su capacidad, preparación, estado de ánimo y sentido de pertenencia con la labor que realiza (Orozco, 2016), Cabrera (2016).

Ante los nuevos retos que impone la globalización, es imperante que en Cuba las empresas y organizaciones diseñen, apliquen y mantengan nuevos métodos y prácticas laborales, que conlleven a la eficiencia productiva, para optimizar los costos de producción y aplicar una administración basada en valores. Los grandes paradigmas que regían la vida del ser humano a comienzo de este siglo, se han modificado sustancialmente. Es necesario pasar de creer en la bondad de producir en grandes volúmenes, a resaltar la importancia de la calidad de cada unidad producida; de considerar que el consumidor debía someterse al capricho del productor, a la necesidad permanente de escuchar al cliente; de considerar que los costos se refieren a la utilización del menor número de recursos, a considerar los costos como un resultado que identifica los verdaderos valores agregados del producto en relación con quien los consume. Si se desea conseguir lo enunciado es importante realizar una mejora en los procesos de producción (González, 2018) El estudio de la disciplina tecnológica, más que una necesidad, representa una obligación, debido a las innumerables afectaciones que puede traer a los trabajadores, la institución, el país y al medio ambiente la violación de alguno o de todos los elementos por los que esta se rige (Águila, 2007).

La leche no es más que la secreción mamaria normal de animales lechero obtenido durante uno o más ordeños, sin ningún tipo de adición o extracción, destinado a la venta y que no ha sido calentada a más de 40 grados Celsius ni sometida a ningún tratamiento que tenga un efecto equivalente ( NC 1133,2016)

La leche constituye la base de muchos productos lácteos como la mantequilla, helado, queso y yogur. El uso de estos derivados es muy frecuente en las industrias agroalimentarias, químicas y farmacéuticas.

El humano comenzó a consumir la leche de origen animal hace aproximadamente 11000 años, con la domesticación del ganado. Este proceso ocurrió principalmente en Oriente Medio, donde se domesticó a la vaca y posteriormente la cabra. Durante la Edad Antigua y la Edad Media, la leche era muy difícil de conservar y, por esta razón, se consumía fresca o en forma de quesos. Con el tiempo se añadieron otros productos lácteos como la mantequilla.

La revolución industrial en Europa, alrededor de 1830, trajo la posibilidad de transportar la leche fresca desde las zonas rurales a las grandes ciudades gracias a las mejoras en los transportes.

Con el tiempo, han aparecido nuevos instrumentos en la industria de procesado de la leche. Uno de los más conocidos es el de la pasteurización, sugerida para la leche por primera vez en 1886 por el químico agrícola alemán Franz von Soxhlet. Estas innovaciones consiguieron que la leche tenga un aspecto más saludable, unos tiempos de conservación más predecibles y un procesado más higiénico (Idan, 2003).

Actualmente, la leche que más se utiliza en la producción de derivados lácteos es la de vaca (debido a las propiedades que posee, a la cantidad que se obtiene, agradable sabor, fácil digestión, así como la gran cantidad de derivados obtenidos). Sin embargo, no es la única que se explota. También están la leche de cabra, asna, yegua, camella, entre otras.

El consumo de determinados tipos de leche depende de la región y el tipo de animales disponibles. La leche de cabra es ideal para elaborar dulce de leche (también llamado cajeta) y en las regiones árticas se emplea la leche de ballena. La leche de asna y de yegua son las que contienen menos materia grasa, mientras que la de foca contiene más de un 50 %.

La leche de origen humano no se produce ni se distribuye a escala industrial, sin embargo, puede obtenerse mediante donaciones. Existen bancos de leche que se encargan de recogerla para proporcionársela a niños prematuros o alérgicos que no pueden recibirla de otro modo. A nivel mundial, hay varias especies de animales de las que se puede obtener leche. La leche proveniente de la vaca es la más importante para la dieta humana y la que tiene más aplicaciones industriales.

En la actualidad, el comercio de los derivados de la leche ha sufrido un rápido incremento en el mercado internacional. Esto se debe al desarrollo del transporte y la capacidad de conservación y mantenimiento de la cadena del frío. Según estudios, desde el comienzo del presente siglo Asia representa la región que consume más productos lácteos y también la que más importa, ya que sus compras superan más de la mitad de las importaciones mundiales.

Los productos lácteos se analizan con el objeto de determinar la calidad y las propiedades de los mismos en contraste con su vida de consumo. Los productos lácteos se pueden analizar por métodos químicos, físicos, microbiológicos y sensoriales. Las técnicas físicas y químicas se utilizan con frecuencia para determinar la composición y calidad de la leche, en las que se investigan la presencia o ausencia de adulterantes. Los métodos microbiológicos se emplean cuando el analista está interesado en indagar solo la calidad de la leche. Las técnicas sensoriales se utilizan para determinar la calidad de la leche, así como la aceptabilidad de los productos.

Un análisis de un producto lácteo suele incluir un estudio sobre los sólidos en suspensión, proteínas, grasas, energía, cenizas, niveles de acidez, gravedad específica, y los elementos específicos como puede ser: lactosa, sodio, potasio, calcio, cloro, fosfatos, citrato, conservantes y antibióticos, microorganismos añadidos, residuos de detergente, residuos orgánicos y microorganismo.

Sin embargo, es importante señalar que la industria láctea presenta muchísimos problemas, los cuales no se resuelven con un simple cambio tecnológico, aunque desde el punto de vista técnico fuera necesario (Cabrera, 2016).

El consumo de agua y el vertimiento de sustancias residuales, representa un grave problema medioambiental. Las materias primas, en este caso la leche de

las distintas fuentes, no siempre cumplen con los estándares de calidad requeridos. La preparación del personal, con el fin de lograr un uso racional de los recursos, buena planificación del proceso, buena planificación, administración y la explotación de las tecnologías, es un aspecto sobre el que hay que trabajar muchísimo en todas las instalaciones de este tipo.

En Cuba, es de primordial importancia el estudio de la disciplina tecnológica, en estas industrias, no solo por la parte económica, debido a que es un país bloqueado, del tercer mundo y de fuentes económicas limitadas, además de la afectación a trabajadores y la población, sino porque al estar rodeada de agua la contaminación de estas podría causar daños irreversibles al medio ambiente en cualquiera de sus esferas (NC 827 2017), (NC 27 2012), Águila (2007), Torres (2009), Damiá (2007).

La Unidad de Base Empresarial “Lácteos Matanzas” pertenece a la Empresa de Productos Lácteos de Matanzas del Ministerio de la Industria Alimenticia, la cual tiene como objetivo abastecer las demandas de productos lácteos con gran eficiencia, calidad y control. En inspecciones realizadas por el CITMA, Acueductos y Alcantarillados, Higiene y Epidemiología y otras instituciones y organismos se han detectado numerosas deficiencias durante el proceso productivo que afecta de forma directa al medio ambiente, la calidad del producto y la normalización. Estas afectaciones pueden ser consecuencia de una mala disciplina tecnológica, dicho estudio nunca ha sido realizado en esta fábrica. Se selecciona para la investigación el área de producción de leche pasteurizada porque es en el que mayor volumen de producción se obtiene, y carga contaminante genera. Además, tiene la finalidad de abastecer al sector de la población que lo recibe por asignación, y asimismo posee un grupo de especificidades de calidad con gran impacto social.

Teniendo en cuenta la problemática planteada con anterioridad se expone como problema científico el siguiente:

**Problema científico:** ¿Cómo influye la disciplina tecnológica en los problemas técnicos, económicos, de seguridad y ambientales que genera el proceso de obtención de leche pasteurizada de la Unidad de Base Empresarial “Lácteos Matanzas” de Matanzas?

**Hipótesis:** Si se hace una evaluación de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de leche pasteurizada de la Unidad de Base Empresarial “Lácteos Matanzas” de Matanzas podrán determinar los problemas de calidad, económicos, ambientales y de seguridad que se generan.

**Objetivo general:**

Evaluar el comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de leche pasteurizada de la Unidad de Base Empresarial “Lácteos Matanzas” de Matanzas

**Objetivos específicos:**

1. Caracterizar el proceso objeto de estudio.
2. Localizar los principales elementos que repercuten en violaciones de la disciplina tecnológica en el proceso objeto de estudio.
3. Valorar el estado de cumplimiento de los diferentes elementos de la disciplina tecnológica.
4. Determinar el efecto de la violación de la disciplina tecnológica sobre los factores dañados (calidad, economía, seguridad y medio ambiente) en el proceso objeto de estudio.

La tesis presenta la siguiente estructura:

**Capítulo I:** Comprende aspectos teóricos y científicos referentes a la disciplina tecnológica y la industria láctea. Se abordan temas como los indicadores que determinan la disciplina tecnológica y los elementos sobre los que esta influye.

**Capítulo II:** Se realiza una caracterización de la entidad objeto de estudio y se explican de manera detallada cada uno de los pasos del procedimiento para la evaluación de la disciplina tecnológica, así como la caracterización del proceso de obtención de leche pasteurizada y las técnicas y herramientas empleadas durante el desarrollo de la investigación.

**Capítulo III:** Se muestran los resultados obtenidos de la aplicación del procedimiento propuesto.

Para el desarrollo de cada capítulo se utilizan técnicas y herramientas como: revisión de documentos, listas de chequeo, análisis de estado de control del proceso, análisis de estado instrumental del proceso, encuestas

Unido a ello se presentan las **Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografías y Anexos.**

## **CAPÍTULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO**

El presente capítulo aborda un conjunto de fundamentos teóricos con el objetivo de definir las bases conceptuales sobre las cuales se sustenta la investigación. Para ello se analiza el criterio de diferentes autores que abordan temáticas actualizadas referentes a la disciplina tecnológica y a los factores que influyen en esta; así como los aspectos sobre los que ella influye.

El estudio de la disciplina tecnológica constituye un factor importante en el buen desempeño y desarrollo de cualquier industria. Esta tiene asociada diferentes cuestiones que son de sumo interés dominarlas y controlarlas. Estas cuestiones pueden ser: la capacitación del personal que labora en la industria, el control del proceso, estado en que se encuentra la instrumentación, el mantenimiento de las maquinarias, el gasto de materiales y el entorno donde se desarrolla. Dentro de los aspectos que más se afectan debido a la violación de la disciplina tecnológica se encuentran: la economía, la seguridad del proceso, la calidad del producto y el impacto sobre el medio ambiente (Cabrera, 2016).

A continuación, el hilo conductor del análisis bibliográfico que se representa mediante el esquema de la figura 1.1

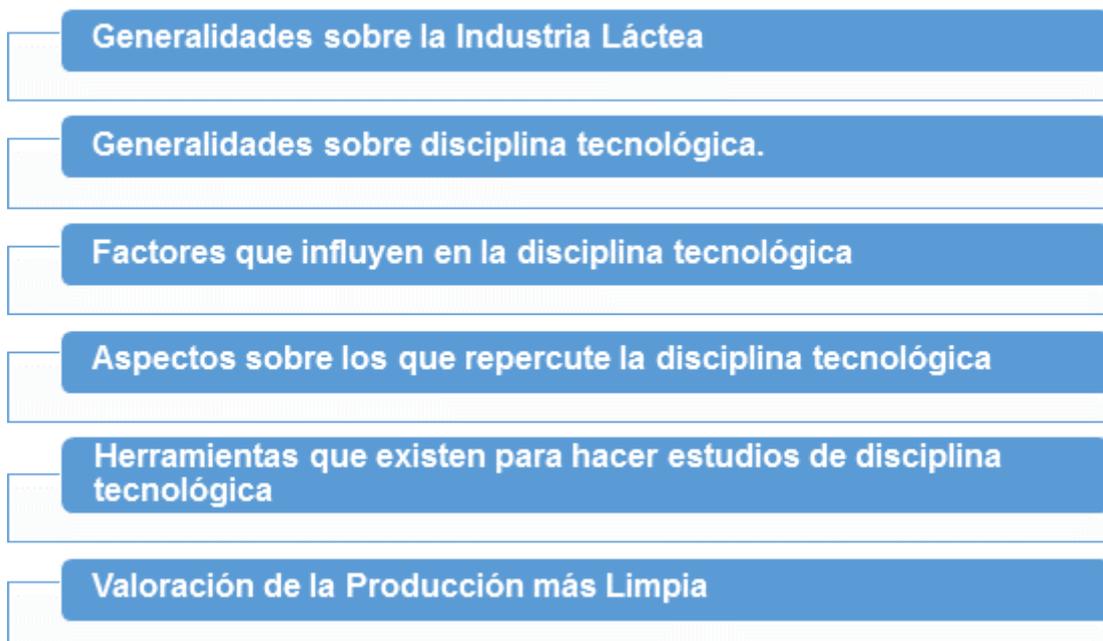


Figura 1.1. Hilo conductor del análisis bibliográfico. Fuente: Elaboración propia

### **1.1. Generalidades sobre la Industria Láctea**

El Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL), creado por la Ley No. 1185 de fecha 27 de octubre de 1965, es el Organismo de la Administración Central del Estado que tiene la responsabilidad de: Participar en la elaboración de los planes nacionales de desarrollo económico y social; asegurar que los planes de las entidades subordinadas, estén en concordancia con las políticas aprobadas por el gobierno. Promover el desarrollo de producciones que aumenten o creen fondos exportables o que sustituyan importaciones, exigir el control y uso eficiente de los recursos y evaluar los resultados económicos–financieros en la administración y gestión de las entidades subordinadas, participar en el establecimiento y control de las normas y procedimientos que regulen la circulación mercantil y distribución de los productos alimenticios.

La Industria es la actividad económica que se basa en la producción de bienes a gran escala con la ayuda de máquinas especializadas. El trabajo de industria se refiere generalmente al trabajo en una fábrica y los bienes que se producen mediante la transformación de materias primas en productos manufacturados. (Industria, 2017)

El sector de la industria que tiene como materia prima la leche procedente de animales (por regla general vacas) es la industria láctea. La leche es uno de los alimentos más básicos de la humanidad. Los sub-productos que genera esta industria se categorizan como lácteos e incluyen una amplia gama que van desde los productos fermentados, como el yogurt y el queso, hasta los no fermentados: mantequilla, helados (Commons, 2018).

Ante los nuevos retos que impone la globalización, es imperante que en el mundo las empresas y organizaciones diseñen, apliquen y mantengan nuevos métodos y prácticas laborales, que conlleven a la eficiencia productiva, para optimizar los costos, la calidad de los productos, y provocar menos daño al medio ambiente y al hombre. La industria láctea no escapa de estos retos y necesidades en muchos casos (Mármol, 2007).

En investigaciones recientes sobre este tipo de industria se han detectado serios problemas en cuanto a la violación de la disciplina tecnológica, algunos de estos son los siguientes: mal uso de los recursos naturales (en este caso el agua es el más afectado), consumiendo grandes volúmenes y arrojando sobre

esta gran carga contaminante; además se ha detectado mal empleo de la tecnología que se posee; la capacitación del personal que labora en las plantas no es la más adecuada para el cumplimiento de las tareas asignadas, entre otros (Águila, 2007).

Otro de los elementos que también hoy afecta seriamente a la industria en cuestión en su proceder tecnológico es la mala instrumentación que se posee, que va desde instrumentos que no cumplen su función adecuadamente, hasta la ausencia de algunos que son imprescindibles para un buen registro de valores de variables y el control del proceso (Vega, 2004); aspecto con influencia en la disciplina tecnológica.

## **1.2. Generalidades sobre disciplina tecnológica**

### **1.2.1. Definición**

La tecnología es un conjunto de técnicas, conocimientos y procesos, que sirven para el diseño y construcción de objetos para satisfacer necesidades humanas (Alegsa, 2018).

Según Orozco (2016, 2018 y 2020) cuando se habla de disciplina tecnológica se refiere al conjunto de elementos que permiten la correcta operación de un proceso y que tienen una incidencia marcada en la calidad, economía, seguridad y afectaciones al medio ambiente que dicho proceso genera, independientemente de la tecnología que se posea.

Para Díaz (2016), la disciplina tecnológica es el conjunto de factores que definen la armonía de un proceso, sea industrial o no, y que influyen directamente en aspectos como la calidad, economía, seguridad y medio ambiente.

Feo (2018) coincide con el concepto de disciplina tecnológica planteado por Orozco (2018); al cual agrega que no debe confundirse dicho concepto con los dispositivos resultantes de su aplicación ni con los saberes científicos necesarios para su desarrollo.

Estas definiciones coinciden que la disciplina tecnológica es un conjunto de elementos y factores que inciden de cierta manera en el proceso productivo de una industria y a su vez lo hacen de manera significativa en diferentes áreas resultantes de una empresa.

Para el autor de este trabajo la importancia de estimar y ubicar los impactos de una mala disciplina tecnológica es tener la oportunidad de prevenir e identificar a tiempo efectos no deseados y que luego sería costoso modificarlos.

### **1.3. Factores que influyen en la disciplina tecnológica**

Una buena o mala disciplina tecnológica en una industria está determinada por varios factores, pero de acuerdo a los objetivos de la investigación y las características de este tipo de industria se han considerado como fundamentales: la capacitación del hombre, entorno en que se desarrolla, control del proceso y la instrumentación.

Es importante, por tanto, señalar que, si bien la tecnología puede colaborar muchísimo con la calidad de vida de las sociedades, de las personas depende hacer un buen uso de ella y no vivir a su disposición, sino utilizándola para vivir de una mejor forma. La tecnología es, por su parte, un factor que modifica constantemente los procesos de producción; tal es así que, a medida que pasa el tiempo, los innumerables avances que se realizan en materia de herramientas de trabajo vuelven menos pesados los trabajos y se requiere mediante la ejecución de un grupo de actividades integradas denominados sistemas o procesos productivos Cuatrecasas (2010).

El sistema productivo según Cuatrecasas (2010), utiliza un conjunto de medios, tanto humanos como materiales que constituyen los denominados, factores de la producción, integrados por los materiales y productos con los cuales se llevará a cabo la actividad de producción y los elementos que se utilizarán en la misma.

#### **1.3.1. Control del proceso**

Según, Pérez & Gardey (2008) un proceso de producción es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada (conocidos como factores) pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor.

El control a lo largo de muchos años ha sido empleado por ingenieros y directivos para mejorar y evaluar cada tarea propuesta, lo que contribuye a mejorarlas y a proporcionarles una idea de a dónde dirigir sus estrategias y

decisiones con el objetivo de ser más eficaces y eficientes en lo que se pretenda lograr (Alonso, *et al.*, 2012).

### **Desarrollo e implementación de medidas de control.**

En la mayoría de los alimentos procesados, la misma operación unitaria aplicada para el proceso sirve también como medida de control, especialmente contra bacterias patógenas, que son los peligros que con mayor frecuencia se encuentran causando brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA). El conocimiento de los peligros asociados a los productos lácteos, su ecología, y sus características de crecimiento y de resistencia permiten desarrollar medidas para su prevención aplicables en programas de prerrequisito, y medidas de control que pueden ser usadas en el plan HACCP (Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos) para establecer puntos críticos de control (Castillo, 2004).

En cuanto a las variables del proceso existen retardos entre las de entrada y salida, situación que aparece en muchas plantas industriales, sistemas biológicos y también en sistemas económicos o sociales. En la mayoría de los casos estos retardos se deben al transporte de masa o energía dentro del proceso o al tiempo necesario para el procedimiento de informaciones; todo esto unido a la necesidad de mantener estándares de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente requiere de adecuados sistemas de control (Normey y Camacho, 2006). El control de procesos trata de mantener las principales variables de un proceso en valores próximos a los deseados a pesar de las posibles perturbaciones (De Prada, 2014).

#### **1.3.2. Instrumentación**

Instrumentación es el proceso y el resultado de instrumentar. Se conoce como instrumentación industrial al conjunto de herramientas que permiten realizar la medición, la conversión, el control o la transmisión de las variables de un cierto proceso. Esto permite lograr la optimización de los recursos que se emplean.

Las variables con las que se puede trabajar mediante la instrumentación industrial pueden ser químicas (como el nivel de acidez) o físicas (la humedad, la temperatura) (Pérez y Merino, 2012).

El objetivo central de los instrumentos, es la medición, el registro y el control de las variables de proceso, lo que permite la supervisión de los procesos de transformación de las materias primas y de manufactura, manteniéndolos

dentro de los límites de seguridad y calidad adecuados. Los datos que aportan los instrumentos de campo industriales, son agrupados en las bases de datos de los registradores, los sistemas de adquisición de datos y los sistemas de control. Posteriormente, son compartidos y diseminados a través de los distintos niveles jerárquicos de las plantas y son la base de los sistemas de información gerencial. En base a esta información, los supervisores y los operadores manejan y corren los procesos (Vega, 2004).

### **1.3.3. Mantenimiento**

Se define el mantenimiento como todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes. En las ramas de la Ingeniería algunas especializaciones son: Ingeniería en mantenimiento industrial e Ingeniería en mantenimiento mecánico (Commons, 2018).

El mantenimiento dentro de la industria láctea permite tener en buena forma los equipos que hacen que el proceso no deba ser detenido y se afecte la calidad del producto, ya sea por proliferación de microorganismos patógenos u otros agentes. Durante esta etapa se deben garantizar las condiciones de diseño, usar los productos químicos y herramientas adecuados, y fundamentalmente se debe realizar en períodos de tiempo bien planificados por tratarse de un proceso donde se produce un alimento y requiere la mayor inocuidad posible (Águila, 2007).

Según Palacios, (2017) dentro de las denominaciones de mantenimiento se encuentran:

- ❖ Preventivo: Aquellas tareas que se realizan con el objeto de mantener el equipo en perfecto estado de conservación, de forma que preste un determinado nivel de servicio todo el tiempo que sea posible.
- ❖ Correctivo: Aquellas tareas destinadas a devolver el equipo a sus condiciones de servicio antes de la falla.
- ❖ Predictivo: Tareas destinadas a “medir el estado de conservación” de un equipo. Se trata de predecir cuándo es posible se produzca el fallo para adelantarse a él.

- ❖ Revisión a cero (*overhaul*): Aquellas tareas que “llevan a nuevo” al equipo. Es decir, se sustituyen todos aquellos componentes que sufren un mayor desgaste de uso, por lo que se puede considerar efectos de desgaste y funcionamiento cero horas de uso. Estas tareas suelen estar programadas.

#### **1.3.4. Entorno socio-económico**

Entre los aspectos que inciden en un buen cumplimiento de la disciplina tecnológica está un buen estudio del medio en que se desarrolla la industria o empresa. Un buen estudio de los elementos del mercado hace que esta decida qué tipo de producto se oferta. Entre los elementos fundamentales a estudiar están: consumo y frecuencia, preferencia, marcas más consumidas, presentación, precio, lugares de adquisición, *marketing*, posicionamiento del producto y competencia.

Una de las formas de estudiar el mercado es usando fuentes primarias y secundarias, con la finalidad de obtener la información necesaria para asegurar que el proyecto sea verídico. Dentro de las fuentes primarias está la experimentación y la encuesta, y dentro de las secundarias una de las más empleadas es la recogida de datos de centros estadísticos (Salazar y Vargas, 2015).

La mano de obra, conocida como el esfuerzo físico y mental que se usa para la obtención de un bien; no escapa de ser uno de los factores relacionados al entorno que deben considerarse para una buena disciplina tecnológica. Cuando se quiere lograr una industria eficiente desde todo punto de vista, se debe seleccionar dentro de un mercado laboral a las personas más capaces y experimentadas, dígame especialistas en producción y control de procesos, medio ambiente, economistas, riesgo, recursos humanos, entre otros. La calidad del producto es de los elementos mayores afectados por la mano de obra. Contar con personas capaces para llevar análisis de laboratorio rigurosos, que se ajusten a las normas establecidas; crear planes de evacuación ante accidentes u otro riesgo al personal; saber procesar la información que brinda la instrumentación para controlar correctamente el proceso y tomar decisiones adecuadas a tiempo; usar la máxima capacidad posible de los equipos e instrumentos; controlar los residuos de las instalaciones; valorar e implementar las mejores alternativas en cuanto a

materias primas y mercado; es tarea de personas capaces, preparadas e instruidas. Un buen estudio del entorno donde se desarrolla la empresa permite seleccionar la mano de obra más adecuada para el cumplimiento del deber (Salazar y Vargas, 2015).

### **1.3.5. Mano de obra**

La industria alimentaria actual ha experimentado un intenso proceso de diversificación y comprende desde pequeñas empresas tradicionales de gestión familiar, caracterizadas por una utilización intensiva de mano de obra, a grandes procesos industriales altamente mecanizados basados en el empleo generalizado de capital. Muchas de las ramas de esta industria dependen totalmente de la agricultura o la pesca (Berkowitz, 2016)

#### **Capacitación**

La capacitación en el área de trabajo es fundamental para la productividad. Este es el proceso de adquirir conocimientos técnicos, teóricos y prácticos que mejorarán el desempeño de los empleados en sus tareas laborales. La buena capacitación puede traer beneficios a las organizaciones como mejorar su imagen y la relación con los empleados, además de que aumenta la productividad y calidad del producto. Para los empleados, también hay beneficios como el aumento en la satisfacción del empleo y el desarrollo de sentido de progreso (Mármol, 2007).

#### **Atención a la mano de obra**

Según Cabrera, (2016) plantea que la atención al hombre es primordial para lograr eficiencia en la operatividad y disponibilidad. Se debe garantizar las condiciones de trabajo suficientes para lograr una operatividad correcta, como es la iluminación, ruido, carga física, confort, factores ambientales, ventilación, carencia de medios de protección e higiene, deficiente alimentación, entre otras; generan fatiga, estrés, bajo nivel de respuesta durante el proceso productivo y ante eventos que afecten la seguridad en general.

### **1.3.6 Normalización**

En el sector lácteo las legislaciones constituyen un factor determinante para su buen funcionamiento. Estas abordan factores como la calidad de las materias

primas, las normativas ambientales e incluso, la información necesaria al consumidor.

Las ISO 9000 son normas internacionales relacionadas con la gestión y aseguramiento de la calidad. Constituyen una serie de estándares propuestos por la Organización Internacional de Estandarización (ISO).

Certifican el sistema de gestión de la calidad de los procesos productivos de bienes o servicios, para que la empresa logre satisfacer los requerimientos de sus clientes. Las ISO 9000 permiten estandarizar la gestión de cualquier tipo de proceso, pero no aseguran la calidad e inocuidad de los productos. Para ello, la empresa deberá incorporar en primer término, las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés) para, posteriormente, incluir normativas que permiten mejorar su capacidad organizacional (Núñez, *et al.*, 2008).

La serie de Normas ISO 9000:2000 está constituida por tres normas básicas, complementadas con un número reducido de otros documentos (directrices, informes técnicos y especificaciones técnicas). Las tres normas básicas son:

- ISO 9000:2000 Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. Lo que se establece aquí es un punto de arranque para la comprensión de las normas.
- ISO 9001:2000 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. Esta es la norma que se usa para evaluar la capacidad de la empresa para cumplir con los requisitos de los clientes. Es la única norma que se puede certificar.
- ISO 9004:2000 Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para el mejoramiento del desempeño. El propósito de esta norma directriz es proveer una guía para el mejoramiento continuo del sistema de gestión de la calidad. Se usa para extender los beneficios obtenidos de la aplicación de ISO 9001:2000 a todos los grupos de interés, o "*stakeholders*", entre los que se incluyen los empleados, los accionistas, los proveedores y la sociedad en general.

Es una guía para el desarrollo, la puesta en práctica, el mantenimiento y el mejoramiento de estrategias y sistemas para la capacitación que afecta la calidad de los productos (Zaror, 2000)

#### **1.4. Aspectos sobre los que repercute la disciplina tecnológica.**

La disciplina tecnológica repercute sobre un gran número de aspectos de plantas de procesos químicos. Entre los principales aspectos que se deben tener en cuenta están: la calidad del producto, economía, seguridad del proceso y el medio ambiente.

##### **1.4.1. Calidad**

La calidad es definida por la Organización ISO como “la totalidad de atributos y características de un producto o servicio basada en su capacidad para satisfacer necesidades declaradas o implicadas”. Esta organización indica que la calidad no debe ser confundida con el grado de excelencia, la cual es un resultado de los esfuerzos para mejorar las características del producto o servicio (ISO, 1994).

Según (ISO 22000, 2018) tiene la misión de satisfacer la demanda del mercado y del cliente final, respecto al cumplimiento de criterios de higiene y seguridad alimentaria. Y demuestra el cumplimiento de los requisitos normativos voluntarios para cualquier empresa de la cadena alimentaria a nivel mundial.

Se dirige a todos los eslabones de la cadena alimentaria hasta el consumidor final, de la granja a la mesa, productores de alimentación animal, productores primarios, transformadores o procesadores de alimentos, transportistas y otros operadores logísticos, empresas de *catering* y restauración alimentarias, y empresas de venta al por menor y a tiendas de distribución de servicios de comidas para garantizar la seguridad alimentaria.

La inocuidad de los alimentos es un aspecto fundamental de salud pública y elemento esencial para la gestión de la calidad total, por lo cual es tema de alta prioridad para todos los países y gobiernos (Arispe; Tapia, 2007).

##### **1.4.2. Economía**

En la actualidad todas las empresas se desarrollan en un mercado altamente competitivo lo cual las hace considerar la mejor estrategia para poder permanecer en el mercado y lograr un posicionamiento que le permita a sus productos ser los líderes. Entre las estrategias a considerar están: bajar el precio de sus productos o aumentar la calidad de los mismos (Alasino y Arana, 2014).

En cualquier planta el mal manejo de recursos, descontrol en los parámetros de operación, incumplimiento de las normas, y otras violaciones, que no son más que una incorrecta disciplina tecnológica, traen consigo como consecuencia que aumenten los costos, disminuya la calidad del producto y las ventas por falta de aceptabilidad, entre otros. Los costos y gastos fundamentales de una planta de procesamiento de productos lácteos son los siguientes:

Materia prima, material de empaque, mano de obra directa e indirecta, gastos de transporte, agua, energía eléctrica, gastos de insumos indirectos, gastos de mantenimiento, gastos de depreciación, gastos de seguridad industrial, materiales y útiles de oficina (Núñez, *et al.*, 2008).

### **1.4.3. Medio Ambiente**

Las modificaciones de los seres humanos y que la naturaleza ejerce sobre el ambiente se denomina impacto ambiental. El impacto generado en una determinada área trae consigo efectos positivos y negativos. Estos efectos pueden clasificarse dependiendo de su naturaleza en efectos sociales, económicos, ecológicos, tecnológicos y culturales, razón por la cual la importancia de identificarlos (Flores, *et al.*, 2008).

Un estudio de Impacto Ambiental es un análisis multidisciplinario por lo que tiene que fijarse en cómo afectará al clima, suelo, agua; conocer la naturaleza que se va a ver afectada: flora, fauna, ecosistemas; los valores culturales o históricos; analizar si se cumple con la legislación establecida; ver cómo afectará a las actividades humanas: agricultura, vistas, empleo, calidad de vida (Mena, 2009).

### **Impacto sobre el agua**

La elaboración de productos lácteos genera un gran impacto sobre la calidad del agua, el uso de la misma está destinada en mayor cantidad a labores de limpieza de los tanques de almacenamiento y procesamiento, esta agua residual contiene impurezas y grasas, lo que representa una carga alta de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), razón por la cual, si no se almacena y trata previamente a la descarga, es un factor de contaminación (Mena, 2009).

El principal problema medioambiental de las industrias lácteas es el consumo indiscriminado de agua. Las industrias alimenticias utilizan grandes volúmenes de agua en sus procesos de manufactura y en las operaciones complementarias, pero dicha agua es consumida en parte en el producto

manufacturado, otra parte se consume para la generación de vapor y de frío y en la limpieza y desinfección que va a formar parte de los efluentes.

Las aguas del proceso que por razones económicas y/o tecnológicas no se pueden recuperar para otro uso dentro de la planta, se consideran como fuertemente contaminantes y son las que forman parte del efluente, con las aguas de lavado de equipos y de los espacios de trabajo.

El 93% de las aguas residuales provenientes de las industrias químicas no reciben tratamiento alguno y son vertidas directamente al alcantarillado, lo mismo que el 81% de los efluentes industriales de origen alimenticio y el 19% restante, desecha sus aguas directamente a los ríos (Águila, 2007).

#### **1.4.4. Seguridad del Proceso**

Los procesos propios de las plantas industriales implican la transformación y el manejo de diferentes tipos de energías, entre los cuales se encuentran: la química (reacciones entre materiales), la cinética (movimiento de fluidos o gases), la potencial (presión en fluidos o gases). El manejo dentro de márgenes seguros de estas energías implica el empleo de equipos, dispositivos e instrumentación que permitan su control y monitoreo constante.

La naturaleza propia de las plantas industriales conlleva que diariamente los operarios, la comunidad, el medio ambiente, los equipos y la misma operación pueden estar expuestos a varios riesgos potenciales, debido a la sobre-presión, el vacío, el fuego, las explosiones, las reacciones y liberaciones químicas que están involucradas en un proceso (Escobar, 2012).

#### **Impacto sobre los trabajadores**

El cuidado de vidas humanas es considerado como lo más importante de cualquier proceso industrial sin dudas, por lo que el estudio de la seguridad es siempre necesario. Los estudios de seguridad van dirigidos a cualquier factor que puede atentar contra la salud del personal, como son: escape de gases, incendios, explosiones y cualquier tipo de accidente que pueda representar un riesgo.

Existen sustancias que generan alto riesgo para el personal, tal es el caso del dióxido de azufre, producto de los procesos de combustión, que se disuelve en las mucosas del tracto superior respiratorio, cuya función es la de proteger e impedir el avance de otras sustancias hacia regiones más delicadas. Este

compuesto químico acarreado por partículas muy pequeñas penetra hasta las zonas más vulnerables de los pulmones causando graves daños.

Las deficiencias en la combustión incompleta también producen sustancias orgánicas particuladas que son de conocidos efectos carcinógenos, como el benzopireno y sus compuestos relacionados.

La exposición continúa a vibraciones y ruidos producidos por diversos equipos e instrumentos pueden ser causantes de hipoacusia temporal o permanente, hipoglucemia y estrés. Las vibraciones lesionan los músculos y los nervios ocasionando neuralgias y calambres.

Los accidentes de trabajo se pueden presentar por una mala maniobra con los camiones de desembarque del producto y en los diferentes procesos para la obtención de los derivados de los productos lácteos (Mena, 2009).

La seguridad de los trabajadores es un factor también afectado por la violación de la disciplina tecnológica debido a desperdicios que provocan el acercamiento de vectores y traen enfermedades; accidentes de trabajo debidos a ruidos, escapes de gases de combustión, entre otros.

Según la bibliografía consultada para el autor de este trabajo dentro de los factores que más afectan la calidad de los productos lácteos y en especial el queso están los microorganismos, estos se asocian más a la inocuidad en específico; además la humedad y el cumplimiento de las normas específicas.

## **1.5. Herramientas que existen para hacer estudios de disciplina tecnológica**

### **1.5.1. Análisis de riesgo**

Según Montañez, (2015) la evaluación de riesgos no es un fin en sí misma. Es un medio para alcanzar un fin: controlar los riesgos para evitar daños a la salud derivados del trabajo (accidentes y enfermedades profesionales) ahorrando costos sociales y económicos al país y a su propia empresa.

Los métodos más utilizados para el análisis de riesgos son:

El análisis cuantitativo: Emplea valores numéricos, (en lugar de las escalas descriptivas empleadas en los análisis cualitativo y semi-cuantitativo) tanto para las consecuencias como para la probabilidad se emplean datos de una variedad de distintas fuentes. Emplea formas o escalas descriptivas para describir la magnitud de las consecuencias potenciales y la posibilidad de que

estas consecuencias ocurran. Su objetivo es identificar riesgos, efectos y causas.

El análisis semi-cuantitativos: Emplean índices globales de potencial de riesgo estimado a partir de las estadísticas de plantas semejantes o de disposición general. Son útiles para concluir comparaciones entre:

- ❖ Distintas plantas existentes
- ❖ En una misma planta, antes y después de modificaciones
- ❖ Entre procesos diferentes ligados a un mismo fin
- ❖ Entre alternativas de diseño

### **Lista de chequeo**

Las técnicas más utilizadas son las listas de chequeo o verificación, las cuales son cuestionarios o listas de comprobación en donde se debe responder a preguntas preestablecidas por un técnico; este análisis se realiza observando directamente las instalaciones y procesos productivos durante su funcionamiento normal y en sus posibles variaciones; se registran los datos y se determinan los puntos de mayor riesgo dentro de la industria de acuerdo a los mayores valores obtenidos. Es importante señalar que las listas de chequeo no solamente se emplean para evaluar riesgo, sino que se usan en ocasiones para elementos de un proceso tal como: instrumentación, mano de obra, mantenimiento, medio ambiente y todo elemento que se desee. Para que las listas de verificación sean efectivas estas deben reunir las siguientes características:

- ❖ Deben ser consecuentes, adecuadas al tipo de empresa donde se va a ejecutar y sus contenidos deben agrupar los peligros más frecuentes de la misma
- ❖ Los puntos que se evalúen deben ser claros, fácilmente entendibles de tal forma que no creen confusiones
- ❖ Estas listas de verificación se deben formular de tal manera que se puedan utilizar en varias inspecciones para conocer la eficacia de la inspección (Barahona y Peña, 2008)

### **Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)**

Sistema de análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control; (*Hazard Analysis and Critical Control Points*; por sus siglas en inglés). HACCP es un sistema de administración en el que se aborda la seguridad alimentaria a través de la

identificación, análisis y control de los peligros físicos, químicos, biológicos y últimamente peligros radiológicos, desde las materias primas, las etapas de proceso de elaboración hasta la distribución y consumo del producto terminado. El sistema HACCP está diseñado para ser implementado en cualquier segmento de la industria de alimentos desde el cultivo, la cosecha, transformación y/o elaboración y distribución de alimentos para el consumo. Los programas de pre-requisitos, tales como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son la base fundamental para el desarrollo e implementación exitosa de los sistemas HACCP. El sistema de seguridad alimentaria basado en los principios de HACCP han sido exitosamente implementados en procesadoras de alimentos, tiendas al por menor de alimentos, en operaciones relacionadas con el servicio de alimentos y procesos de la industria farmacéutica (NOM-251-SSA1:2009).

El sistema HACCP es un sistema preventivo de producción de alimentos inocuos que se aplica mediante la elaboración de un plan, conocido como plan de HACCP. Este sistema consta de siete principios que se deben de cumplir mediante la conducción de tareas específicas, los cuales son:

1. Análisis de peligros
2. Identificar los Puntos Críticos de Control
3. Establecer los Límites Críticos
4. Monitoreo del PCC
5. Establecer Acciones Correctivas
6. Verificación
7. Mantenimiento de Registros (Galáctica, 2013)

### **Diagrama causa-efecto**

Es una representación gráfica que organiza de forma lógica y en orden de mayor importancia las causas potenciales que contribuyen a crear un efecto o problema determinado. Fue creado por Kaoru Ishikawa en la Universidad de Tokio en 1943 para su uso por los Círculos de Calidad. También se le conoce como espina de pescado por la forma que adopta. (Domenech, 2015)

### **1.5.2. Análisis estadístico**

Existen diversas herramientas estadísticas que permiten evaluar el comportamiento de un proceso, entre las que se encuentran:

### **Prueba de hipótesis**

Se emplean para comparar muestras con los valores que están normados y determinar si el producto cumple con las especificaciones de calidad. Para ello se selecciona un tamaño de muestra, se plantea una hipótesis nula, y una alternativa que es contraria a la nula, se calculan los grados de libertad, la media, desviación estándar, t de student, y se compara mediante ecuaciones matemáticas el cumplimiento o no de la hipótesis nula o la alternativa.

### **Análisis de varianza**

Se utilizan para determinar el grado de influencia de una o varias variables independientes sobre una o más variables dependientes por sí solas y a su vez entre sí. Son importantes pues permiten determinar dentro de un grupo de variables donde están las que afectan el proceso o producto con mayor significación. En estas se plantea una hipótesis nula y una alternativa similar a las prueba de hipótesis y se compara el resultado del indicador F de Fisher calculado con uno tabulado y si el calculado es menor que el tabulado entonces se acepta la hipótesis nula

### **La distribución de t (STUDENT)**

Una de las distribuciones que tienen mayor uso en el análisis de datos provenientes de experimentos científicos es la llamada t de Student. La distribución de t tiene una apariencia similar a la de la normal estándar, y se aproxima más cuando se tiene más grados de libertad. En la práctica, esta prueba se aplica para probar la hipótesis nula de que no hay diferencia entre los promedios de dos juegos de muestras o tratamientos (Salazar y Vargas, 2015).

### **Carta de control**

Es una herramienta estadística que detecta la variabilidad, consistencia, control y mejora de un proceso. La gráfica de control se usa como un instrumento indispensable para observar, detectar y prevenir el comportamiento del proceso a través de sus pasos vitales. Así mismo nos muestra datos en una forma estática, tienen por lo tanto diversas aplicaciones, cuando es necesario saber sobre los cambios en los procesos de producción, la naturaleza de estos cambios en determinado período de tiempo y en forma dinámica, es por esto que las gráficas de control son ampliamente aprobadas en la práctica.

Inicia determinando la característica de la calidad a estudiar. Para hacer un estudio inicial del desempeño del proceso sobre el tiempo en cuanto a la

característica de calidad, esto se logra midiendo la característica de calidad de una cantidad pequeña de productos consecutivos (subgrupo de productos) cada determinado periodo de tiempo y, en lugar de analizar las mediciones individuales, se analizan sus medias y los rangos de los subgrupos (o muestras). La carta  $\bar{X}$  analiza el comportamiento sobre el tiempo de la columna de medias, con lo cual se tendrá información sobre la tendencia central del proceso. Para calcular los límites de control, en un estudio inicial, es necesario contar con las medias y rangos de 20 muestras (Ray, 2014)

### **1.5.3. Balance de materiales**

El balance de materiales es un método matemático basado en la ley de conservación de la masa. Sirve para determinar flujos de entrada y salida de un proceso o equipo en particular, así como la composición de un componente o varios en una corriente de interés. Los balances de materiales pueden ser con o sin reacción química dependiendo del proceso en que se aplique, con la diferencia entre ellos de que en el balance con reacción química, en la ecuación que lo representa aparece un término de generación y otro de consumo por el mismo concepto y en el balance sin reacción química no sucede así, y que como consecuencia el cálculo depende de la estequiometría de la reacción (Chejne, 2007).

### **1.5.4. Balance de energía**

El balance de energía es un método matemático de estudiar el comportamiento de la energía en un sistema o proceso específico. En ingeniería química se usa el balance térmico para calcular calores involucrados, flujos, temperatura y otros. En un balance térmico el calor cedido por la fuente es igual al calor absorbido por la sustancia que lo absorbe más el calor que se pierde al medio (Falagán, *et al.*, 2000).

### **1.5.5. Índice de calidad del agua**

El deterioro de las fuentes de abastecimiento de agua incide directamente en el nivel de riesgo sanitario presente y en el tipo de tratamiento requerido para su reducción; la evaluación de la calidad del agua permite tomar acciones de control y mitigación del mismo, garantizando el suministro de agua segura. Una herramienta muy empleada son los índices de calidad de agua –ICA–; los de tipo multiplicativo son más sensibles a las variaciones en la calidad del agua que los de tipo aditivo (Torres, *et al.*, 2009).

## **1.6. Valoración de la Producción más Limpia**

“La Producción Más Limpia significa la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integral a los procesos y productos con el objetivo de reducir riesgos al ser humano y al medio ambiente”. (II Seminario de Producción Más Limpia, 2000; PNUMA/IMA, 2003 y Serrano, *et al.*, (b). 2007). Es la práctica de aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, producciones y servicios para incrementar su eficiencia, reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente y lograr la sostenibilidad del desarrollo económico. (Serrano, *et al.*, (b). 2007).

Concebir la Producción Limpia implica innovar, no solo en tecnologías duras sino en tecnologías de gestión, pero eso incluye la articulación y el fortalecimiento de la acción de investigación e innovación tecnológica, es un elemento clave que sin su conocimiento no es posible ni producción limpia, ni siquiera producción sucia. (Serrano, *et al.*, (b). 2007 y Cruz, 2005)

La Producción Limpia, se basa mucho más en la prevención que en el tratamiento, que requiere un cambio de pensamiento desde el uso de tecnologías de “Al final del tubo” hacia la prevención de la contaminación, es un modo más eficiente de operar los procesos, producir productos y proveer servicios, su objetivo es en primer lugar, evitar la generación de contaminación, lo que muy frecuentemente reduce costos, riesgos e identifica nuevas oportunidades (II Seminario de Producción Más Limpia, 2000). Es conveniente porque con ella se ahorra, se mejora el desempeño ambiental y estará generando la respuesta económica en este aspecto.

Los puntos claves de la Producción Limpia son, la reducción de la generación de contaminantes en todas las etapas del proceso productivo-tecnológico; la solución al problema de los desechos industriales en “la fuente de origen”, mientras que el tratamiento convencional lo realiza “al final del proceso”. Prevención de la contaminación, reducción en la fuente y minimización de los desechos son términos utilizados para referirse a la producción más limpia. La relación “costo-beneficio” de la producción más limpia es mayor que el obtenido mediante el control de la contaminación (Cruz, 2005; Estrategia Ambiental 2005).

Instrumentar cabalmente la Producción Más Limpia es disminuir también los riesgos, mejora el ambiente laboral y el externo entre otros beneficios de los que no escapan los económicos.

El riesgo puede ser alto o muy limitado y depende de la motivación del personal, de la infraestructura y de la seriedad con que se cumpla la disciplina y normas tecnológicas (Cabrera, 2002; Cruz, 2005), la que garantiza en gran medida el origen de los elementos perturbadores de la dinámica del medio ambiente, que atentan contra la relación técnica- ambiental-económica.

### **1.7 Conclusiones parciales**

1. Los principales factores que influyen sobre la disciplina tecnológica son: control del proceso, instrumentación, entorno socio-económico, normalización, mano de obra, mantenimiento y materiales.
2. El estudio de la Disciplina Tecnológica constituye un factor de muchísima importancia para la industria láctea en Cuba.
3. Los principales aspectos sobre los que repercute la disciplina tecnológica son: economía, calidad, seguridad y medio ambiente.
4. Se pudo detectar que no existe una herramienta que evalúe disciplina tecnológica en su totalidad, solo algunas aisladas como son: HACCP, balance de materiales, carta de control, prueba de hipótesis, diagrama causa efecto, listas de chequeo, índice de calidad del agua.

## CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se muestran las técnicas y métodos utilizados para dar cumplimiento al objetivo propuesto. Se realiza una caracterización del objeto de estudio, que incluye la descripción del proceso tecnológico, así como las principales variables del mismo. Se describe el procedimiento para evaluar la disciplina tecnológica en este proceso. El proceder metodológico se muestra de forma sintetizado en la figura 2.1 a continuación:

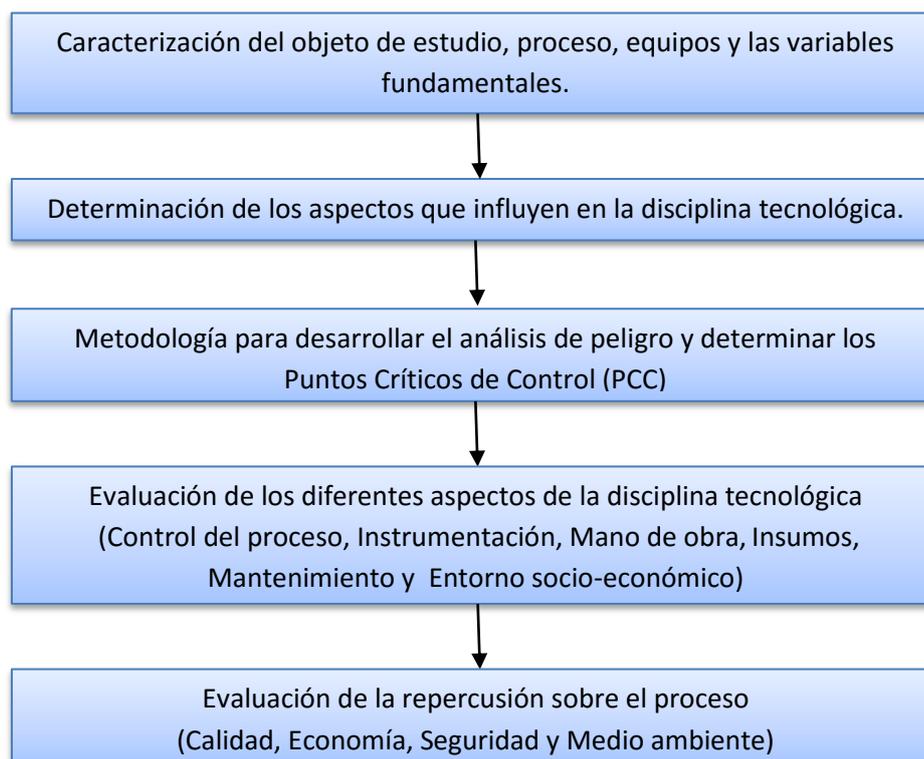


Figura 2.1. Metodología a seguir en la investigación

### 2.1. Caracterización del objeto de estudio

La UEB " Lácteos Matanzas", se encuentra ubicada en la Carretera Central Kilómetro 97 y Circunvalación, Municipio y Provincia Matanzas, en el poblado de Los Molinos, a los 23° 26 latitud norte y 81° 61 longitud oeste, con una extensión de 10 hectáreas. Limita al norte con la base de Ómnibus Urbano Provincial, al sur con el río San Juan, al este con la EIDE y al oeste con el IPVCE Carlos Marx. El entorno de la planta es un entorno rural, ya que se encuentra a las afueras del municipio, existiendo una biodiversidad de plantas y animales, combinados estos con la presencia industrial y urbanística de la zona (Anexo # 1). Sus inicios de producción se remontan al 16 de septiembre de 1971, con una planta de leche pasteurizada de tecnología de la República

Checoslovaca, uno de los establecimientos que forma parte de la Empresa de Productos Lácteos de Matanzas que se subordina al Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria (GEIA), subordinada al Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL).

Su principal materia prima es el acopio de leche fresca ya que de ella se derivan todas las producciones de la UEB como son:

- ❖ Leche pasteurizada
- ❖ Yogurt natural batido
- ❖ Yogur saborizado batido
- ❖ Mantequilla
- ❖ Miragurt
- ❖ Queso fresco
- ❖ Queso semiduro
- ❖ Queso fundido cortable

La instalación está compuesta por dos plantas productivas, una de ellas donde se elabora leche pasteurizada, yogurt natural batido, yogurt saborizado batido, mantequilla, leche de soya y yogurt de soya batido y otra planta donde son elaborados los quesos frescos, semiduros y fundidos.

La empresa tiene como:

**Misión:**

Producir y comercializar productos lácteos y derivados de la soya con calidad y eficiencia para satisfacer las necesidades del mercado.

**Visión:**

A partir del desarrollo lechero que ocurra en el país, la preparación de la industria, la planeación estratégica y la dirección de objetivo, satisfacer con producciones lácteas y derivados de la soya las necesidades de los clientes y la sustitución de importaciones.

**Objeto social:**

- ❖ Realizar la compraventa de leche fresca, en pesos cubanos y pesos convertibles
- ❖ Realizar la compra de quesos al campesino, en pesos cubanos
- ❖ Producir, distribuir y comercializar de forma mayorista leche fluida, yogurt, quesos y productos derivados de la soya, para la canasta básica, el consumo social y al sistema del Ministerio de la Industria Alimentaria

en pesos cubanos y a otras entidades en pesos cubanos y pesos convertibles

- ❖ Comercializar de forma mayorista las producciones de las empresas de la industria láctea en pesos cubanos y pesos convertibles
- ❖ Comercializar de forma mayorista chatarras a las empresas de la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas en pesos cubanos y pesos convertibles
- ❖ Brindar servicios de comedor y cafetería a sus trabajadores, en pesos cubanos

**Principales proveedores:** La principal materia prima es la leche fresca y es abastecida por el plan genético de Matanzas

**Principales clientes:** En moneda nacional sus principales clientes son: salud, INDER, educación, gastronomía, minorista mixta, MININT y FAR. Mientras la venta para el mercado en divisas se realiza a través de la comercializadora de la empresa.

#### **2.1.1. Composición de la fuerza de trabajo de la UEB "Lácteos Matanzas"**

La UEB "Lácteos Matanzas" tiene una plantilla aprobada de 310 trabajadores, cubierta hasta el mes de agosto de 2020 de 270 trabajadores, de los cuales el 78,91 % corresponden al sexo masculino y el 21,09 % al sexo femenino, la mayor cantidad de trabajadores de la entidad se encuentra en la categoría ocupacional obrero, todos los trabajadores cumplen con el requisito del cargo. El nivel de escolaridad que más abunda es el 9no grado, con un 34,18 % de la plantilla total, seguido por un 32 % con nivel 12 grado, un 26,55 % con nivel medio, pero hay solamente un 7,27 % de personal con nivel superior y no existe ningún caso menor de 6to grado, aunque se prevé que aumente el nivel cultural debido a que el personal se siente comprometido con su trabajo (figura 2.2).

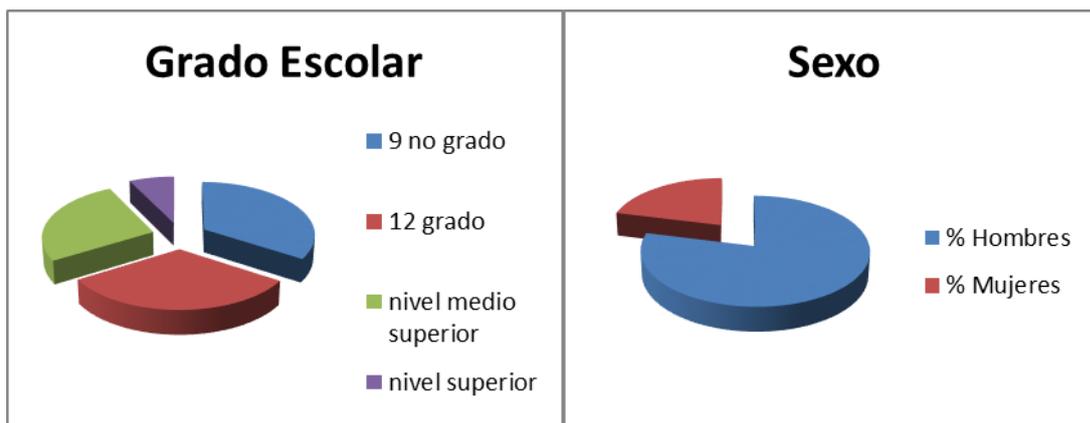


Figura 2.2. Composición de la fuerza de trabajo

## 2.2. Caracterización del proceso tecnológico de caso estudio

El proceso tecnológico de obtención de leche pasteurizadora consta de 9 etapas. A continuación se describe cada una de las etapas y los equipos y variables que forman parte del mismo.

En el Anexo # 2 se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción de leche pasteurizada según las normas (NRIAL021:02, NC 78 05 1988, NIAL 1599 20 2009). La leche es recogida por carros cisternas en las diferentes rutas de acopio. El auxiliar de limpieza, así como el responsable del control de la calidad y el jefe de turno de producción, deberán revisar el estado higiénico de los equipos y área de recibo en general antes de la llegada de los carros, si existe alguna adversidad, no se dará inicio al evento hasta tanto no se le dé solución.

### ➤ Recepción de leche y filtrado de la leche

Consiste en medir y filtrar la leche fresca recibida en la planta así como contabilizar su cantidad y eliminar las distintas suciedades o cuerpos ajenos que pueden haber adquirido la leche en la vaquería o en su transportación.

### ➤ Enfriamiento de la leche fresca

El objetivo de esta operación es enfriar la leche fresca recibida en la planta a una temperatura entre 2 y 8°C, para su posterior almacenamiento en los tanques guardas, para lograr de esta manera la conservación de la misma, ocurre en un intercambiador de calor de placa con una capacidad de 50 000 litros.

➤ Almacenamiento de la leche fresca

El objetivo es almacenar la leche fresca enfriada, en tanques isométricos para su conservación hasta su estandarización y procesamiento, manteniéndose a la temperatura normada y en agitación, los mismos presentan una capacidad de 15500 litros.

➤ Estandarización de la leche fresca y almacenamiento de la leche estandarizada

Esta operación tiene como objetivo lograr la estandarización o normalización de la leche fresca es decir llevar las características de contenido de grasa y sólidos no grasos de la misma a las estipuladas por la norma de calidad del producto y posteriormente su almacenamiento hasta el momento de la pasteurización en las condiciones requeridas.

➤ Clarificación y pasteurización de la leche estandarizada

Una vez culminado el proceso de estandarización la leche se alimenta por bombeo a la primera sección del pasteurizador pre-calentamiento donde alcanza una temperatura alrededor de los 50 °C. Cuando esto ocurre, pasa por la clarificadora eliminando las impurezas presentes a través de la aplicación de fuerza centrífuga. Luego retorna al pasteurizador para ser pasteurizada a una temperatura entre 72 y 76 °C, este calentamiento con el objetivo de asegurar la total destrucción de la micro flora patógena y la casi totalidad de la micro flora saprofita, sin modificaciones sensibles de sus cualidades nutritivas y organolépticas, pasando posteriormente a la sección de enfriamiento del propio equipo disminuyendo su temperatura hasta alcanzar los 6 - 10 °C. La capacidad de flujo del pasteurizador y la clarificadora es de 10 000 L/h.

➤ Almacenamiento de la leche pasteurizada

Esta operación tiene como objetivo el almacenamiento de la leche pasteurizada en un tanque isotérmico con condiciones higiénicas y agitación durante el proceso de envasado, los mismos presentan una capacidad de 15500 y 10200 litros.

➤ Etapa de envasado

Esta etapa comprende desde el fregado de los cestos hasta la distribución del producto terminado, y cuenta de las siguientes operaciones tecnológicas:

Fregado de cestos: Tiene como objetivo lograr la limpieza interior y exterior de los cestos por medio del cepillado y una limpieza química que asegura las condiciones higiénicas sanitarias requeridas para el envasado del producto.

Envasado: Tiene como objetivo envasar el producto de forma higiénica para lograr la conservación del mismo en condiciones de que llegue apto al consumidor, ocurre en máquinas llenadoras a 40 bolsas por minutos.

➤ Almacenamiento del producto terminado

Esta operación tiene como objetivo almacenar el producto terminado, en una nevera a temperatura no mayor de 10 °C de forma adecuada para lograr su conservación hasta el momento de su distribución.

➤ Transportación del producto terminado

Esta operación tiene como objetivo el traslado del producto terminado hacia las unidades minoristas mixtas y centro receptores en condiciones adecuadas.

Los equipos fundamentales que intervienen en cada etapa del proceso se muestran en la Tabla 2.1

Tabla 2.1. Equipos fundamentales del proceso

Equipo	Cant.	Material	Capacidad ( flujo o volumen )	Función
Tanque de recepción	2	Acero inoxidable	2000 L	Recepción de la leche acopiada
Intercambiadores de calor	1	Acero inoxidable	50 000 L/h	Enfriar la leche
Tanque de almacenamiento de leche fresca	5	Acero inoxidable	15500 L	Almacenar la leche Acopiada
Embudo disolutor	1	Acero inoxidable	75 kg	Añadir la leche en polvo hacia los tanques de almacenamiento de leche fresca

Clarificadora	1	Acero inoxidable	10 000 L/h	Eliminación de impurezas en la leche
Pasteurizador	1	Acero inoxidable	10 000 L/h	Pasteurización de la leche
Tanques de balance	2	Acero inoxidable	1 de 15500 L y otro de 10200 L	Almacenamiento de la leche pasteurizada
Máquinas llenadoras	6	Acero inoxidable	40 bolsas / minuto	Llenado de las bolsas de leche
Bombas centrífugas	5	Acero inoxidable	1 de 12 000 L/h ,1 de 15 000 L/h, 10 000 L/h y 2 de 5000 L/h	Bombeo de leche.

Las Variables fundamentales del proceso son:

- Parámetros de calidad de la leche fresca de acopio: temperatura, acidez, densidad, contenido de grasas y de sólidos no grasos
- Parámetros de calidad la leche estandarizada: temperatura
- Temperatura de pasteurización
- Parámetro de calidad de la leche pasteurizada: temperatura
- Parámetros de control en el proceso de pasteurización: temperatura y contenido de las bolsas
- Temperatura de nevera de almacenamiento de la leche pasterizada
- Parámetros de control del producto terminado: temperatura y contenido de las bolsas

### **2.3. Determinación de los aspectos que influyen en la disciplina tecnológica**

Los aspectos que influyen en la disciplina tecnológica se determinan a través de una búsqueda bibliográfica especializada, destacándose fundamentalmente los artículos científicos publicados en revistas importantes y serias, también se consultaron libros donde se abordan temáticas referidas al tema y se aborda la consulta a especialistas de esta rama de la producción a través de encuestas. Los parámetros que tienen una influencia son el control del proceso, la instrumentación, la mano de obra, el mantenimiento, materiales y el entorno socio-económico.

Para determinar las causas que influyen a su vez sobre cada uno de los aspectos, de forma global se emplea el diagrama causa- efecto. Esta herramienta ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto las posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de la calidad. Su utilidad está dada para identificar los peligros relacionados con un proceso, identificando además las causas-raíz, o causas principales, de un problema o efecto, clasificando y relacionando las interacciones entre factores que están afectando al resultado del proceso.

El Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos conocido como HACCP es un método sistemático, preventivo, dirigido a la identificación, evaluación y control de los peligros asociados con las materias primas, ingredientes, procesos, comercialización y su uso por el consumidor, a fin de garantizar la inocuidad del alimento. Puede aplicarse a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor final, y su aplicación deberá basarse en pruebas científicas de peligros para la salud humana. Un punto crítico de control es la fase en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducir a un nivel aceptable. En su extensión, es el punto de alguna actividad que es importante analizar o tener en cuenta para prevenir la ocurrencia de un suceso no deseado, es decir, es aquel lugar o etapa donde un error es irreversible, que no puede ser rectificado en etapas posteriores.

Para determinar los puntos críticos de control se realiza primero un análisis de peligro, donde se detectan aquellos agentes biológicos, químicos o físicos presentes en los alimentos, adverso para la salud. Para ello se realiza el análisis a través de la Tabla 2.2

Tabla 2.2. Análisis de peligro e identificación de los puntos críticos.

Etapa del proceso	Peligros potenciales	Proceso Peligros potenciales ¿Es este peligro significativo para la inocuidad del producto?	Justificación	Medidas de control de peligros	Puntos crítico de control (PCC)

Fuente: COVENIN (2002)

Para determinar los puntos críticos de control se seguirá una metodología simple que se aplica a procesos de producción de leche pasteurizada y cuyo árbol de decisión se muestra en el Anexo # 3.

## **2.4. Procedimiento de evaluación de los diferentes aspectos de la disciplina tecnológica**

### **2.4.1. Control de la calidad en el proceso tecnológico**

Para el control del proceso se toman 5 muestras durante veinte días y se le realiza un análisis estadístico, a partir de pruebas de hipótesis y cartas de control. La instrumentación se evalúa realizando un inventario de los equipos, destacando los que se encuentran ausentes que son indispensables para la optimización del proceso. La mano de obra, el mantenimiento, materiales y el entorno socio-económico se desarrollara comenzando con una encuesta al personal calificado sobre los aspectos individuales que influyen sobre la disciplina tecnológica, posteriormente se procesaran los resultados para depurar aquellos que se consideran menos significativos, esto se obtiene de la opinión de los encuestados, siempre con un razonamiento posterior por parte de los integrantes de dicha investigación. En los epígrafes posteriores se analizan detalladamente cada uno de los elementos abordados.

En la Tabla 2.3 se muestran aquellos elementos que se van a medir dentro del control del proceso. Se elige estos debido a la frecuencia con que se registra y la fiabilidad de los resultados que pueden ser usadas para el análisis. También la instalación posee las condiciones para la realización, siendo un aspecto desfavorable la ausencia de equipamiento para determinar la sedimentación, parámetro que no va a ser posible su análisis.

Tabla 2.3. Parámetros seleccionados para evaluar el control del proceso y la calidad

Etapa del proceso	Parámetro	Valor normado
Tratamiento de leche	Temperatura de almacenamiento de leche fresca	2- 8 °C
Tratamiento de leche	% acidez	Max. 0,17 %
Tratamiento de leche	% grasa	Min. 3,20 %
Tratamiento de leche	Densidad especifica (g/ml)	1,0290
Tratamiento de leche	% SNG	Min. 8,20 %
Tratamiento de leche	Temperatura de almacenamiento	2 - 8 °C

	de leche estandarizada	
Tratamiento de leche	Temperatura de pasteurización	72 - 76 °C
Tratamiento de leche	Temperatura de almacenamiento de leche pasteurizada	6 - 10 °C
Llenado	Temperatura de bolsa de leche	6 - 10 °C
Llenado	Contenido de bolsa de leche	906 – 928 ml
Almacenamiento	Temperatura de la nevera	2-10 °C
Almacenamiento	Temperatura de bolsa de leche	6 - 10 °C
Almacenamiento	Contenido de envases	906 – 928 ml

Fuente: propia

Los parámetros mostrados en la Tabla 2.3 se monitorean durante 20 días de producción (ver Anexo 4), tomando un total de 5 réplicas. Las temperaturas que se analizan se muestrean en los termómetros que existen en el lugar. Los parámetros de laboratorio se muestrean y se realizan los análisis según plantea Ribot (2011).

#### **2.4.1.1 Prueba de hipótesis**

La prueba de hipótesis es un procedimiento que conduce a una decisión sobre una hipótesis en particular, donde se somete a un examen estadístico, la hipótesis nula contra una o más hipótesis alternativas. Los procedimientos de prueba de hipótesis dependen del empleo de la información contenida en la muestra aleatoria de la población de interés.

Se define un 5 % de significación, es decir, un 95 % de confianza. Se utiliza el software STATGRAPHICS Plus Versión 5.0.

#### **2.4.1.2 Cartas de control**

Las cartas de control son una herramienta estadística que se utiliza por lo general para evaluar la estabilidad de una actividad o proceso determinado. Permiten analizar el funcionamiento del proceso, a través del comportamiento de variables, haciendo posible la prevención de fallos de los diferentes aspectos o elementos del mismo. Esta herramienta permite analizar el comportamiento de una variable o un proceso en el tiempo con el propósito de distinguir en tal variable sus desviaciones debidas a causas comunes de las debidas a causas especiales. Permite determinar cambios y tendencias importantes en el proceso.

Las cartas de control utilizadas son la de medias ( $\bar{X}$ ) y la de rangos (R). La carta de control ( $\bar{X}$ ) se utiliza cuando la variabilidad del proceso es mucho menor que extensión de los límites, esta controla la tendencia central de este tipo de características de calidad y permite conocer cuando el proceso está fuera de control. La carta (R) se utiliza en aquellos casos en los que la variabilidad en el proceso cambia y los límites de control no son adecuados, esta anticipa el cambio de la media representando una alarma para ella.

Se utiliza el software STATGRAPHICS Plus 5.0 que ofrece en la carta el resultado exacto de los valores utilizados evitando de esa forma posibles errores y facilita la interpretación de los mismos.

### 2.4.1.3 Índices de capacidad

Los índices de capacidad permiten cuantificar la capacidad que tiene un proceso de cumplir con las especificaciones, en función del centrado y la variabilidad del proceso. Existen tres tipos de índice de capacidad:

- **Índice de capacidad potencial ( $C_p$ ):** Se utiliza para variables de especificación de calidad simple y doble y permite definir la clase y la condición del proceso (Tabla 2.4), según criterios de Gutiérrez (2002)

Tabla 2.4. Valores del  $C_p$  y clase del proceso (Fuente: Gutiérrez, 2002)

Valor de $C_p$	Clase del proceso	Decisión
$C_p > 1,33$	1	Más que adecuado
$1 < C_p < 1,33$	2	Adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme se acerca el $C_p$ a 1
$0,67 < C_p < 1$	3	No inadecuado para el trabajo. Un análisis de proceso es necesario. Buena posibilidad de éxito
$C_p < 0,67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias

Para variables de doble especificación este índice se calcula por la ecuación 2.1:

$$C_p = \frac{ES - EI}{6 * S} \quad (\text{ec. 2.1})$$

Donde:

$\bar{X}$ : media de la muestra de cada variable

S: desviación estándar de cada variable

ES: límite superior de la especificación

EI: límite inferior de la especificación

Se debe señalar que para el caso de variables con especificación simple, si es una especificación límite superior ( $\leq$ ) se denota como índice de capacidad superior ( $C_{ps}$ ) y si es de límite inferior ( $\geq$ ) índice de capacidad inferior ( $C_{pi}$ ). En este proceso las variables presentan una especificación con límite inferior, y el índice de capacidad inferior se calcula por la ecuación 2.2:

$$C_{pi} = \frac{\bar{X} - EI}{3 * S} \quad (\text{ec. 2.2})$$

El Anexo 5 muestra el porcentaje de incumplimiento de la norma de las variables, según el valor del índice, para una variable con intervalo de especificación o especificación nominal (Gutiérrez, 2002).

- **Índice de capacidad real ( $C_{pk}$ ):** Se utiliza para variables con especificación doble y permite determinar no sólo la variabilidad del proceso, sino también el centrado. Se calcula por la ecuación 2.3:

$$C_p = \frac{MC}{3 * S}$$

(ec.2.3)

Donde:

MC: es el valor más pequeño entre  $(ES - \bar{X})$  y  $(\bar{X} - EI)$ .

- **Índice de Taguchi ( $C_{pm}$ ):** Es una definición alternativa de los índices del proceso, lo cual se fundamenta en la función de pérdida. Este índice mide mejor que el  $C_{pk}$  el centrado y la variabilidad del proceso. Se aplica para todo tipo de especificación, es decir, simple y doble. Se calcula por la ecuación 2.4

$$C_{pm} = \frac{ES - EI}{6 * \tau} \quad (\text{ec. 2.4})$$

2.4)

Donde:

$$\tau = \sqrt{S^2 + (\bar{X} - N)^2} \quad (\text{ec. 2.5})$$

El valor de N es el valor nominal de la especificación de calidad, en el caso de un intervalo, es el punto medio del intervalo de especificación:

$$N = 0,5 * (ES - EI) \quad (\text{ec. 2.6})$$

#### 2.4.2 Control de la instrumentación

Para evaluar el estado de la instrumentación se realiza un inventario. A partir de este se recogen la cantidad de instrumentos existentes y que deberían

existir, tipo de mediciones que realizan, cuántas mediciones se hacen de acuerdo a lo normado, registros existentes, entre otros; de acuerdo a los parámetros fundamentales del proceso, de modo que se pueda contabilizar a qué parámetros se le realizan menos controles; cuántos de ellos se registran y cuántos no; si las mediciones son directas o indirectas, lo que supone la introducción de un error mayor; y así emitir criterios del estado actual de la instrumentación en el proceso. Cada uno de estos elementos es mostrado en dos Tablas 2.5 y 2.6 cuyos modelos se muestran a continuación, de acuerdo con Cabrera (2016):

Tabla 2.5. Formato a emplear para evaluar la instrumentación.

Operaciones	Variable que se controla	Punto de control	Tipo de medición	Control real	Se registra	Frecuencia

Tabla 2.6. Formato a emplear para evaluar la instrumentación.

Parámetros	Cantidad a controlar por norma	Controles reales	Cantidad que se hacen no normadas	Cantidad que se hacen no normadas	Registros

### 2.4.3 Control de la seguridad

Para evaluar la incidencia de la disciplina tecnológica sobre la seguridad del proceso se utiliza la técnica de Análisis de Modos y Efectos de Fallos (FMEA) que permite evaluar la confiabilidad y determinar los efectos de las fallas de equipo y sistemas, en el éxito de la misión y la seguridad personal. Esta técnica permite identificar la forma como ocurren las fallas peligrosas e investiga su impacto mutuo, así como el de las mismas sobre otras partes del sistema.

El FMEA es considerado un método analítico para detectar y proponer medidas para eliminar problemas, cuyos objetivos principales son:

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema

- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial
- Analizar la confiabilidad del sistema
- Documentar el proceso

Para realizar un análisis de modos y efectos de fallos se utiliza la siguiente metodología:

#### 1- Definir el sistema y sus características

Se deben establecer los límites del sistema a estudiar y el alcance que se desea lograr.

- El estudio se puede realizar a nivel de la planta, donde el análisis se debe enfocar sobre los sistemas individuales (ej: sistema de generación de vapor, sistema de enfriamiento, sistema de almacenamiento, etc.)
- El estudio se puede realizar a nivel de sistema o subsistema, donde el análisis se debe enfocar sobre los equipos individuales (ej: pasteurizador, tanque de recepción, intercambiadores de calor, bombas, etc.)

Para el estudio de la seguridad en la producción de leche pasteurizada se realiza a nivel de subsistema, se seleccionan el intercambiador de calor de la leche de acopio, el pasteurizador, el tanque de y la nevera, ya que ellos representan puntos críticos de control, y por tanto son en los que se debe evaluar el riesgo con mayor profundidad.

#### 2- Identificar todos los modos de fallos relevantes y los efectos que producen.

El modo de fallo se define como la manera en que una parte puede potencialmente fallar en cumplir con los requerimientos específicos del proceso. Para su análisis se hace una lista de cada modo de fallo potencial para la operación en particular, considerando que cada falla debe estar dentro de la siguiente clasificación:

- Falla total.
- Falla parcial.
- Falla intermitente
- Falla gradual.

➤ Sobre funcionamiento.

Estos se pueden considerar como las no conformidades potenciales del proceso.

Para evaluar la seriedad de las consecuencias se puede utilizar el índice de gravedad o calcular el número de prioridad del riesgo (NPR). En este trabajo se utiliza el método del NPR y para registrar dichos resultados el modelo se ofrece en la Tabla 2.8.

El efecto de fallo se define como el resultado de un modo de fallo en la función del proceso. Se deja constancia de los efectos tal como los experimenta el usuario.

La incidencia (O) se determina con qué frecuencia puede ocurrir el suceso, asignándose un valor entre 1 y 10, siendo el 1 improbable y el 10 altamente probable. Para ello se realizan observaciones y se calcula el porcentaje de ocurrencia del suceso.

Tabla 2.8. Formato empleado para registrar los resultados de la aplicación de FMEA

Elemento	Descripción del equipo	Modo de fallo	Forma de detección del fallo	Efecto de fallo	O	S	D	NPR	Acciones correctivas

Fuente: Elaboración propia.

El efecto de fallo se define como el resultado de un modo de fallo en la función del proceso. Se deja constancia de los efectos tal como los experimenta el usuario.

La incidencia (O) se determina con qué frecuencia puede ocurrir el suceso, asignándose un valor entre 1 y 10, siendo el 1 improbable y el 10 altamente probable. Para ello se realizan observaciones y se calcula el porcentaje de ocurrencia del suceso.

La severidad (S) permite evaluar cada efecto de fallo entre 1 (sin peligro) a 10 (crítico). Permite priorizar los modos de fallo y sus efectos. Mientras mayor sea la severidad de un efecto, mayor atención se debe tener en la actividad del proceso. Este indicador se evalúa a través de observaciones realizadas sobre el efecto de fallo, se procesaran de forma estadística y se relacionaran con los valores antes mencionados.

El nivel de detección (D) es necesario conocer si existe un mecanismo de detección y como funciona este. Se asigna un valor entre 1 y 10, siendo el 1 el mecanismo de detección existe y funciona de forma eficaz y 10 que el mecanismo de detección no existe o no funciona.

El número de prioridad del riesgo (NPR) se obtiene por la ecuación 2.7, este da una medida del Nivel de Riesgo del suceso que se está analizando, siendo el indicador para tomar decisiones sobre el proceso.

$$NPR = O * S * D \quad (\text{ec. 2.7})$$

Las acciones correctivas son aquellas que se proponen tomar para disminuir el NPR.

#### **2.4.4. Control del mantenimiento, mano de obra, entorno socio-económico y el gasto de materiales**

Para evaluar el estado de la mano de obra, el mantenimiento, el entorno socio-económico y el gasto de materiales en el proceso se emplean la lista de chequeos (ver Anexos 6, 7, 8 y 9). La lista de chequeo se elabora a partir de criterios de un equipo de expertos, conformado por profesionales de la Universidad y de la empresa, así como algún profesional capacitado con las herramientas y experiencia de investigación en los temas a desarrollar (Tabla 2.9).

Tabla 2.0. Expertos que participaron en la investigación

Nombre	Ocupación	Experiencia en el sector (años)
Yurien Ybarra Díaz	Jefe de equipo de calidad	17
Marcelino Mora	Jefe de mantenimiento	25
Yusneli Arsuagas	Tecnólogo	3
Jesús Luis Orozco	Profesor Universidad	33
Alexis Maso	Jefe de planta	5
Julián izquierdo	Jefe de turno	30
Glennys Águila Hernández	Especialista en productos lácteos	21

Marisel Roque	Técnica en análisis de los alimentos	30
Santiago Díaz Suárez	Profesor Universidad	39

Para validar las listas de chequeos se utilizan dos métodos: el de Kendall y la matriz de Saaty (Palacios, 2017).

- Método de Kendall

Este método consiste en unificar los criterios de un grupo de especialistas con conocimientos de la problemática sometida a estudio, de manera que cada interrogante del panel sea ponderada según el orden de importancia que cada cual entienda a criterio propio y así determinar la nomenclatura de las características o causas en cuestión. Para ello se requiere de un procedimiento matemático que se basa en la suma de la puntuación para cada característica que será:

$$\sum_{i=1}^m A_i$$

$$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m A_{ij}$$

Se halla el factor de concordancia ( $\tau$ ) a través de la fórmula siguiente:

$$\tau = \frac{m*(k+1)}{2} \quad (\text{ec. 2.8})$$

Las causas o características que se seleccionan son las que cumplen que:

$$\sum_{i=1}^m A_i \leq \tau \quad (\text{ec. 2.9})$$

Para demostrar que existe concordancia entre los criterios de los expertos, se determina el coeficiente de concordancia de Kendall ( $\omega$ ), a partir de la ecuación

2.10

$$\omega = \frac{12*\Delta^2}{m^2*(k^3-k)} \quad (\text{ec. 2.10})$$

Donde:

$$\Delta = \sum_{i=1}^m (A_i - \tau) \quad (\text{ec. 2.11})$$

$$\Delta^2 = \sum_{i=1}^m ((A_i - \tau)^2) \quad (\text{ec. 2.12})$$

$A_{ij}$ : ponderación de la característica o causa  $i$ , según el experto  $j$ .

$k$ : número de indicadores

$m$ : número de expertos

$\tau$ : factor de concordancia

El coeficiente de concordancia oscila entre 0 y 1. Para valores mayores de 0,5 se debe aceptar la decisión, pues existe concordancia entre los expertos.

- Matriz de Saaty

Este método se fundamenta en el Proceso de Análisis de Jerarquías (P.A.J.) desarrollado por Tomas Saaty en 1980. Permite buscar los pesos de los criterios, basado en la comparación cuantitativa de pares de criterios, en la que se expresa mediante una escala establecida: “cuanto más un criterio es superior a otro” y el resultado se presenta en forma matricial. En la llamada Matriz de Saaty,  $S_{ij}$ , cuyos elementos  $S_{ii}=1$ ,  $S_{ij}= 1/ S_{ji}$ . La escala que generalmente se utiliza es la siguiente:

- 1- Igualmente preferente.
- 2- Entre moderado e igualmente preferente.
- 3- Moderadamente preferente.
- 4- Entre fuerte y moderadamente preferente.
- 5- Fuertemente preferente.
- 6- Entre fuerte y muy fuerte.
- 7- Muy fuerte.
- 8- Entre extremadamente preferente y muy fuerte.
- 9- Extremadamente preferente.

Se determina el valor máximo por indicador ( $\emptyset_{m\acute{a}x}$ ) y se calcula la sumatoria de todos los  $V_{M\acute{A}X}$  de todos los indicadores ( $\sum \emptyset_{m\acute{a}x}$ ). El peso de cada indicador ( $P_i$ ) de calcula por la ecuación 2.14:

$$P_i = \frac{\emptyset_{m\acute{a}x}}{\sum \emptyset_{m\acute{a}x}} \quad (\text{ec. 2.14})$$

El valor real del peso del indicador ( $Vr_i$ ) se calcula por la ecuación 2.15:

$$Vr_i = \sum(P_i * L_i) \quad (\text{ec. 2.15})$$

El valor máximo posible ( $V_m$ ) se calcula por la ecuación 2.16:

$$V_m = 5 * \sum P_i \quad (\text{ec. 2.16})$$

El grado de consistencia (C) se calcula por la ecuación 2.17:

$$C = \frac{V_r}{V_m} * 100 \quad (\text{ec. 2.17})$$

Para definir el grado de consistencia se utiliza el criterio reportado por Palacios (2017), tal como se muestra en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10. Criterio de valoración del grado de consistencia.

<b>Criterio de comparación</b>	<b>Valoración</b>
C ≥ 85 %	Muy bueno
70 % ≤ C < 85 %	Bueno
60 % ≤ C < 70 %	Aceptable
45 % ≤ C < 60 %	Malo
C < 45 %	Muy malo

#### **2.4.5. Situación actual medio ambiental de la empresa**

El deterioro de las fuentes de abastecimiento de agua incide directamente en el nivel de riesgo sanitario presente y en el tipo de tratamiento requerido para su reducción; la evaluación de la calidad del agua permite tomar acciones de control y mitigación del mismo, garantizando el suministro de agua segura. En las industrias lácteas se reporta con gran frecuencia el consumo indiscriminado de agua, razón por la cual se realiza el estudio.

Para analizar la situación medioambiental de la empresa se calcula el índice de calidad del agua (ICA), el cual permite determinar la calidad ambiental que posee y el impacto ambiental generado. Se considera un agua residual patrón, si cumple con los parámetros de la norma NC 27.2012 (Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado).

##### **2.4.5.1. Índice de calidad del agua (ICA) e impacto ambiental**

Los parámetros de calidad del agua que se van a utilizar son: pH, conductividad, oxígeno disuelto, coliformes, cloruros, temperatura, aspecto, dureza, calcio, magnesio, y nitritos.

Para el cálculo del ICA se usa la ecuación 2.18.

$$ICA = \frac{K \cdot \sum C_i \cdot P_i}{\sum P_i} \quad (\text{ec. 2.18})$$

Donde:

Ci = valor porcentual asignado a los parámetros (Anexo 10)

Pi= peso asignado a cada parámetro (Anexo 10)

K= constante que toma los valores siguientes:

1,00 para aguas claras sin aparente contaminación.

0,75 para aguas con ligero color, espumas, ligera turbidez aparente no natural.

0,5 para aguas con apariencia de estar contaminada y fuerte olor.

0,25 para aguas negras que presenten fermentaciones y olores.

Se selecciona una K igual a 0,75 pues en este caso se trata de aguas con ligero color, espumas, ligera turbidez aparente no natural.

#### **2.4.5.2. Impacto ambiental**

Para determinar el impacto ambiental también se sigue la metodología propuesta por Conesa (2000), donde a partir del ICA calculado para las dos aguas (residual del proceso y patrón) se entra a un gráfico y se lee la calidad ambiental, y de acuerdo al nivel de esta se infiere el impacto ambiental que genera dicha agua, tal como se muestra en el Anexo 11 (Determinación de la calidad ambiental a partir del índice de calidad del agua)

#### **2.5. Valoración económica**

El análisis económico se realiza con el objetivo de cuantificar las pérdidas de la entidad en un período de trabajo de un mes por causa de la violación de la disciplina tecnológica, y establecer una comparación con el mismo período pero sin que ocurra violación de la misma. Para lograr tal comparación se han seleccionado algunos de los principales indicadores de la eficiencia económica de la producción: ganancia, rentabilidad, valor de la producción, costo de producción, costo/peso, además se determina el punto de equilibrio, lo cual hace más fácil la comparación y el análisis de la situación que se presenta. Para los cálculos se emplea la herramienta Microsoft Excel 2010, en donde se programan las ecuaciones y se elaboran los gráficos.

##### **2.5.1. Indicadores económicos**

El costo de producción (CP) es el conjunto de gastos económicos en que se incide en una planta de procesos industriales, durante un período de tiempo dado como consecuencia de la utilización de recursos materiales y humanos que tienen lugar durante el proceso de elaboración de los productos terminados. El costo de producción está constituido por costos fijos y variables: Los costos fijos (CF) del combinado lácteo son los llamados gastos indirectos, tales como: mantenimiento y reparación, laboratorio, depreciación y administración.

Costos variables (CV) del combinado lácteo: combustible, agua tratada, electricidad, materias primas y salarios.

$$CP = CF + CV \quad (\text{ec. 2.19})$$

El valor de la producción (VP) es el valor económico del producto terminado, conocido también como ingresos, en función de las leyes de carácter económico-social, existentes en una sociedad en un momento de su desarrollo. El valor de la producción depende del número de unidades producidas o volumen de producción (N) y del valor unitario del producto conocido también como precio unitario del producto (pup).

$$VP = N * pup \quad (\text{ec. 2.20})$$

Ganancia (G) es determinada como la diferencia existente entre el valor de la producción y el costo de producción total. Este debe tener signo positivo, pues de lo contrario indicaría pérdidas económicas. Su valor debe ser positivo y lo más alto posible.

$$G = VP - CP \quad (\text{ec. 2.21})$$

La rentabilidad es el término referido a obtener más ganancias que pérdidas en un campo determinado. Relaciona el beneficio económico con los recursos necesarios para obtener ese lucro. La rentabilidad puede verse como una medida de cómo se invierten fondos para generar ingresos, se suele expresar como porcentaje. Esta mide la tasa de devolución producida por un beneficio económico respecto al capital total, incluyendo todas las cantidades prestadas y el patrimonio neto (que sumados forma el activo total). Además, es totalmente independiente de la estructura financiera de la empresa.

$$\text{Rentabilidad} = \frac{G}{CP} * 100 \quad (\text{ec. 2.22})$$

El costo por peso de producción (C/\$) es uno de los indicadores más empleados para definir la eficiencia económica de una gestión productiva; siendo la relación existente entre el costo de producción y el valor de la producción, es por tanto el costo de cada unidad de valor de la producción. Dicho resultado debe ser siempre menor que 1, debido a que la producción de cada unidad monetaria debe costar menos que la unidad de moneda.

$$C/\$ = \frac{CP}{VP} \quad (\text{ec. 2.23})$$

## 2.5.2 Determinación de la intensidad energética

La energía desempeña un papel fundamental en el desarrollo de todos los sectores productivos cuya utilización debería realizarse con alta eficiencia, bajo impacto medioambiental y al menor costo posible. El consumo de energía se ha ido incrementando unido a la producción de bienes y servicios.

Las empresas son grandes consumidoras de energía para proporcionar bienes y servicios a la sociedad, y en estos momentos disponen de opciones factibles para disminuir su consumo energético, mediante actuaciones que favorecen la reducción de gastos, el aumento de la competitividad y la innovación tecnológica.

La eficiencia energética se define como la relación entre la producción de energía útil u otro producto físico útil que se obtiene por medio de un sistema, un proceso de conversión o una actividad de transmisión o almacenamiento y la cantidad de energía consumida (medida en kWh/kWh, toneladas/kWh o en cualquier otra medida física del producto útil, como la tonelada/km transportada, etc.).

La intensidad energética (IEST) que refleja la relación entre el consumo de energía y la producción económica resultante de un proceso, la cual se calcula por la ecuación

$$IEST = \frac{CEST}{VP} \quad (\text{ec. 2.24})$$

2.24)

Donde:

IEST= Intensidad energética

CEST= Consumo energético (\$/Kg)

## CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se hace un análisis de cada uno de los elementos que influyen sobre la disciplina tecnológica. Se realiza un análisis sobre las causas que originan violación de la disciplina tecnológica, así como la repercusión que estas tienen sobre la calidad, economía, seguridad y el medio ambiente.

### 3.1. Factores que influyen en la disciplina tecnológica

Para determinar los factores que influyen en la disciplina tecnológica en el capítulo anterior se describen las metodologías empleadas, determinación de los puntos críticos de control, y la construcción del diagrama causa-efecto.

Se desconoce el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, así como sus principios y posibles aplicaciones por parte de los productores y controladores, por renunciar a su uso debido al que consideran inalcanzable, o por el contrario; tratan de utilizarlo sin los conocimientos fundamentales de la Higiene de los Alimentos. Superar estas posiciones constituye los principales retos para garantizar el uso de este sistema y será posible a través de estudios correctos del mismo.

La determinación de los puntos críticos de control a través del árbol de decisión que se encuentra en el Anexo 3, se considera de gran importancia ya que su objetivo fundamental es garantizar la protección sanitaria de los alimentos hasta alcanzar la inocuidad de los mismos, evitando así las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA). Durante el análisis se detectaron la existencia de cuatro puntos críticos de control, que son aquellas etapas del proceso que no se pueden rectificar errores en etapas posteriores, los cuales fueron detectados en el Análisis de peligros e identificación de los cuatro puntos críticos de control que se muestra en el Anexo 12:

- En la etapa de recepción de la leche acopiada se considera que la temperatura de enfriamiento de la misma es un punto crítico de control, porque inhibe la fermentación de la bacteria *Lactobacilos*, la cual convierte la lactosa y otros monosacáridos en ácido láctico, que le proporciona un sabor desagradable a dicha materia prima y por consiguiente, las ETA
- La temperatura de clarificación y pasteurización se considera punto crítico de control porque es fundamental para lograr la inocuidad del producto final. Se encarga de eliminar todas aquellas impurezas presentes en la leche así como

agentes patógenos que puedan contener bacterias, protozoos, mohos y levaduras, los cuales dañan a la salud humana. Según Inda (2003) la pasteurización previene la presencia de las bacterias causantes de la tuberculosis, la difteria, la polio, la salmonelosis, la fiebre escarlata, brucelosis y las fiebres tifoideas. Esta es la única etapa durante todo el proceso en la que se puede evitar, disminuir o eliminar los peligros identificados anteriormente a niveles tales que no afecten la salud de los consumidores

- En la etapa de almacenamiento de la leche pasteurizada se considera que la temperatura de almacenamiento se considera un punto crítico de control pues si no cumple con la establecida, inhibe la fermentación de la bacteria *Lactobacilos*, la cual convierte la lactosa y otros monosacáridos en ácido láctico, que le proporciona un sabor desagradable a dicha materia prima y las ETA

- En la etapa de almacenamiento de la leche pasteurizada la temperatura en la nevera del producto terminado se considera un punto crítico de control pues si no cumple con lo establecido en la norma (8 - 10 °C) afecta la inocuidad del producto y también puede provocar la descomposición de elementos orgánicos. Según plantea Caballero (2017) los procesos a que son sometidos los alimentos, con frecuencia se determinan como puntos críticos de control los tratamientos térmicos, la conservación, la elaboración, la fermentación o acidificación y la reducción de la actividad del agua. Por tanto, los puntos críticos de control determinados en este proceso están comprendidos en las etapas que menciona la bibliografía especializada citada con anterioridad.

El diagrama de causa – efecto (ver Anexo 13) como resultado fundamental muestra que de alguna forma todas las causas señaladas, influyen sobre la calidad, economía, seguridad y medio ambiente. Es importante tener en cuenta que muchos de las ideas (subcausas) que se muestran en el diagrama forman parte de varias categorías (causas) a su vez, tal es el caso de instrumentos de control del proceso, capacitación del personal y actualización de las normas, que se incluyen dentro de control del proceso; por lo que se toma la decisión de colocarlas en una sola categoría, en la que más a fin le sea y entonces no repetirla, o colocarlas como categorías separadas de acuerdo a su importancia.

Por su importancia, se realizan las listas de chequeo a las causas que afectan el correcto cumplimiento de la disciplina tecnológica, las cuales son la mano de obra, el mantenimiento, el entorno socioeconómico y el gasto de materiales.

### **3.2. Análisis del control de calidad en el proceso**

El control del proceso es fundamental para mantener un estricto cumplimiento de la disciplina tecnológica, esta permite garantizar la producción de alimentos inocuos y aptos para el consumo, para lo cual es necesario exigir el cumplimiento de los requisitos operacionales y sanitarios de las materias primas y de todo el procesamiento hasta el consumo de los productos alimenticios. Esto depende de numerosos factores como son el sistema de calentamiento y enfriamiento, las condiciones del equipamiento y muy importante la preparación y capacidad de los operarios, debido a que la planta presenta muchas operaciones manuales, que dependen de la mano de obra.

Un análisis de las cartas de control para medias y rangos, permite determinar si el proceso se encuentra bajo o fuera de control. Según Benítez (2018) para que los valores representados en una carta de control se encuentren fuera de control deben existir puntos fuera de los límites, poseer al menos 4 o 5 puntos en una misma zona del gráfico, que exista una tendencia considerable a aumentar o decrecer, o tienda a ampliarse o reducirse.

En el caso de todas las variables estudiadas en las etapas de almacenamiento y de estandarización de la leche fresca, así como en la de almacenamiento de la leche pasteurizada se observa estabilidad en las réplicas tomadas en cada muestra, con varianza igual a 0, por lo que no existen límites establecidos en las cartas de control (ver Figuras 14.1, 14.2, 14.3, 14.4, 14.5, 14.6, 14.8, 14.9 y 14.10 del Anexo 14). Por lo que analiza estas variables se construyen las series cronológicas.

Con respecto a la temperatura de almacenamiento de la leche fresca (LF) la Figura 3.1 refleja la dispersión que existe entre los 20 días de muestreo, esto se debe principalmente a que existe estabilidad en el funcionamiento del sistema de enfriamiento por falta de amoníaco, falta de aislantes en las tuberías desde el banco de hielo . El resto de las variables de esta etapa de almacenamiento de LF muestran estabilidad en el periodo de estudio (Anexo 14)

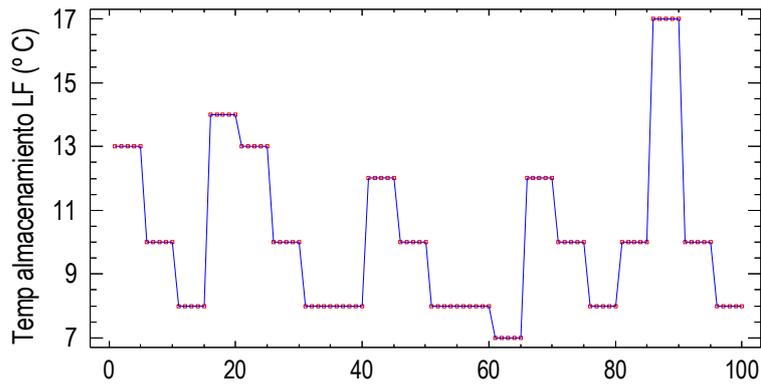


Figura 3.1. Comportamiento de la temperatura de almacenamiento de la leche fresca.

La temperatura de estandarización de la leche fresca presenta dispersión en los 20 días de muestreo (Figura 3.2), lo cual que se debe a que no existe estabilidad en el funcionamiento del sistema de enfriamiento por falta de amoníaco, falta de aislantes en las tuberías desde el banco de hielo hasta la planta que provocan pérdidas de temperatura, falta de agitadores en un banco de hielo.

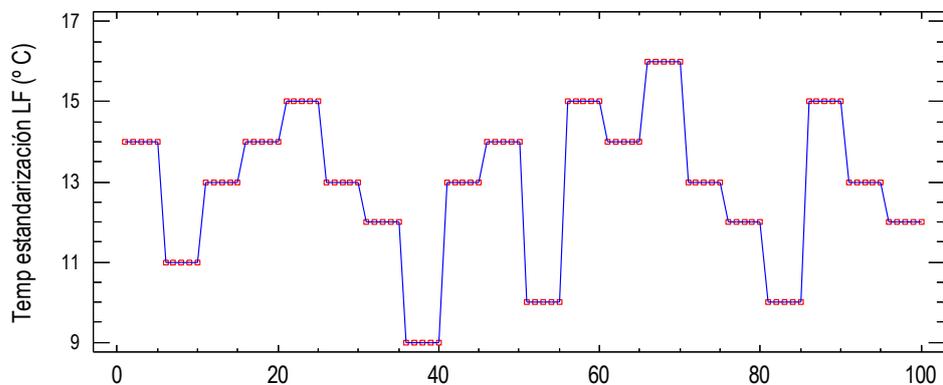


Figura 3.2. Comportamiento de la temperatura de estandarización de la leche fresca.

En la etapa de pasteurización la Figura 3.3 refleja que la temperatura se encuentra fuera de control, pues en la carta de control existen puntos fuera de los límites. Esto se debe a la presencia de caídas de vapor de la caldera. En la actualidad se realizó una inversión en la planta, con la instalación de una nueva caldera.

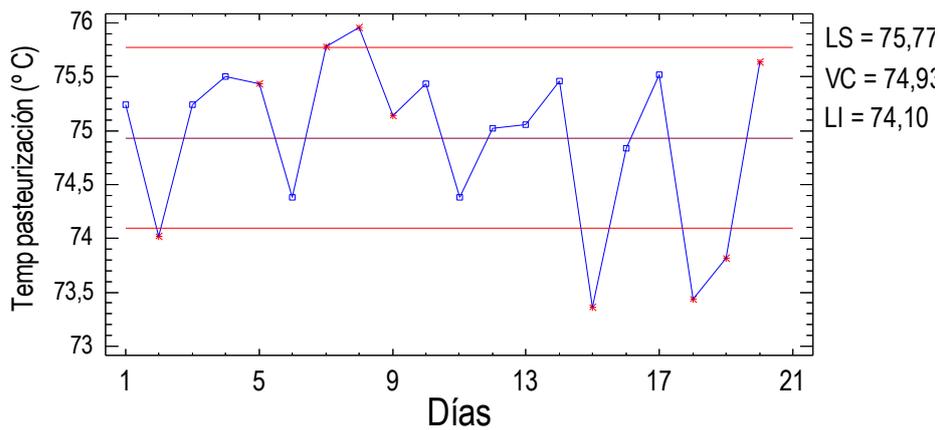


Figura 3.3. Carta de control de la temperatura de pasteurización

En la etapa de llenado, la temperatura refleja alguna dispersión en el tiempo de estudio (Figura 15.4 del Anexo 15), producida por la falta de aislantes en tuberías, insuficientes bancos de hielo. Además que esta temperatura tiene una relación directa con la temperatura de pasteurización.

La Figura 3.4 muestra que para el caso del volumen de bolsas la etapa de llenado está bajo control, aunque hubo una pequeña irregularidad en un período (del 6<sup>to</sup> al 10<sup>mo</sup> día).

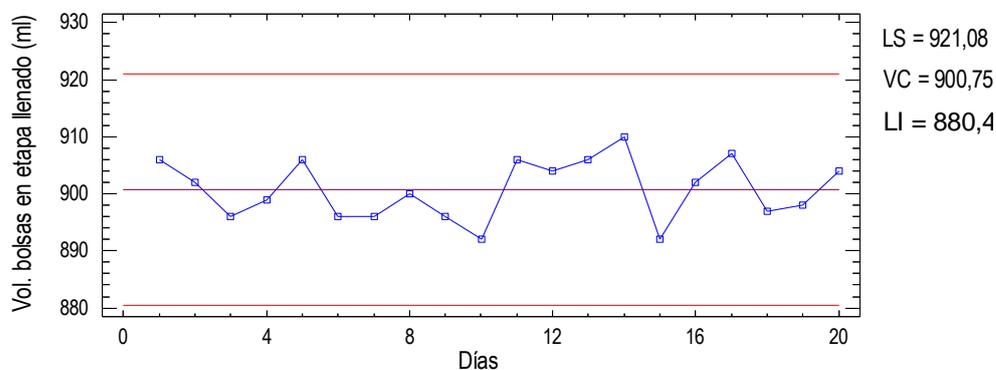


Figura 3.4. Carta de control del volumen de bolsas en etapa de llenado

La temperatura de almacenamiento en la nevera se encuentra fuera de control, presenta puntos fuera de los límites e irregularidades en su tendencia (Figura 3.5), provocado por el déficit de amoníaco en el sistema de refrigeración.

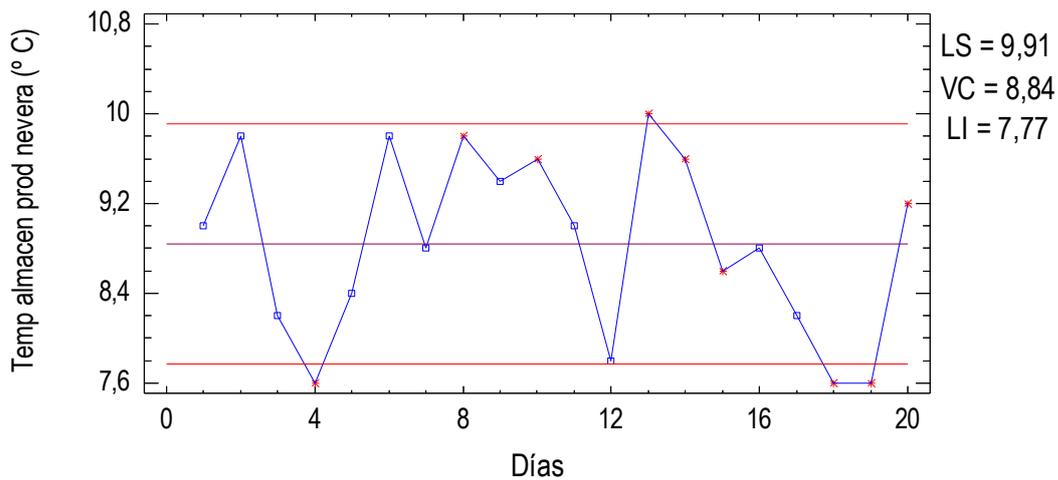


Figura 3.5. Carta de control para la temperatura de almacenamiento en la nevera.

Las pruebas de hipótesis permiten definir si las variables cumplen con las especificaciones de calidad o de operación, el Anexo 16 muestra el resultado de las mismas, las cuales arrojan los siguientes resultados:

La temperatura de almacenamiento de la leche fresca, la leche estandarizada, la leche pasteurizada y en el proceso de llenado no cumplen con las normas debido a que en el período que se evalúa el sistema de refrigeración presentaba bajo nivel de amoníaco, además de existir pérdidas de temperatura de agua helada desde la sala de máquina hasta el salón de producción por falta de aislante en las tuberías, y la falta de agitadores en el banco de hielo provocando la no homogeneidad del agua helada, de tres banco de hielo que deben trabajar solamente trabajan dos encontrándose clausurado uno por rotura en un serpentín.

La densidad, grasa y sólidos no grasos se cumplen tampoco con las normas por problemas de adulteraciones de la leche por parte de los productores de leche, provocando altos consumo de leche en polvo a la empresa, los mismos son penalizados, no pagándole el precio de la leche convenido.

El contenido de llenado de las bolsas de leche se encuentra fuera de norma por problemas tecnológicos en las máquinas envasadoras pues el sistema automático de dosificación de la misma no funciona, operándola manualmente, por lo que en ocasiones el factor humano está presente en esta operación.

Para analizar la variabilidad y el centrado del proceso, según las especificaciones de calidad, se determinan los índices de capacidad potencial del proceso ( $C_p$ ), de capacidad real del proceso ( $C_{pk}$ ) y de Taguchi ( $C_{pm}$ ), cuyos resultados se muestran en el Anexo 17.

Todas las variables con especificación doble (Tabla 17.1 Anexo 17) presentan valores de  $C_{pk}$  y  $C_{pm}$  inferiores a 1, por lo que el proceso no cumple con las especificaciones. El comportamiento de las mismas provoca que el proceso sea de clase 4 según Gutiérrez (2002), es decir, no adecuado para el trabajo, lo que indica la necesidad de modificaciones serias. Las que presentan mayor variabilidad, es decir, influyen de forma más significativa sobre la situación del proceso son: temperatura de almacenamiento de leche fresca (T alm LF), temperatura de pasteurización (T past), contenido de bolsa de leche en proceso de llenado (Cont bolsa L.P.LL), temperatura de la nevera producto terminado (T nev PT) y contenido de bolsas del producto terminado (Cont bolsas PT).

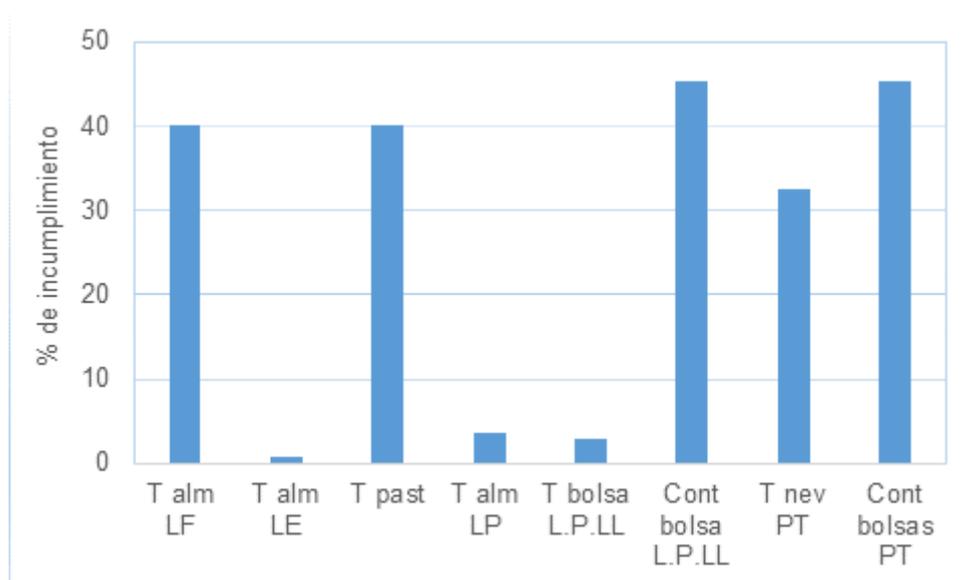


Figura 3.6. Porcentaje de incumplimiento de la norma para las variables con doble especificación

En cuanto al centrado del proceso se obtiene que existen variables que influyen en que este no se encuentre centrado, las cuales son: temperatura de almacenamiento de la leche pasteurizada, temperatura del proceso de pasteurización y temperatura del proceso de llenado de las bolsas, siendo

estas las que tienen mayor porcentaje de incumplimiento de las normas en el proceso (figura 3.6).

En el caso de las variables con especificación simple (Tabla 17.2, Anexo 17) todas presentan índices de capacidad inferior ( $C_{pi}$ ) menores que 1,25 e índice de Taguchi ( $C_{pm}$ ) inferiores a 1, lo que corrobora que el proceso no cumple con las especificaciones.

Los principales cambios que se proponen para lograr un proceso armónico y que todas sus variables se encuentren en estado de control estadístico es capacitar al personal con el objetivo de que este interiorice la importancia de la pasteurización, las desventajas que trae la fluctuación de sus valores, lo cual afecta el estado rítmico del proceso. También existe una deficiente instrumentación, la caldera no se encuentra generando vapor con eficiencia debido a problemas técnicos que presenta, el nivel de amoníaco en el sistema se considera bajo en la etapa muestreada y existen desperfectos técnicos en las tuberías del sistema de refrigeración.

### **3.3. Análisis de los resultados del estado de la instrumentación y normalización del proceso**

La instrumentación industrial debe ser considerada como un sistema tecnológico complejo, ya que en su fabricación se integran diversas tecnologías de información básicas. El objetivo central de los instrumentos, es la medición, el registro y el control de las variables de proceso, lo que permite la supervisión de los procesos de transformación de las materias primas y de manufactura, manteniéndolos dentro de los límites de seguridad y calidad adecuados.

Las normas de producción contienen los instrumentos que requiere el proceso para obtener el producto final con la calidad deseada. Pero no siempre se le da cumplimiento a lo normado en el proceso, pues depende de muchos factores, dentro de los cuales se puede mencionar la disponibilidad de la instrumentación, la economía de la empresa y la capacidad de la mano de obra de interpretar y utilizar los instrumentos existentes; constituyendo este último un factor importante para la identificación de riesgos. La carencia de instrumentación es un elemento que repercute directamente de forma negativa sobre la disciplina tecnológica.

En la Tabla 3.1 se muestra un resumen del estado instrumental de la planta y en el Anexo 18 se detalla el estado actual de la instrumentación del proceso, se

informa de cada operación que se realiza, las variables que se controlan, ubicación del punto de control, el tipo de medición que se realiza, si se controla realmente o no, si se registran y la frecuencia con que se realiza la medición.

Tabla 3.1. Resumen del estado de la instrumentación del proceso.

Parámetro	Cantidad de mediciones a controlar por norma	Controles reales	Cantidad de mediciones que no se hacen normadas	Cantidad de mediciones que se hacen no normada	Registro
Temperatura	1820	1640	180	0	1640
Presión	90	0	90	0	0
% Acidez	1080	1080	0	0	1080
Densidad	450	450	0	0	450
% Grasa	450	450	0	0	450
% Sólidos no grasos	450	450	0	0	450
total	4340	4070	270	0	4070

El análisis de la instrumentación que se representa en la Tabla 3.1 evidencia que en el proceso de producción de leche pasteurizada; excluyendo el área de generación de vapor y la de refrigeración, está normado controlar un total de 4340 parámetros. De esos se controla realmente 4070, lo cual representa un 93,7 % del total a controlar y se dejan de chequear 270 parámetros lo que representa el 6,2 % del total normado. Se registran 4070 parámetros, lo que representa un 100 % del total controlado y un 93,3 % del total normado. Las principales causas que contribuyen a no controlar los parámetros son la ausencia de instrumentación, “in situ” como en el laboratorio.

Las mediciones de temperatura normadas son 1820, de ellas se realizan 1640, lo que representa un 90,1 %. Se dejan de realizar un total de 180 mediciones a causa de la carencia de instrumentación “in situ”, en este caso en el salón de llenado ya que el mismo no se encuentra climatizado por la falta de hermeticidad del mismo.

De las mediciones realizadas (760), dos son con instrumentación digital “in situ”, que son la nevera donde se almacena el producto terminado y la del proceso de pasteurización, para un total de 850 mediciones. Se realizan un

total de dos mediciones con un termómetro manual que posee una escala acorde a las mediciones realizadas de 0 a 100 °C para la temperatura de almacenamiento de leche pasteurizada y de leche fresca, pero tiene la desventaja que posee la numeración muy pequeña que dificulta a los técnicos su lectura.

De las 90 mediciones de presión que están normadas no se realiza ninguna. Se debe cumplir dichas mediciones en el pasteurizador pues el instrumento no está calibrado por parte de la oficina territorial de normalización por disponibilidad técnica de dicha entidad.

La acidez se determina a través de métodos analíticos valorativos. El contenido de grasa y de sólidos no grasos y la densidad no presentan dificultad para la realización de las mediciones. Existe escasez de instrumentos en los equipos fundamentales del proceso, se realizan mediciones de forma manual que introducen errores; por lo que se ve afectada la calidad, economía, seguridad y medio ambiente, y se incurre en violación de la disciplina tecnológica.

Se puede considerar la instrumentación de la planta de forma general como deficiente, siendo los parámetros más significativos la temperatura, y presión; esto provoca que no se pueda controlar el proceso y no se respete la disciplina tecnológica.

#### **3.4. Análisis de la repercusión sobre la seguridad del proceso**

La seguridad alimentaria es la situación en que todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades nutricionales y preferencias alimentarias, a fin de llevar una vida activa y sana. No basta para obtener esta seguridad incrementar la disponibilidad de los alimentos. Para minimizar los riesgos que indudablemente se pueden producir como consecuencia de esta necesidad y del incremento del comercio, es necesario entonces que la producción, el abastecimiento, la comercialización, manipulación y consumo se realicen en condiciones suficientes de higiene, para que los productos resultantes sean inocuos y de calidad; todo ello a fin de garantizar la salud de los consumidores y propiciar su ciclo de vida y comercio.

El método de Análisis de Modos de Falla y Efectos (FMEA) permitió identificar los posibles fallos que puede aparecer en el pasteurizador y en la nevera, sus efectos y se proponen las medidas correctivas. Atendiendo al NPR, mientras

mayor sea dicho valor, mayor atención se le debe prestar por parte de los operarios.

Se seleccionan el pasteurizador y la nevera de producto terminado porque en ellos hay etapas del proceso que fueron valoradas como Puntos Críticos de Control, de ahí la importancia que tienen para lograr un control sobre los parámetros de operación, de calidad y el producto final.

En el Anexo 19 se muestran los resultados de la aplicación del FMEA en el pasteurizador, donde las posibles fallas tienen números de prioridad de riesgos de 160, 600, 360 y 48. Estos valores demuestran la peligrosidad de los efectos de fallos y las consecuencias nefastas que traen sobre la eficiencia y la calidad del proceso. Garantizar la no ocurrencia de los fallos detectados es tarea de los operarios y para ellos se debe realizar una capacitación periódica, facilitar los manuales y las investigaciones realizadas en dicho proceso, adquirir una mejor instrumentación y ejecutar mantenimientos periódicos.

En el Anexo 20 se aplicó el FMEA a la nevera de producto terminado y se detectaron números de prioridad de riesgos de 80 y 280, donde son menos significativos estos riesgos que los del pasteurizador de forma general. Mantener el producto terminado en buen estado de conservación es esencial para lograr las características organolépticas del mismo.

### **3.5. Análisis del control del mantenimiento, mano de obra, entorno socio-económico y el gasto de materiales**

Para evaluar estos indicadores se utilizan las listas de chequeo. Se aplican el método de Kendall para determinar el nivel de concordancia entre expertos, y la matriz de Saaty para evaluar cada uno de los indicadores. Los Anexos 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28 muestran los resultados obtenidos. La tabla 3.2 refleja un resumen de los mismos.

Tabla 3.2. Resumen de los resultados de las listas de chequeo

Indicador	Coficiente de Kendall	Grado de consistencia	Valoración
Mano de obra	0,7	58,7	Malo
Mantenimiento	0,53	57,3	Malo
Socio-económico	0,95	57,3	Malo
Gasto de materiales	0,96	78,5	Bueno

Para todos los indicadores el coeficiente de Kendal es mayor que 0,5, lo que indica que se aceptan los resultados de las listas de chequeo, para tomar decisiones en la investigación.

Se evalúan las condiciones de los indicadores mano de obra, mantenimiento y socio-económico en la planta como malas. Esto se debe principalmente a la no realización de forma correcta de un mantenimiento preventivo, la falta de compromiso de los trabajadores y de sentido de pertenencia, falta de operaciones automáticas en el proceso, deficiencias en las condiciones higiénicas-sanitarias.

Con respecto al gasto de materiales se evalúa como bueno, en este sentido, en la planta se ha trabajado en la eliminación de salideros de agua, y los trabajadores han tomado cultura en la política del ahorro.

### 3.6. Análisis de la repercusión sobre el medio ambiente

En este aspecto se analiza la repercusión que tienen los efluentes líquidos sobre el medio ambiente, aquellos que se vierten fuera de norma aunque son sometidos a un tratamiento biológico antes de enviarlos a la laguna. Se compara la calidad ambiental que genera la industria con un agua residual establecida como patrón, la cual cumple con la NC 27:2012 (Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado).

#### 3.6.1. Análisis de los resultados del ICA

Se selecciona  $k=0,5$  debido a que el agua presenta ligero color, espumas, ligera turbidez aparente no natural. En la Tabla 3.3 se señalan los resultados de control realizados al agua residual generada por el combinado lácteo.

Tabla 3.3. Resultados del cálculo del ICA y calidad ambiental.

Parámetros del agua	Unidad de medida	Agua residual patrón (con todos sus parámetros en norma)	%	Agua residual del proceso	%	Peso
pH	u. pH	7	100	8,5	80	1
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	1500	70	1000	90	4
temperatura	$^{\circ}\text{C}$	24	80	26	70	1
Grasas y aceites	ppm	2	10	0	100	2
DBO5	mg/l	100	0	100	0	3
Aspecto	Subjetivo	normal	50	Desagradable	30	1

Oxígeno disuelto	mg/l	2	20	0	0	4
Coliformes totales	NMP	10000	10	2000	60	3
ICA	%	25	-	36	-	-
Calidad ambiental	-	0,25	-	0,36	-	-

El agua residual analizada contiene los residuales de las producciones de leche, yogurt, queso y de otras áreas no productivas del combinado lácteo como los baños, el comedor, los laboratorios, transporte y las oficinas. Esta agua posee un ICA de 36 % al compárala con el agua patrón que posee un ICA de 25 % por lo que su impacto sobre el medio ambiente es positivo.

No afecta la vida acuática pues su oxígeno disuelto es de 0 mg/l de un máximo de 4mg/l, esta agua se reusa con fines agrícolas, pues la entidad cuenta con un organopónico.

### 3.7. Análisis económico del proceso de producción de leche pasteurizada.

Para el análisis económico se tienen en cuenta los siguientes indicadores económicos: ganancia, costo por peso, rentabilidad e intensidad energética.

El análisis de los indicadores ganancia, costo por peso y rentabilidad se realiza con los datos del mes de febrero del año 2020 y la intensidad energética en el período de marzo a junio del mismo año. La Tabla 3.4 muestra los principales costos de la planta, donde los de mayor incidencia son:

Tabla 3.4. Principales costos de la planta.

Costos Fijos	Costo (\$)	Costos Variables	Costo (\$)
Salario básico	16257,48	Materia Prima leche fresca	1 106 810,48
		Otras materias primas LDP	15340,25
Depreciación AFT y Amortización	2581,64	Insumos químicos	581,05
		Envasaje y empaque	8838,23
		Pago por resultado	8128,74
		Combustible	947,52
Gastos indirectos	16845,42	Energía	638,54
		Agua	5837,15
<b>Costo de producción</b>		1 182 806,50	
Fuente: Ficha de costos de producción de leche pasteurizada.			

Los resultados del análisis económico en el proceso de producción de leche pasteurizada, indican que a pesar de las deficiencias que existen se genera

una ganancia de \$ 359 759,12 y el costo por peso es igual a 0,77, es decir, se invierte menos para la producción, lo cual permite mayor ganancia. Según Salazar y Vargas (2015) la rentabilidad de un proceso lácteo debe encontrarse entre el 25 y 35 %, y en el caso estudio existe una rentabilidad del 30,42 %, lo que evidencia que el mismo es rentable (Tabla 3.5).

Tabla 3.5. Resultados del cálculo de los principales indicadores económicos.

Indicador económico	Unidad	Fuera de norma
CP	\$	1 182 806,50
VP	\$	1 542 565.62
Ganancia	\$	359759,12
C/\$	Adimensional	0,77
Rentabilidad	%	30,42

Fuente: Elaboración propia.

Los portadores energéticos de la empresa son: agua, electricidad, gas licuado y diésel para la caldera (Tabla 3.6). El de mayor incidencia es el agua, lo cual se debe principalmente a indisciplinas por parte de los operarios, con un derroche descontrolado de este recurso.

Tabla 3.6. Costos y valor de producción del proceso de producción de leche pasteurizada.

Indicador	Gastos por mes (\$/Kg)			
	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Agua	33 686 15	37 065 150	39 546 700	33 557 500
Gas licuado	18,09	18,09	18,09	18,09
Diésel	7 374, 60	20 787,6	20 848,80	19 660,50
Electricidad	25,19	25,25	24,58	27,19
Gastos totales (\$/Kg)	33 693 576,88	37 085 980,94	39 567 591,47	33 577 205,78
VP (\$/Kg)	4 347 100	4 226 900	4 113 800	7 216 400

En la Figura 3.7 se muestra la intensidad energética de la empresa en el período comprendido entre marzo y junio del 2020. Se observa en los tres primeros meses un incremento de la misma, y en junio desciende a 4,64. Esto es debido a que la empresa tuvo menos gastos e ingresó 7 216 400 \$.

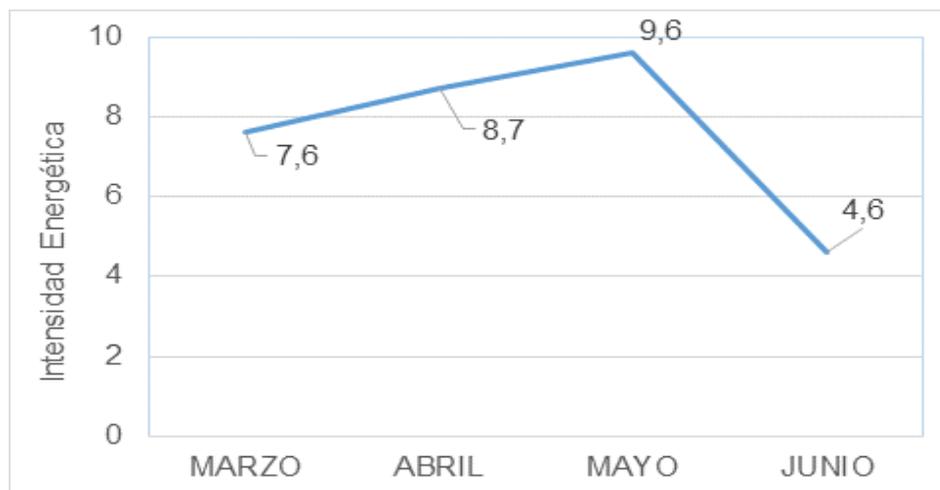


Figura 3.7. Intensidad energética de la empresa en el período comprendido entre marzo y junio del 2020

### 3.8. Conclusiones parciales del capítulo

- Se definen cuatro puntos de control críticos en el proceso: temperatura de almacenamiento de la leche fresca, temperatura de clarificación y de pasteurización, temperatura de almacenamiento de leche pasteurizada y almacenamiento de la leche en la nevera
- Las principales causas que influyen en la disciplina tecnológica son: mantenimiento, mano de obra, control del proceso e instrumentación
- La temperatura de pasteurización y la temperatura de almacenamiento del producto en la nevera se encuentran fuera de control
- La mayoría de las variables no cumplen con las especificaciones
- Los indicadores mano de obra, mantenimiento y socio-económico se evalúan con un mal desempeño, según los resultados de la lista de chequeo
- El agua residual de la planta no provoca efectos negativos sobre el medio ambiente.
- Dentro de los portadores energéticos, el agua es el de mayor incidencia.

## CONCLUSIONES

1. La evaluación de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de leche pasteurizada en la UEB Lácteos Matanzas, permitió determinar que los indicadores mantenimiento, instrumentación y socio-económico se encuentran es mal estado, no así con los gastos de materiales
2. Las principales causas que influyen en la disciplina tecnológica son: mantenimiento, mano de obra, control del proceso e instrumentación
3. Las temperatura de pasteurización y la de almacenamiento del producto final en la nevera muestran inestabilidad en el proceso, no cumpliendo con la especificaciones requeridas
4. Los indicadores de capacidad permitieron definir que en el proceso se necesitan modificaciones serias, para un mejor funcionamiento.
5. El agua residual del proceso cumple con las especificaciones de la NC 27-2012, para vertimiento de residuales

## RECOMENDACIONES

Para estudios futuros se recomienda:

- ❖ Presentar a la industria un informe con los resultados de esta investigación para que sean implementadas las medidas necesarias en función de corregir las deficiencias detectadas.
- ❖ Continuar en estudios posteriores el análisis de esta temática para llegar a obtener una metodología que permita evaluar a las industrias en el cumplimiento de la disciplina tecnológica y su repercusión en la Producción Más Limpia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Águila Hernández, G. M. 2007. La influencia de la disciplina tecnológica en los problemas ambientales que provoca la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas. Tesis en opción al grado científico de máster Universidad de Matanzas, Matanzas.
2. Alasino, Carlos. M. y Arana, Horacio. M. (2014). Políticas y Desempeño del Sector Lechero Argentino entre 2003 y 2011. Revista Perspectivas de Políticas Públicas. Argentina, Año 3, No. 6, (Enero-Junio 2014), ISSN 1853925.
3. Alegsa. (2018). Diccionario de informática y tecnología. Disponible en: <https://www.alegsa.com.ar/Dic/tecnologia.php>
4. Alonso Elizondo, P.; Sarmentero Bon, I. y Navarro Padrón, D. 2012. El cambio hacia el éxito. Matanzas. Universidad de Matanzas..
5. Arispe, Ivelio. y Tapia, María.S. (2007). Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. Revista Agroalimentaria. No. 24.
6. Barahona Ortiz, María.C. y Peña González, María.A. (2008). “Manual de Seguridad Industrial e Higiene del Trabajo para la Empresa Productos Lácteos Cuenca PROLACEM – PARMALAT”. Tesis en opción al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad del Azuy.
7. Berkowitz Industria alimentaria sectores basados en recursos biológicos enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/67.pdf>
8. Caballero Torres, Ángel E. y González Pérez, Troadio L. (2016). Inocuidad
9. Cabrera Gutiérrez, L. 2016. Evaluación del comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso de la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas. Tesis en opción al título de Ingeniero Químico Universidad de Matanzas, Matanzas

10. Cabrera Hernández, A. (2002). El ABC del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible. Evaluación Ambiental Integrada en Indicadores de Sostenibilidad. En: Curso Doctoral, Doctorado Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible. Universidad de Matanzas. Cuba.
11. Castillo, A., 2004. Calidad e Inocuidad de Plantas Lecheras Disponible en <http://scholar.google.com> Consultado 26 de enero del 2017.
12. Chejne Janna, Farid. (2007). Uso eficiente de la energía: conceptos termodinámicos básicos. [on line]. Disponible en Internet en <http://www.metropol.gov.co>
13. Commons <https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento> se editó por última vez el 12 nov 2018 a las 20:01
14. Commons [https://es.wikipedia.org/wiki/Industria\\_I%C3%A1ctea](https://es.wikipedia.org/wiki/Industria_I%C3%A1ctea) Esta página se editó por última vez el 27 nov 2018 a las 16:10.
15. Cruz Cabrera, E. C. (2005). Producción más limpia en el proceso de obtención de ácido sulfúrico. Tesis de doctorado presentada por el Programa de Doctorado en Gestión Ambiental y Desarrollo sostenible. Universidad de Girona. España.
16. Damiá Barceló, L., & López de Alda, M. J. 2007. Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. Barcelona, España: Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales-CSIC.
17. De Prada, C., 2014. Instrumentación para Control de Procesos Disponible en <http://www.isa.cie.uva.es> Consultado 26 de enero del 2017
18. Díaz Suárez, S. 2016. Consultas personales del autor con el MSc. Santiago Díaz Suárez.
19. Domenech, J., 2015 <http://www.jomaneliga.es/>. Obtenido de [http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Espina de pescad  
o](http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Espina_de_pescado)
20. Escobar León, G 2012 La ingeniería en la seguridad de procesos [http://www.indisa.com/indisaonline/anteriores/Indisa%20On%20line%20109%20-20La%20ingenier%C3%ADa%20en%20la%20seguridad%20de%20proc  
esos.pdf](http://www.indisa.com/indisaonline/anteriores/Indisa%20On%20line%20109%20-20La%20ingenier%C3%ADa%20en%20la%20seguridad%20de%20procesos.pdf)

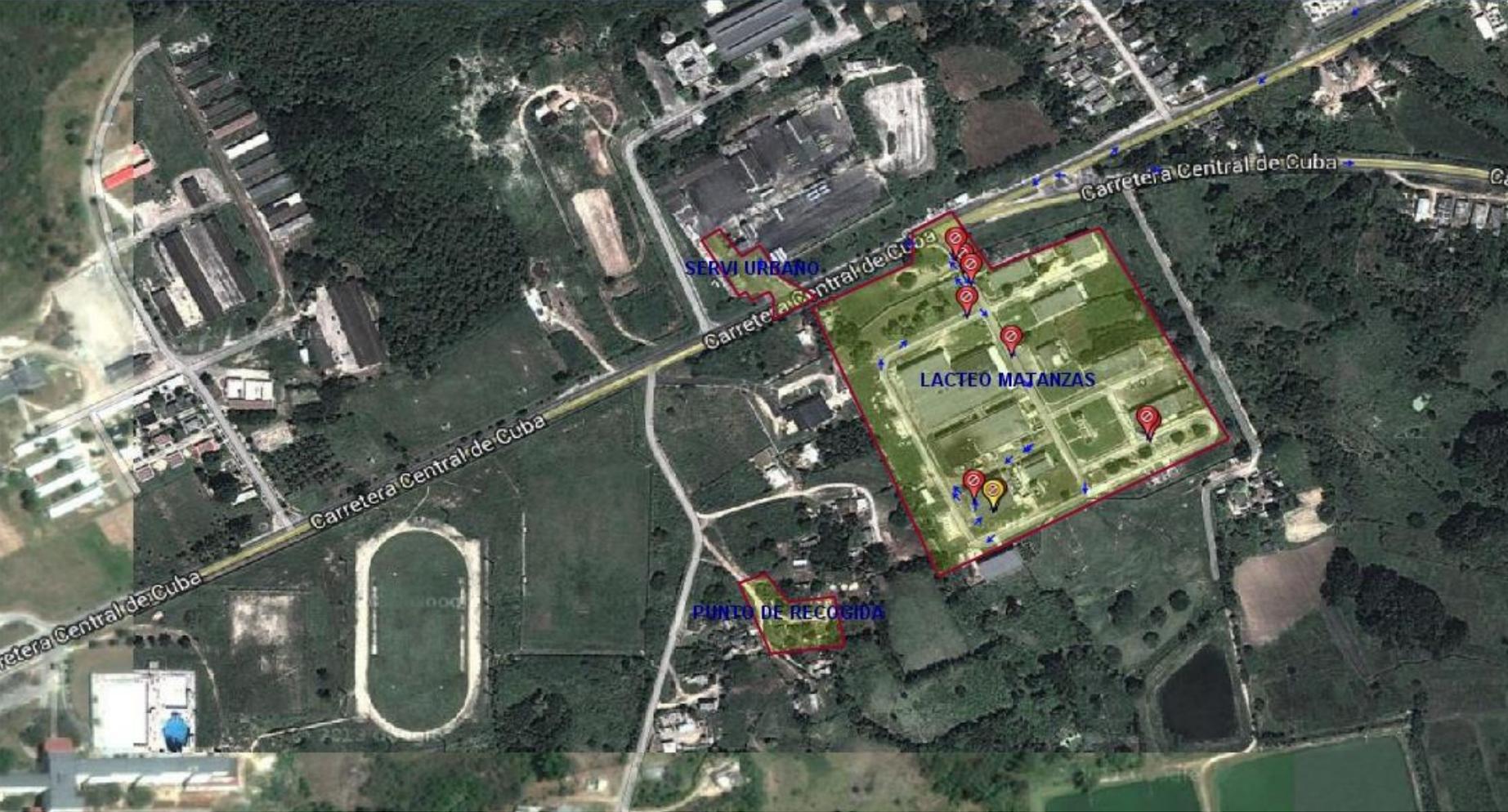
21. Estrategia Ambiental Nacional (2005-2010). Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (2005). Dirección de Medio Ambiente. Ed. Academia, La Habana. 28 pp.
22. Falagán Rojo, Manuel J. et al. (2000). Manual básico de prevención de riesgos laborales. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias. España. Ediciones: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias. Primera edición
23. Flores *et al.*, 2008, "Ecología y medio ambiente", 2da edición, editorial Thomson Learning, México, México,
24. Galáctica ,2013 <http://laenciclopediagalactica.info/2013/02/07/principios-haccp/>
25. González Pérez de Medina, L 2018 Evaluación del comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso semiduro Caribe en el Combinado Lácteo Mártires del 29 de Abril de Matanzas
26. Gutiérrez Pulido, Humberto (2002). Calidad Total y Productividad. México: Editorial McGraw-Hill.
27. II Seminario Internacional de Producción Limpia. Octubre 2000. Dirección de Tecnología Procesos y Servicios Ambientales.
28. Inda Cunningham, A., 2003. Aseguramiento de inocuidad en la industria de productos lácteos Disponible en <http://www.ucipfg.com> Consultado 26 de enero del 2017.
29. Industria <https://www.significados.com/industria/> Fecha de actualización: 17/12/2017.
30. ISO (International Organization for Standardization). 1994. Quality management and quality assurance Standard ISO 8402:1994.
31. ISO 22000:2018 sistemas-de-gestión-de-inocuidad-alimentaria <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2018/09/publicada-la-nueva-Norma-iso-22000-2018-sistemas-de-gestion-de-inocuidad-alimentaria>
32. ISO 2446:2003 Leche determinación del contenido de materia grasa método de rutina.

33. Julián Pérez Porto y Ana Gardey. Publicado: 2008. Actualizado: 2008. Definición de: Definición de proceso de producción (<https://definicion.de/proceso-de-produccion/>)
34. Mármol Cuadrado, Luis.H. (2007). Diseño e implantación de un modelo de optimización de procesos y de mejoramiento de la gestión del talento humano para microempresas de procesamiento de lácteos. Ecuador. 112h. Tesis en opción al título de Magister en Gerencia Empresarial. Escuela Politécnica Nacional.
35. Mena Zurita, E. P. 2009. Diseño de un sistema de administración ambiental (SIAA) en la industria procesadora de leche "FLORALP" ubicada en el Cantón Ibarra. Tesis en opción al título de Ingeniero Agroindustrial Escuela Politécnica Nacional.
36. Montañez, S. 2015 Métodos, Análisis y Valoración de Riesgos Laborales <https://prezi.com/bxjvxrwdg0b/metodos-analisis-y-valoracion-de-riesgos-laborales>
37. NC 1133: 2016 Leche cruda – requisitos sanitarios generales.
38. NC 119: 2018 Leche determinación de densidad.
39. NC 27: 2012 Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado.
40. NC 488: 2009 Limpieza y desinfección en la cadena alimentaria procedimientos generales.
41. NC 71: 2019 Leche determinación de acidez.
42. NC 78 05 1988 Leche pasteurizada especificaciones de calidad.
43. NC 827: 2017. Agua potable – requisitos sanitarios.
44. NC ISO 2446: 2003 Leche. Determinación del contenido de materia grasa. Método e rutina.
45. NEIAL 1599.13.2009 Limpieza y desinfección procedimiento en el establecimiento de Matanzas.
46. NIAL 1599 20 2009 Leche pasteurizada y leche concentrada pasteurizada proceso tecnológico en el establecimiento Mártires del 29 de Abril.
47. NOM-251-SSA1:2009 <https://www.globalstd.com/certificacion/sistema-haccp>

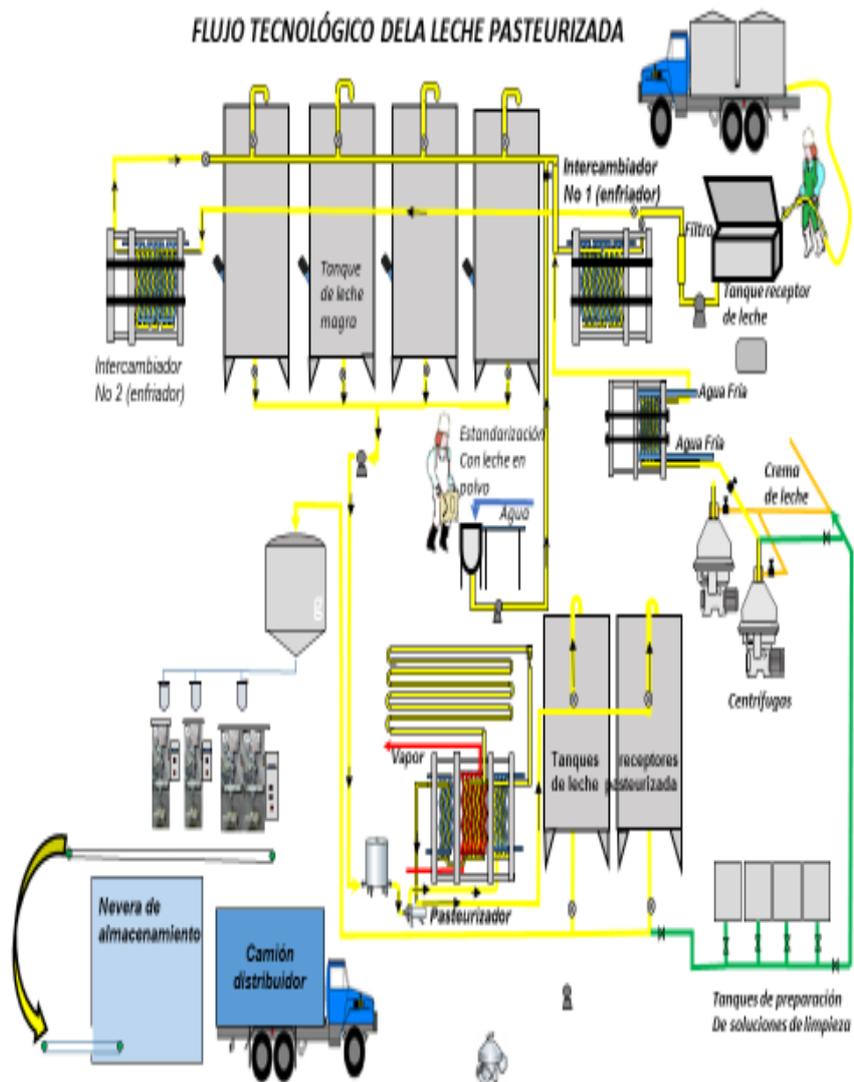
48. Normey-Rico, J. E., & Camacho, E. F. 2006. Predicción para control: una panorámica del control de procesos con retardo, Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, Vol. 5. España.
49. NRIAL 021. 2002 Leche pasteurizada y leche concentrada pasteurizada con sustitución de grasa láctea especificaciones de calidad.
50. NRIAL 170:00 leche determinación del contenido de sólidos no grasos uso de la fórmula de Richomond. Método de ensayo
51. Núñez Castro, María. A. et al. (2008). Determinación de los costos de calidad en el proceso productivo de la leche. Tesis en opción al título de Ingeniería Comercial especialización, comercio exterior y marketing. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
52. Orozco, J. L. 2016. Consultas personales del autor con el DrC. Jesús Luis Orozco.
53. Palacios Hernández, O., (2017). Procedimiento para la evaluación de la Disciplina Tecnológica en el proceso de obtención de queso de la Pasteurizadora "Germán Hernández Salas" de Cárdenas. Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial. Universidad de Matanzas.
54. Pérez Porto, J., & Merino, M., (2012). Definición de instrumentación Disponible en <http://definicion.de/instrumentacion>
55. Perez, J., & Gardey, A. (2008). Definición de pyme. Disponible en: <https://definicion.de/pyme>
56. PNUMA / IMA. (2003). Un paquete de recursos de capacitación: Producción más limpia. Documentos técnicos de apoyo. Parte 3. p 28.
57. Ray, E., (2014). Disponible en: <https://es.slideshare.net/eduar2200000/cartas-de-control-38336732>
58. Ribot Enríquez, Ariel. et al. (2011). Manual de Laboratorios Lácteos. Centro Nacional de Seguridad Alimentaria (CENSA). San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
59. Salazar, David X. y Vargas Típan, Darío J. (2015). Diseño de una planta para elaboración de dos productos lácteos y la evaluación de la influencia de la leche producida mediante el método "Rotativo Racional" en el rendimiento, composición y calidad. Tesis en opción al título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos. Universidad de las Américas.

60. Serrano Méndez, J. H., Tortosa Ferrer, B., I., Terri Berro C., C. (b) (2007). Protección Ambiental y Producción Más Limpia. Parte 2. Folleto Universidad Para Todos
61. Torres, P. 2009. Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano, Revista Ingenierías Vol. 8. Medellín, Colombia
62. Vega González, Luis R. (2004). Factores que han impulsado la innovación en la instrumentación industrial, un estudio de caso. Revista INGENIERÍA Investigación y Tecnología. México, UNAM.
63. Zaror Zaror. Claudio.A. (2000). "Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos". Concepción, Chile.

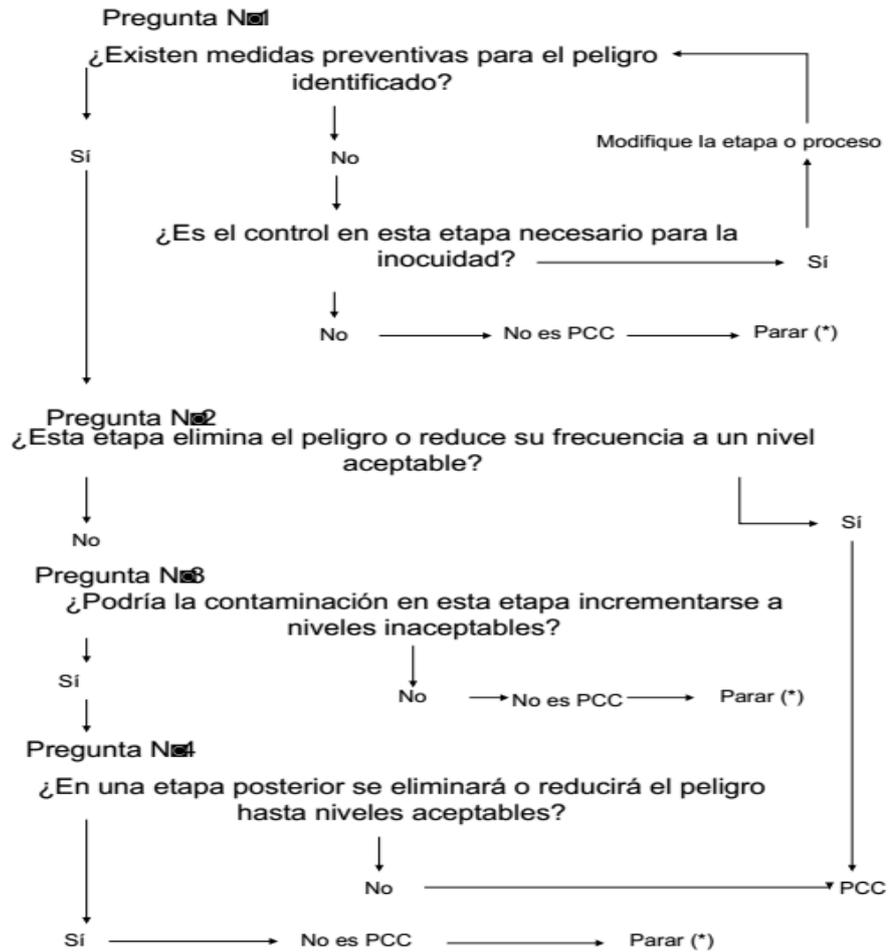
**ANEXO 1. Localización geográfica del objeto estudio**



## ANEXO 2. Diagrama de flujo del proceso de obtención



### ANEXO 3. Árbol de decisión para determinar los puntos críticos de control (PCC)



(\*) Pase a la etapa siguiente  
Fuente: COVENIN (2002) y NC 136:2007.

## ANEXOS 4.

**Tabla 4.1. Datos de los parámetros de almacenamiento de la leche fresca**

TEMPERATURA (°C)					ACIDEZ (%)					DENSIDAD ESPECÍFICA (g/cm)					GRASA (%)					SNG (%)				
13,0	13,0	12,0	7,0	10,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	7,740	7,740	7,740	7,740	7,740
13,0	13,0	12,0	7,0	10,0	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	7,900	7,900	7,900	7,900	7,900
13,0	13,0	12,0	7,0	10,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	7,880	7,880	7,880	7,880	7,880
13,0	13,0	12,0	7,0	10,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	7,860	7,860	7,860	7,860	7,860
13,0	13,0	12,0	7,0	10,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	7,630	7,630	7,630	7,630	7,630
10,0	10,0	10,0	12,0	17,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	7,610	7,610	7,610	7,610	7,610
10,0	10,0	10,0	12,0	17,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	7,860	7,860	7,860	7,860	7,860
10,0	10,0	10,0	12,0	17,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	7,780	7,780	7,780	7,780	7,780
10,0	10,0	10,0	12,0	17,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	7,700	7,700	7,700	7,700	7,700
10,0	10,0	10,0	12,0	17,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	7,470	7,470	7,470	7,470	7,470
8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	7,840	7,840	7,840	7,840	7,840
8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	7,820	7,820	7,820	7,820	7,820
8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	7,860	7,860	7,860	7,860	7,860
8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	7,610	7,610	7,610	7,610	7,610
8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	7,570	7,570	7,570	7,570	7,570
14,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	7,820	7,820	7,820	7,820	7,820
14,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	7,490	7,490	7,490	7,490	7,490
14,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	7,590	7,590	7,590	7,590	7,590
14,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	7,820	7,820	7,820	7,820	7,820
14,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	7,720	7,720	7,720	7,720	7,720

## ANEXO 4. Cont

**Tabla 4.2. Datos de temperatura de almacenamiento de la leche estandarizada, de pasteurización y de almacenamiento de la leche pasteurizada**

Temperatura de almacenamiento de leche estandarizada (° C)					Temperatura de pasteurización (° C)					Temperatura de almacenamiento de leche pasteurizada (° C)				
14	14	14	14	14	75,20	76,20	74,20	75,20	75,40	13	13	13	13	13
11	11	11	11	11	73,70	74,20	74,50	73,70	74,00	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	76,60	75,30	73,70	75,30	75,30	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	75,30	75,60	75,60	75,50	75,50	12	12	12	12	12
15	15	15	15	15	75,20	76,20	75,20	75,40	75,20	13	13	13	13	13
13	13	13	13	13	74,20	73,70	74,50	75,00	74,50	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	76,00	75,30	76,00	76,20	75,40	12	12	12	12	12
9	9	9	9	9	76,30	76,20	76,00	75,30	76,00	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	73,40	76,00	75,80	75,30	75,20	14	14	14	14	14
14	14	14	14	14	75,20	76,20	75,20	75,30	75,30	13	13	13	13	13
10	10	10	10	10	73,80	74,20	74,50	75,00	74,40	13	13	13	13	13
15	15	15	15	15	73,80	74,20	75,10	76,00	76,00	12	12	12	12	12
14	14	14	14	14	75,20	76,00	74,20	74,30	75,60	10	10	10	10	10
16	16	16	16	16	75,40	75,50	75,60	75,50	75,30	15	15	15	15	15
13	13	13	13	13	74,30	73,70	73,20	73,00	73,00	14	14	14	14	14
12	12	12	12	12	76,00	75,30	76,00	73,40	73,50	14	14	14	14	14
10	10	10	10	10	75,20	76,00	75,20	75,20	76,00	15	15	15	15	15
15	15	15	15	15	74,30	73,70	73,20	73,00	73,00	13	13	13	13	13
13	13	13	13	13	73,80	73,80	73,70	72,40	75,40	13	13	13	13	13
12	12	12	12	12	75,30	76,00	76,00	75,30	75,60	10	10	10	10	10

**ANEXO 4. Cont.**

**Tabla 4.3. Datos de los parámetros en el proceso envasado y en el producto terminado**

Temperatura de la leche envasada (° C)					Contenido de las bolsas en proceso envasado (ml)					Temperatura de nevera de producto terminado (° C)					Contenido de las bolsas en producto terminado (ml)				
13	13	13	13	13	910	900	910	915	895	10	9	8	9	9	910	920	870	920	905
13	13	13	13	13	900	910	880	910	910	9	10	10	10	10	910	985	920	905	915
13	13	13	13	13	880	910	890	910	890	10	8	8	8	7	890	910	920	900	910
13	13	13	13	13	910	865	910	900	910	7	7	7	8	9	920	910	910	920	890
14	14	14	14	14	910	875	915	920	910	7	9	10	7	9	870	910	910	900	910
13	13	13	13	13	910	870	910	880	910	10	11	10	10	8	890	905	915	915	910
12	12	12	12	12	910	870	880	910	910	9	9	8	8	10	890	860	920	930	910
13	13	13	13	13	880	910	910	890	910	10	8	11	10	10	890	930	910	900	910
15	15	15	15	15	910	860	910	910	890	9	10	10	10	8	900	920	920	900	910
14	14	14	14	14	910	870	910	890	880	10	10	10	10	8	905	870	920	920	920
14	14	14	14	14	910	890	900	920	910	9	10	10	8	8	905	920	880	915	915
14	14	14	14	14	910	910	920	880	900	9	9	7	7	7	860	890	930	910	930
11	11	11	11	11	910	890	900	910	920	10	10	10	10	10	900	920	910	920	910
15	15	15	15	15	900	910	920	910	910	8	10	10	10	10	930	915	915	870	910
15	15	15	15	15	860	910	870	900	920	8	8	9	9	9	905	915	915	900	890
15	15	15	15	15	880	910	890	915	915	9	9	9	9	8	910	870	900	940	920
16	16	16	16	16	890	920	910	915	900	8	8	9	8	8	920	900	930	890	920
14	14	14	14	14	895	900	910	870	910	8	8	8	7	7	985	910	915	910	870
14	14	14	14	14	880	910	910	880	910	9	8	7	7	7	910	895	890	920	915
11	11	11	11	11	890	910	910	900	910	10	8	9	9	10	880	930	900	870	920

**ANEXO 5. Relación de los índices de capacidad potencial y de capacidad real con el porcentaje de incumplimiento de la norma**

Valor del índice	% fuera de la especificación	
	Variable con doble especificación	Variable con una sola especificación
0,25	45,33	22,66
0,50	13,36	6,68
0,60	7,19	3,59
0,70	3,57	1,79
0,80	1,64	0,82
0,90	0,69	0,35
1,00	0,27	0,135
1,10	0,97	0,048
1,20	0,032	0,016
1,30	0,010	0,005
1,40	0,003	0,0014
1,50	0,0007	0,0004
1,60	0,00002	0,0001
<i>Fuente: Gutiérrez (2002)</i>		

## ANEXO 6. Lista de chequeo para la evaluación del mantenimiento

UEB lácteos Matanzas

### Cuestionario de Mantenimiento Fabril

Podría usted responder nuestro cuestionario en una escala de 1 a 5 calificando solo colocando una cruz de acuerdo a su consideración en cada cuadro de la escala:

1. Nunca
2. Casi nunca
3. Algunas veces
4. Casi siempre se realiza
5. Siempre se realiza muy bien

No	Preguntas	1	2	3	4	5
1	Existe un programa de mantenimiento					
2	Existe un presupuesto para el plan de mantenimiento					
3	Se realizan los mantenciones periódicas de los equipos de proceso					
4	Existe un sistema para medir la eficacia del mantenimiento					
5	Se verifica la calidad del manteniendo					
6	Se utilizan los productos normados durante el proceso de limpieza					
7	Existe un cronograma de limpieza y desinfección de las instalaciones y de los equipos tecnológicos					
8	Existe un plan de reparaciones para los edificios y alrededores					
9	Los equipos tecnológicos tienen su documentación, auxiliar o independiente, como manuales o catálogos del fabricante					
10	Existe un plan de lubricación para los equipos con el lubricante apropiado así como de engrase					
11	Se planifica el manteniendo de los equipos de refrigeración					
12	Son preservados los equipos ,tuberías, obras civiles contra la corrosión y los efectos de la naturaleza, así como otros provenientes de los procesos industriales mediante la aplicación de pinturas y sustancia anticorrosiva					
13	Se planifica las inspecciones (interiores y exteriores) y reparaciones de la caldera					
14	El operador de la caldera tiene instrucciones relacionada con el mantenimiento de la caldera					

15	Existe los materiales y herramientas para llevar a cabo el mantenimiento de las maquinarias					
16	Los equipos de mantenimiento están correctamente calibrados					
17	Se respetan las condiciones de diseños durante los mantenimientos					
18	Se evalúa al personal que interviene en los mantenimientos					
19	Existe informes de los mantenimientos para su posterior discusión					
20	Existe un cronograma de reparaciones de envergadura teniendo en cuenta las condiciones mecánicas reales de los equipos					
21	Se aplica un mantenimiento de actualización con el objetivo de compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias					

## ANEXO 7. Lista de chequeo para la evaluación del entorno socioeconómico

### UEB lácteos Matanzas

#### Cuestionario de Entorno Socio –Económico

Podría usted responder nuestro cuestionario en una escala de 1 a 5 calificando solo colocando una cruz de acuerdo a su consideración en cada cuadro de la escala:

1. Nunca
2. Casi nunca
3. Algunas veces
4. Casi siempre se realiza
5. Siempre se realiza muy bien

No	Preguntas	1	2	3	4	5
1	Existen contratos, por escrito y actualizados, de los proveedores y transportistas externos					
2	Existe una amplia base de datos que permita a la empresa evaluar sus resultados, y los documentos necesarios para confrontar el control de los resultados					
3	Existe copia de los informes, permisos, y autorizaciones administrativas que rigen el funcionamiento de la planta					
4	Existe un sistema, actualizado y escrito, y la documentación necesaria para una gestión correcta de las materias primas					
5	Existe un estudio de mercado donde se desarrolla la empresa y resultados concretos					
6	Se cuenta con registros de calidad, así como las declaraciones de conformidad de las materias primas entregadas por los proveedores de forma de determinar cuál es la más idónea para el proceso productivo					
7	Los proveedores garantizan la cantidad y calidad de las materias primas con la que trabaja la planta					
8	Existe correspondencia entre la oferta que se produce y la demanda del mercado					
9	Los trabajadores conocen del presupuesto con que cuenta el establecimiento					
10	Conocen los trabajadores de los ingresos y gastos					

	generados en el mes por cada departamento					
11	Existe un plan de venta mensual y anual					
12	Son estimulantes los salarios que devengan los trabajadores					
13	Cuenta el territorio con ofertas laborales de mayor preferencia					
14	Existe una alta competencia para la industria en el territorio					
15	Constituye la industria un sector de preferencia de la fuerza de trabajo en el territorio					

## ANEXO 8. Lista de chequeo para la evaluación de la mano de obra

### UEB lácteos Matanzas

#### Cuestionario de Mano de Obra

Podría usted responder nuestro cuestionario en una escala de 1 a 5 calificando solo colocando una cruz de acuerdo a su consideración en cada cuadro de la escala:

1. Nunca
2. Casi nunca
3. Algunas veces
4. Casi siempre se realiza
5. Siempre se realiza muy bien

No	Preguntas	1	2	3	4	5
1	Los trabajadores de nuevo ingreso son idóneos para el puesto a ocupar según la ley 116					
2	Los trabajadores de nuevo ingreso conocen sus instrucciones específicas de su puesto de trabajo según la NC: 702: 2009					
3	Se realiza chequeo médico periódico al personal que manipula alimentos según la NC: 702: 2009					
4	Son capacitados los trabajadores que manipulan alimentos según la NC 455:2014					
5	Los trabajadores son evaluados mensualmente según el anexo 2 evaluación de desempeño para verificar su grado de destreza y idoneidad para su puesto de trabajo según la ley 116					
6	Existe un presupuesto para la capacitación de los trabajadores					
7	Existe un presupuesto para la compra de medios de protección y seguridad en el trabajo					
8	Los trabajadores conocen del plan de capacitación					
9	Conoce el trabajador las características de las materias primas y de los subproductos intermedios del proceso productivo					
10	El trabajador conoce las características de los residuales y el tratamiento que se realiza a estos					
11	Son penalizados aquellos trabajadores que incumplen con					

	las normas y responsabilidades de su puesto de trabajo según la ley 116					
12	Los trabajadores cuentan con locales de servicio sanitario e instalaciones para lavarse las manos independientes del área de proceso según resolución M 12 : 2010					
13	Existe una lista de posibles factores de riesgo de enfermedades transmitida por los alimentos según NC 585: 2017					
14	Conocen los trabajadores de que tener alguna enfermedad no puede manipular alimentos según la NC 455: 2014					
15	Existe algún registro de toda actividad relativa a los factores de riesgo identificados a enfermedades transmitida por alimentos					
16	Los trabajadores tiene los manuales de operación al alcance					
17	Se tiene atención correcta a la mano de obra de la planta					
18	Existe un liderazgo que sea capaz de comunicar correctamente a las diferentes subdivisiones las tareas y dar el ejemplo en el cumplimiento del deber					
19	Conocen los trabajadores de la política medio ambiental del establecimiento					

**ANEXO 9. Lista de chequeo para la evaluación para la evaluación de materiales**

UEB lácteos Matanzas  
Cuestionario de materiales

Podría usted responder nuestro cuestionario en una escala de 1 a 5 calificando solo colocando una cruz de acuerdo a su consideración en cada cuadro de la escala:

1. Nunca
2. Casi nunca
3. Algunas veces
4. Casi siempre se realiza
5. Siempre se realiza muy bien

No	Preguntas	1	2	3	4	5
1	Existe un plan de consumo de agua mensual y anual					
2	Existe salideros de agua en la instalación					
3	Existe sobreconsumo de agua potable					
4	Existe un procedimiento para la limpieza y desinfección de la instalación según la NC 488: 2009					
5	Las soluciones de limpieza y desinfección son preparadas según la NEIAL 1599.13.2009					
6	Son supervisada la limpieza y desinfección por el personal implicado					
7	Son recuperadas las soluciones de limpieza una vez culminada la desinfección					
8	Existe un sobreconsumo de soluciones químicas que intervienen en la desinfección de la instalación					

## ANEXO 10. Valor porcentual y peso asignado a los parámetros de calidad del agua

Parámetro	pH	Conductividad	Oxígeno disuelto	Reducción del permanganato	Coliformes	Nitrógeno amoniacal	Cloruros	Temperatura	Detergentes	Aspecto	Valoración porcentual
V A L O R  A N A L I T I C O	1/14	> 16.000	0	> 15	> 14.000	> 1,25	> 1.500	> 50 / > -8	> 3,00	Pésimo	0
	2/13	12.000	1	12	10.000	1,00	1.000	45 / -6	2,00	Muy malo	10
	3/12	8.000	2	10	7.000	0,75	700	40 / -4	1,50	Malo	20
	4/11	5.000	3	8	5.000	0,50	500	36 / -2	1,00	Desagradable	30
	5/10	3.000	3,5	6	4.000	0,40	300	32 / 0	0,75	Impropio	40
	6/9,5	2.500	4	5	3.000	0,30	200	30 / 5	0,50	Normal	50
	6,5	2.000	5	4	2.000	0,20	150	28 / 10	0,25	Aceptable	60
	9	1.500	6	3	1.500	0,10	100	26 / 12	0,10	Agradable	70
	8,5	1.250	6,5	2	1.000	0,05	50	24 / 14	0,06	Bueno	80
	8	1.000	7	1	500	0,03	25	22 / 15	0,02	Muy bueno	90
7	< 750	7,5	< 0,5	< 50	0	0	21 a 16	0	Excelente	100	
Unidad de medida	Udad.	µmhos/cm	mg/l	mg/l	n°/100 ml	p.p.m.	p.p.m.	°C	mg/l	Subjetiva	%
Peso	1	4	4	3	3	3	1	1	4	1	—

Los valores analíticos que corresponden a un valor porcentual menor que 50, se entienden como no permisibles. Se precisarán medidas correctoras.

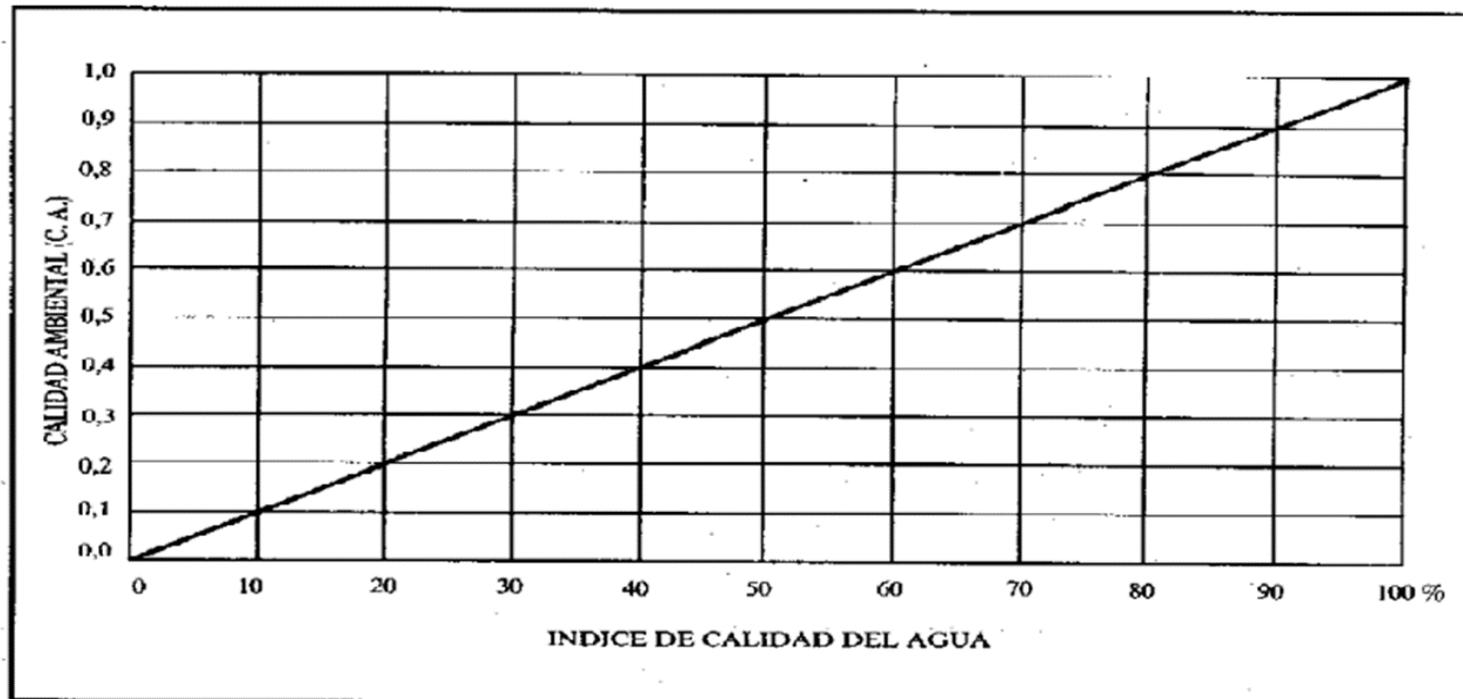
Fuente: Conesa (2000).

ANEXO 10. Continuación

<i>Parámetro</i>	<i>Dureza</i>	<i>Sólidos disueltos</i>	<i>Plaguicidas</i>	<i>Grasas y aceites (percloroformo)</i>	<i>Sulfatos</i>	<i>Nitratos</i>	<i>Cianuros</i>	<i>Sodio</i>	<i>Calcio</i>	<i>Magnesio</i>	<i>Fosfatos</i>	<i>Nitritos</i>	<i>DBO<sub>5</sub></i>	<i>Valor porcentual</i>
<b>V A L O R  A N A L I T I C O</b>	> 1.500	> 20.000	> 2	> 3	> 1.500	> 100	> 1	> 500	> 1.000	> 500	> 500	> 1	> 15	0
	1.000	10.000	1	2	1.000	50	0,6	300	600	300	300	0,50	12	10
	800	5.000	0,4	1	600	20	0,5	250	500	250	200	0,25	10	20
	600	3.000	0,2	0,60	400	15	0,4	200	400	200	100	0,20	8	30
	500	2.000	0,1	0,30	250	10	0,3	150	300	150	50	0,15	6	40
	400	1.500	0,05	0,15	150	8	0,2	100	200	100	30	0,10	5	50
	300	1.000	0,025	0,08	100	6	0,1	75	150	75	20	0,05	4	60
	200	750	0,01	0,04	75	4	0,05	50	100	50	10	0,025	3	70
	100	500	0,005	0,02	50	2	0,02	25	50	25	5	0,010	2	80
	50	250	0,001	0,01	25	1	0,01	15	25	15	1	0,005	1	90
	< 25	< 100	0	0	0	0	0	< 10	< 10	< 10	0	0	< 0,5	100
Unidad de medida	mg CO, Ca/l	mg/l	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%
Peso	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	3	—

Fuente: Conesa (2000).

### ANEXO 11. Determinación de la calidad ambiental a partir del índice de calidad del agua



Fuente: Conesa (2000)

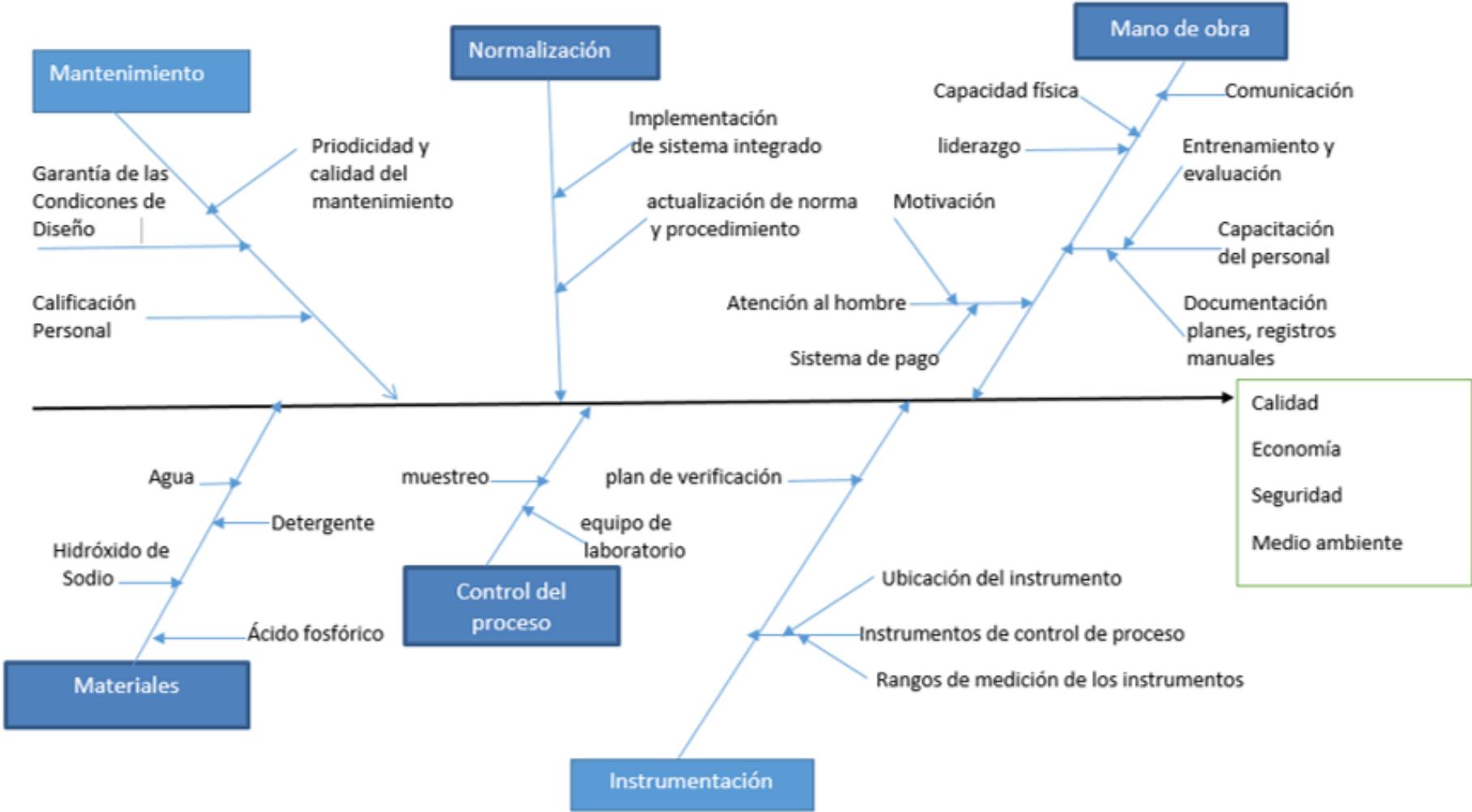
## ANEXO 12. Análisis de peligro e identificación de los puntos críticos de control según árbol de decisión

Etapa del proceso	Peligros potenciales		¿Es este peligro Significativo para la Inocuidad del Producto?	Justificación Medidas de control de	Justificación Medidas de control de	PCC
Recepción de la leche fresca	<b>Biológicos</b>	Contaminación con microorganismos patógenos durante la transportación y en los equipos de almacenamiento en la industria	Sí	Los microorganismos patógenos afectan la inocuidad de la leche cuando proliferan en temperaturas elevadas (superiores a 8 °C)	Recogida de la leche en horas tempranas para aprovechar las bajas temperaturas al amanecer. Climatizar los tanques de recepción e leche traslado. Buenas prácticas de fabricación	No
	<b>Químicos</b>	Residuos de antibióticos y/o plaguicidas	Sí	Los antibióticos provocan alergias e intoxicaciones Alimentarias	Establecer un control en la recepción de la leche	No
		Elevada acidez de la leche	Sí	Afecta el sabor de la leche y provoca Intoxicación	Refrigerar la leche durante la recogida y almacenamiento. Establecer horarios de recogida tempranos en la mañana para aprovechar las bajas temperatura	Sí
	<b>Físicos</b>	Pelos, insectos, tierra, hojas	Sí	Transportan microorganismo	Filtración de la leche	No
Almacenamiento de leche fresca	<b>Biológicos</b>	Crecimiento de microorganismos patógenos por deficiencia en la refrigeración	Sí	La leche fresca debe estar refrigerada a una temperatura no mayor que 8 °C y no por más de 24 horas	Controlar el tiempo y la temperatura de almacenamiento en los tanques de leche fresca.	No

	<b>Químicos</b>	Ninguno	No			
	<b>Físicos</b>	Ninguno	No			
Tratamiento de la leche (clarificación y pasteurización)	<b>Biológicos</b>	Sobrevivencia de microorganismos patógenos	Sí	La pasteurización asegura la eliminación de microorganismos viables patógenos presentes en la leche cruda	La pasteurización debe ser a una temperatura de 72 a 76 °C durante 15 segundos. Revisar las condiciones técnicas del intercambiador de calor. Evaluar la generación del vapor de la industria	Sí
	<b>Químicos</b>	Ninguno	No			
	<b>Físicos</b>	Presencia de impurezas en la leche		La clarificación asegura la eliminación de las impurezas de la leche	La clarificación debe ser a una temperatura de 40 a 50 °C revisar las condiciones técnicas de la clarificadora	Sí
Almacenamiento de leche pasteurizada	<b>Biológicos</b>	Crecimiento de microorganismos patógenos por deficiencia en la refrigeración y mala desinfección	Sí	La leche pasteurizada debe estar refrigerada a una temperatura no mayor que 8 °C y no por más de 48 horas	Controlar el tiempo y la temperatura de almacenamiento en los tanques de leche pasteurizada. Controlar la desinfección de los tanques de almacenamiento de leche pasteurizada	No
	<b>Químicos</b>	Ninguno	No			
	<b>Físicos</b>	Ninguno	No			
Llenado de leche pasteurizada	<b>Biológicos</b>	Crecimiento de microorganismos patógenos por deficiencia en la	Sí	La leche pasteurizada debe estar refrigerada a una	Controlar el tiempo y la temperatura de almacenamiento en los tanques de leche	No

		refrigeración y mala desinfección		temperatura no mayor que 8 °C y no por más de 48 horas	pasteurizada. Controlar la desinfección de las máquinas llenadoras	
	<b>Químicos</b>	Ninguno	No			
	<b>Físicos</b>	Ninguno	No			
Almacenamiento en nevera	<b>Biológicos</b>	Crecimiento de microorganismos patógenos por deficiencia en la refrigeración y mala desinfección	Sí	La leche pasteurizada debe estar almacenada en nevera de producto terminado a una temperatura no mayor de 8 °C y no por más de 48 horas	Controlar la temperatura de la nevera de producto terminado	No
	<b>Químicos</b>	Ninguno	No			
	<b>Físicos</b>	Ninguno	No			

**ANEXO 13. Diagrama causa-efecto**



## ANEXO 14. Resultados de las cartas de control para las diferentes variables

### Etapa: Almacenamiento de leche fresca

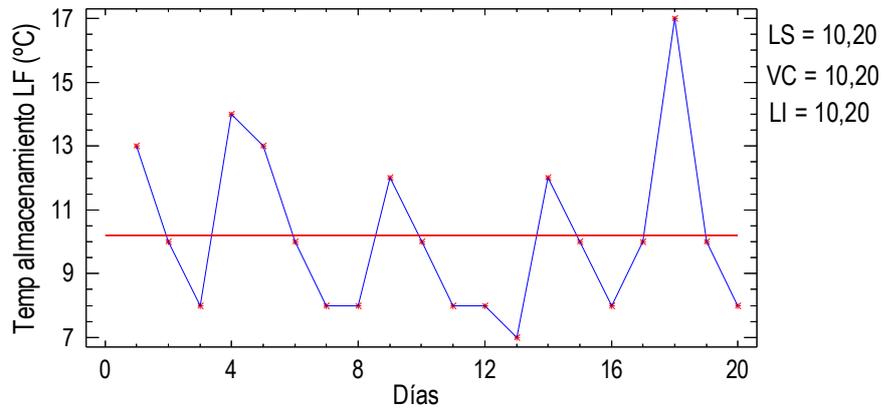


Figura 14.1. Carta de control para Temperatura de leche fresca

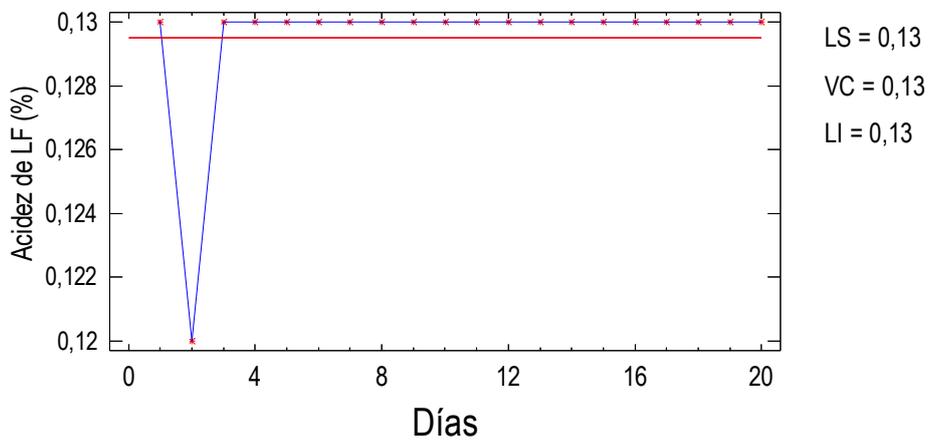


Figura 14.2. Carta de control para acidez de leche fresca

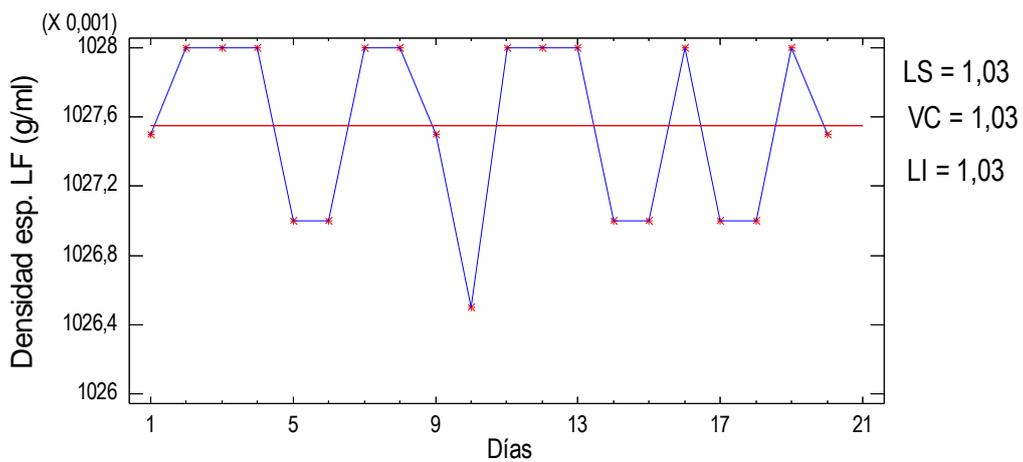


Figura 14.3. Carta de control para densidad específica de leche fresca

## ANEXO 14. Continuación

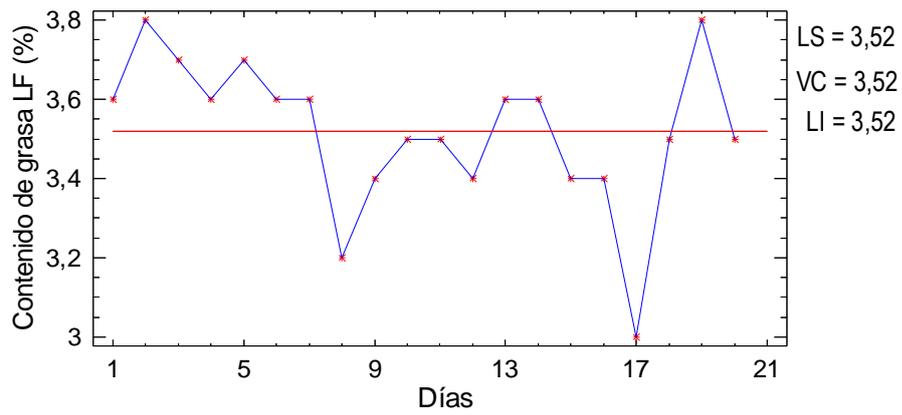


Figura 14.4. Carta de control para % de grasa de leche fresca

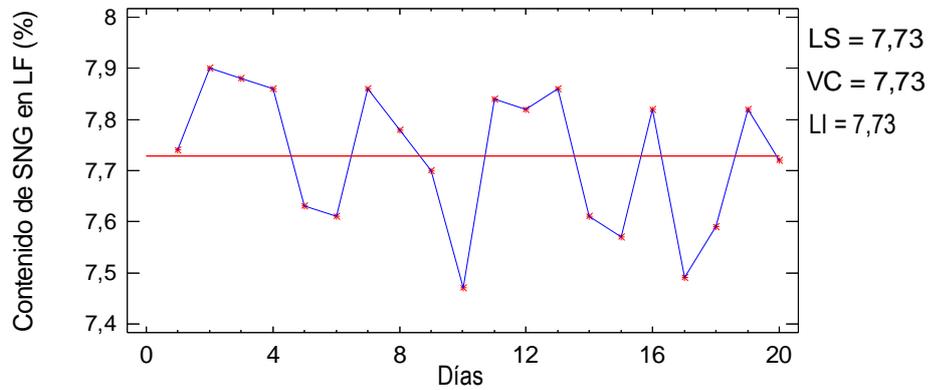


Figura 14.5. Carta de control para % de sólidos no grasos de leche fresca

### Etapa: Estandarización de leche fresca

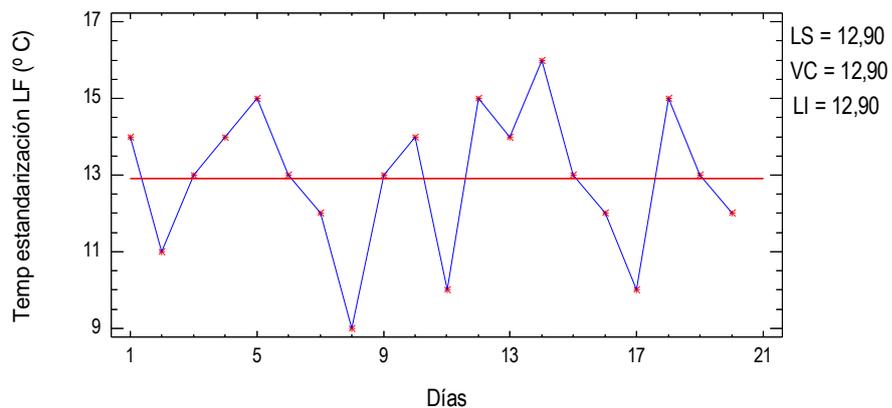


Figura 14.6. Carta de control para temperatura de estandarización de leche fresca

## ANEXO 14. Continuación

### Etapa: Almacenamiento de leche pasteurizada

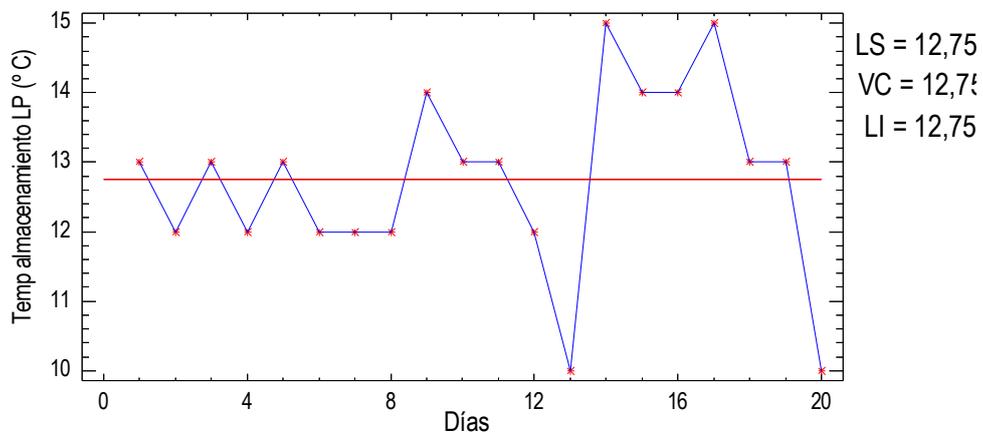


Figura 14.7. Carta de control para temperatura de almacenamiento de la leche pasteurizada

### Etapa: Llenado leche pasteurizada

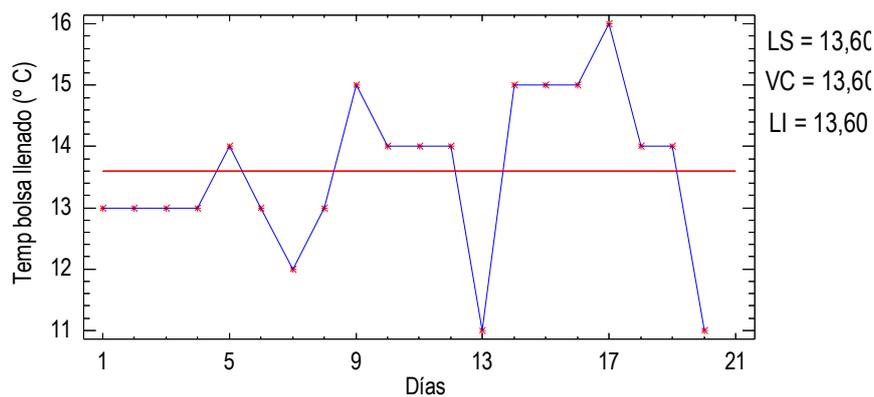


Figura 14.8. Carta de control para temperatura de llenado

### Etapa: Almacenamiento en nevera de producto terminado

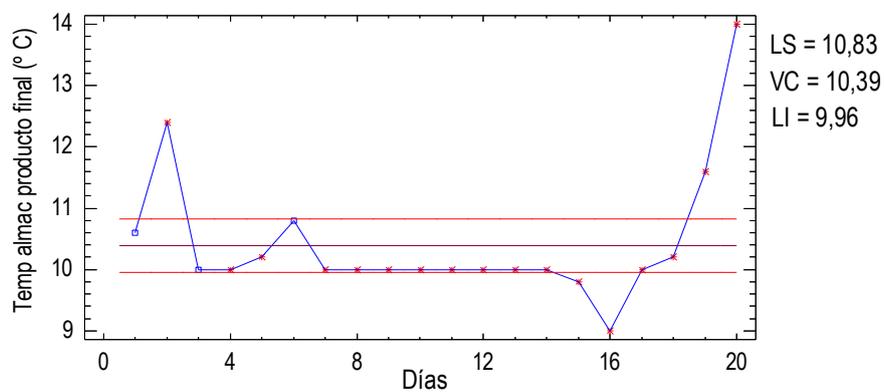


Figura 14.9. Carta de control para temperatura del producto terminado

## ANEXO 15. Series cronológicas

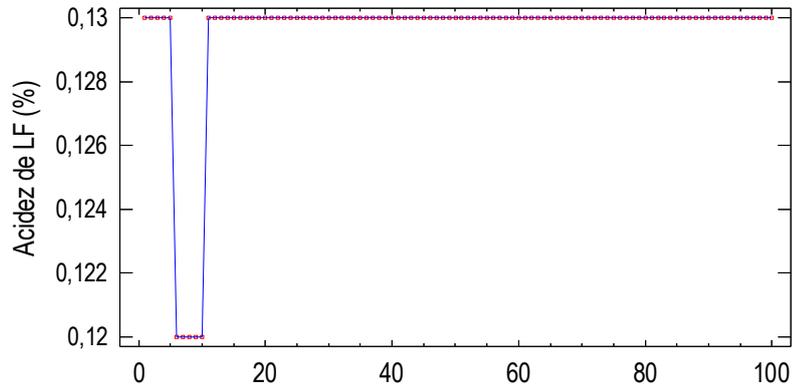


Figura 15.1. Serie cronológica de la acidez de la LF

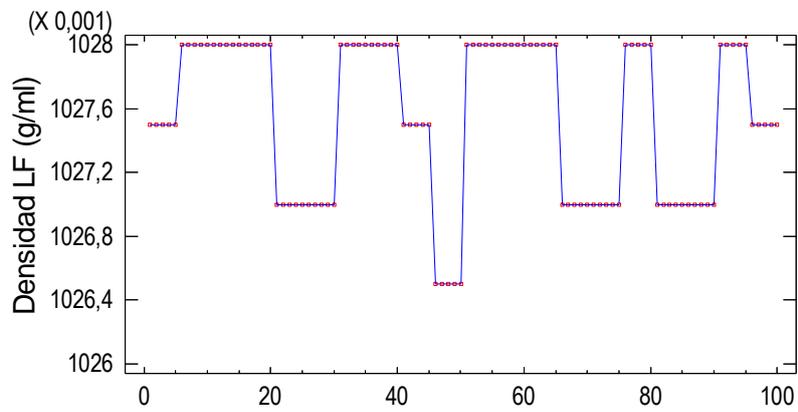


Figura 15.2. Serie cronológica de la densidad de la LF

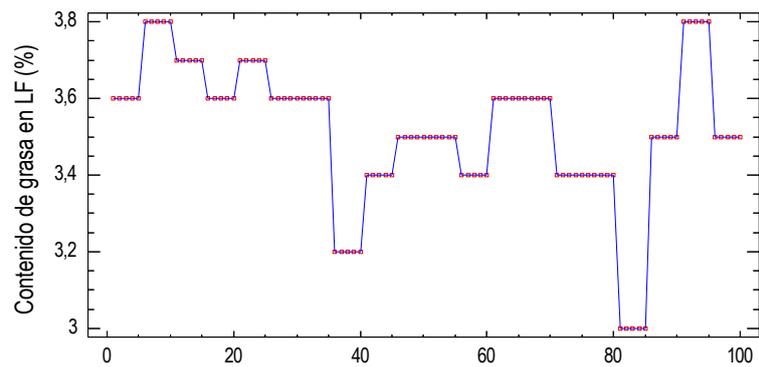


Figura 15.3. Serie cronológica del contenido de grasa en la LF

## ANEXO 15. Continuación

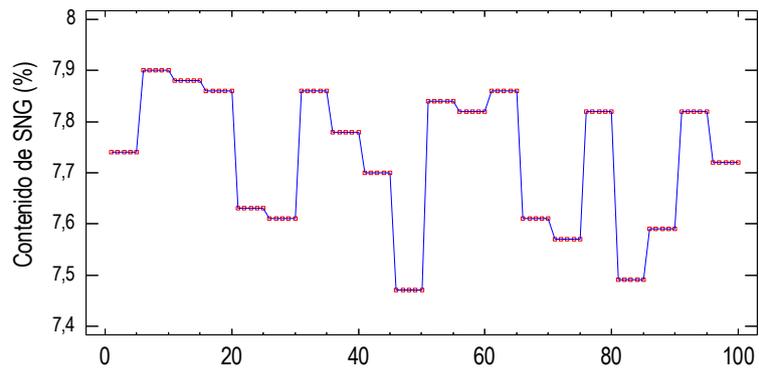


Figura 15.4. Serie cronológica del contenido de sólidos no grasos en la LF

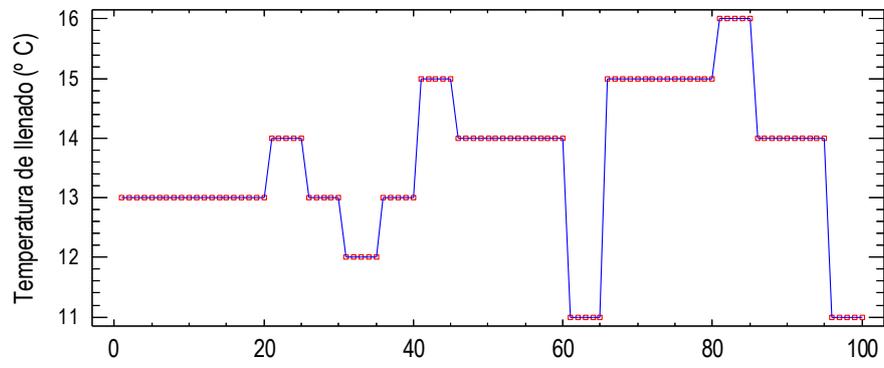


Figura 15.5. Serie cronológica de la temperatura de llenado

### ANEXO 16. Resultados de las pruebas de hipótesis

Etapa del proceso	Parámetro	Norma	CV (%)	Media	Hipótesis	Valor de probabilidad	Cumple con la norma
Tratamiento de la leche	Temperatura de almacenamiento de leche fresca (°C)	2 - 8	12,54	11,92	Ho: $\geq 2$	1,00	No
					H1: $< 2$	$1,72 \cdot 10^{-7}$	
Tratamiento de la leche	% acidez	0,17	1,69	0,13	Ho: $\leq 0,17$		1,00
					H1: $> 0,17$		
Tratamiento de la leche	% grasa	3,20	5,31	3,52	Ho: $\geq 3,2$	1,00	Sí
					H1: $< 3,2$		
Tratamiento de la leche	Densidad específica (g/cm)	1,0290	0,048	1,0275	Ho: $\geq 1,029$	0,00	No
					H1: $< 1,029$		
Tratamiento de la leche	% SNG	8,20	1,72	7,73	Ho: $\geq 8,20$	0,00	No
					H1: $< 8,20$		
Tratamiento de la leche	Temperatura de almacenamiento de leche estandarizada (°C)	4 - 8	14,13	12,9	Ho: $\geq 4$	1,00	No
					H1: $< 4$	0,00	
					Ho: $\leq 8$		
					H1: $> 8$		

Tratamiento de la leche	Temperatura de pasteurización (°C)	72 – 76	1,30	74,93	Ho: ≥ 72	1,00	Sí
					H1:< 72		
					Ho: ≤76	1,00	
Tratamiento de la leche	Temperatura de almacenamiento de leche pasteurizada (°C)	4 - 10	10,23	12,75	Ho: ≥ 4	1,00	No
					H1:< 4		
					Ho: ≤ 10	0,00	
Proceso de envasado	Temperatura de la leche envasada (°C)	4 - 10	9,46	13,6	Ho: ≥ 4	1,00	No
					H1:< 4		
					Ho: ≤ 10	0,00	
	Contenido de las bolsas ( ml)	906- 928	1,69	900	Ho: ≥ 906	4,276*10 <sup>-4</sup>	No
					H1:< 906		
					Ho: ≤ 928	1	
Producto terminado	Temperatura de nevera producto terminado (°C)	Menor 10	12,52	8,84	Ho: ≤10	1,00	Sí
					H1: > 10		
	Contenido de las	906- 928	2,20	908	Ho: ≥ 906	0,85	Sí

	bolsas (ml)	ml			Ho: < 906		
					Ho: ≤ 928	2,03*10 <sup>-7</sup>	
					Ho: > 928		

## ANEXO 17. Índices de capacidad para las variables del proceso

Tabla 17.1. Índices de capacidad para variables con doble especificación

Variable	Norma	C <sub>p</sub>	Clase del proceso	Decisión	% fuera de especificación	C <sub>pk</sub>	C <sub>pm</sub>
Temperatura de almacenamiento leche fresca (°C)	2- 8	0,39	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	40,2	0,29	0,13
Temperatura de almacenamiento de leche estandarizada (°C)	2- 8	0,55	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	0,69	0,90	0,09

Temperatura de pasteurización (°C)	72-76	0,68	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	40,2	0,36	0,009
Temperatura de almacenamiento de leche pasteurizada (°C)	6- 10	0,51	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	3,57	0,70	0,06
Temperatura de bolsa de leche proceso de llenado (°C)	6- 10	0,52	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	2,99	0,93	0,06
Contenido de bolsa de leche proceso de llenado (°C)	906 – 928	0,24	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	45,33	0,11	0,004
Temperatura de la nevera producto terminado (°C)	2-10	1,20	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	32,56	0,35	0,27
Contenido de envases producto terminado (°C)	906 – 928	0,18	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	45,33	0,035	0,004

## ANEXO 17. Continuación

Tabla 17.2. Índices de capacidad con una sola especificación

Variable	Norma	C <sub>pi</sub>	C <sub>pm</sub>
Densidad proceso de almacenamiento leche fresca (g/cm)	≥1,0290	1,0	0,33
% grasa proceso de almacenamiento leche fresca (%)	≥3,20	0,57	0,28
% Sólidos no grasos (SNG) proceso de almacenamiento leche fresca (%)	≥8,20	1,18	0,38

## ANEXO 18. Control de la instrumentación y parámetros críticos

Operaciones	Variable que se controla	Punto de control	Tipo de medición	Control real	Se registra	Frecuencia
Recepción y almacenamiento de la leche	% Acidez	Tanque de recepción	Indirecta	si	Sí	A cada ruta de acopio
	Temperatura de almacenamiento	Tanque de almacenamiento	Directa	Sí	Sí	Cada dos horas durante todo el turno de trabajo de 24 horas
	% Grasa	Tanque de recepción	Indirecta	Sí	Sí	A cada ruta de acopio
	Densidad específica	Tanque de recepción	Indirecta	Sí	Sí	A cada ruta de acopio
	% SNG	Tanque de recepción	Indirecta	Sí	Sí	A cada ruta de acopio
Tratamiento de leche proceso de estandarización	% Acidez	Tanque de almacenamiento de leche estandarizada	Indirecta	Sí	Sí	Cada dos horas durante todo el turno de trabajo de 24 horas
	Temperatura de almacenamiento	Tanque de Almacenamiento de leche estandarizada	Directa	Sí	Sí	Cada dos horas durante todo el turno de trabajo de 24 horas
	% Grasa	Tanque de Almacenamiento de leche estandarizada	Indirecta	Sí	Sí	Una vez al día por cada lote
	Densidad específica	Tanque de Almacenamiento de leche estandarizada	Indirecta	Sí	Sí	Una vez al día por cada lote
	% SNG	Tanque de Almacenamiento de leche estandarizada	Indirecta	Sí	Sí	Una vez al día por cada lote
Tratamiento de leche clarificación y	Temperatura de clarificación	Clarificadora	Directa	Sí	Sí	Siempre que se clarifique
	Temperatura de	Pasteurizador	Directa	Sí	Sí	Siempre que se

pasteurización	pasteurización					pasteurice
Tratamiento de leche almacenamiento de leche pasteurizada	% Acidez	Tanque de almacenamiento de leche estandarizada	Indirecta	Sí	Sí	Cada dos horas durante todo el turno de trabajo de 24 horas
	Temperatura de almacenamiento	Tanque de Almacenamiento de leche pasteurizada	Directa	Sí	Sí	Cada dos horas durante todo el turno de trabajo de 24 horas
	% Grasa	Tanque de Almacenamiento de leche estandarizada	Indirecta	Sí	Sí	Una vez al día por cada lote
	Densidad específica	Tanque de Almacenamiento de leche estandarizada	Indirecta	Sí	Sí	Una vez al día por cada lote
	% SNG	Tanque de Almacenamiento de leche estandarizada	Indirecta	Sí	Sí	Una vez al día por cada lote
Tratamiento de leche proceso de envasado	Temperatura de envasado del producto	Temperatura de la leche en el envase	Directa	Sí	Sí	Cada 1 hora durante todo el proceso de envasado.
	% Acidez	% Acidez de la leche en el envase	Indirecta	Sí	Sí	Cada 1 hora durante todo el proceso de envasado.
	Densidad específica	Densidad de la leche en el envase	Indirecta	Sí	Sí	Cada 1 hora durante todo el proceso de envasado.
	% Grasa	% de grasa de la leche en el envase	Indirecta	Sí	Sí	Cada 1 hora durante todo el proceso de envasado.
	% SNG	% SNG de la leche en el envase	Indirecta	Sí	Sí	Cada 1 hora durante todo el proceso de envasado.

Almacenamiento de producto terminado	Temperatura de nevera de producto terminado	Nevera	Directa	Sí	Sí	Cada dos horas durante todo el turno de trabajo de 24 horas
	% Acidez	% Acidez de la leche en el envase	Indirecta	Sí	Sí	Una vez al día por cada lote
	Densidad específica	Densidad de la leche en el envase	Indirecta	Sí	Sí	Una vez al día por cada lote
	% Grasa	% de grasa de la leche en el envase	Indirecta	Sí	Sí	Una vez al día por cada lote
	% SNG	% SNG de la leche en el envase	Indirecta	Sí	Sí	Una vez al día por cada lote

## ANEXO 19. Resultados de aplicación del FMEA en el pasteurizador de la leche

Elemento	Descripción del equipo	Modo de fallo	Forma de detección del fallo	Efecto de fallo	(O)	(D)	(S)	NPR	Acciones correctivas
Termómetro	Control de la temperatura de pasteurización de la leche	- Baja presión de vapor -El sistema no da la temperatura programada -no abre la válvula de alimentación de vapor	Mala calidad del proceso de pasteurización	-Proliferación de microorganismos. -El producto provoca una ETA	5	8	1	40	-subir la presión de vapor de 200 a 300 KPa. -ajustar el regulador de temperatura. -ajustar y regular la válvula - realización de ensayo de fosfatasa alcalina con el objetivo de comprobar la calidad del proceso de pasteurización
Placas	Placas de transferencia de calor	Formación de incrustaciones	Baja temperatura en el proceso de pasteurización	-Proliferación de microorganismos. -El producto provoca una ETA -disminución de la transferencia de calor	8	5	1	40	-Desarmar el equipo y limpiar las placas

Válvula de inversión de agua y aire	Regula flujo de agua y regula presión de aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Desgaste de empaquetaduras de caucho.</li> <li>-No hay alimentación de aire en la válvula de inversión.</li> <li>-No funciona el distribuidor de aire electro neumático.</li> <li>-baja presión de aire de la establecida.</li> </ul>	Mala calidad del proceso de pasteurización	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Proliferación de microorganismos.</li> <li>-El producto provoca una ETA</li> </ul>	5	5	3	75	<ul style="list-style-type: none"> <li>-cambiar las empaquetaduras de caucho.</li> <li>-comprobar la alimentación de aire.</li> <li>-comprobar la alimentación de la tensión del electroimán.</li> <li>-subir la presión de aire.</li> </ul>
-------------------------------------	---	---	--	--	---	---	---	----	--

**ANEXO 20. Resultados de aplicación del FMEA en nevera de producto terminado**

Elemento	Descripción del equipo	Modo de fallo	Forma de detección del fallo	Efecto de fallo	(O)	(D)	(S)	NPR	Acciones correctivas
Termómetro	Control de la temperatura de la nevera.	Termómetro fuera de calibración o averiado.	Deficiente Enfriamiento en la nevera.	-Aumento de la acidez del producto terminado -Afectaciones en sus características organolépticas	2	5	10	100	-Verificar el estado del equipo. -Sustituir el instrumento.
Difusores	Equipo de enfriamiento	- Equipo obstruido o averiado. -Falta de amoníaco en el sistema de refrigeración	Deficiente enfriamiento en la nevera.	-Aumento de la acidez del producto terminado -Afectaciones en sus características organolépticas	5	7	10	350	-Realizar Mantenimientos periódicos. -Sustituir el equipo. -Abastecer de amoníaco.

## Anexo 21. Método de Kendall para el indicador mano de obra

No	Indicadores / Expertos	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	$\Sigma a_i$	$\Delta$	$\Delta^2$
1	Los trabajadores de nuevo ingreso son idóneos para el puesto a ocupar según la ley 116	8	7	8	8	7	7	7	8	7	67	-23	529
2	Los trabajadores de nuevo ingreso conocen sus instrucciones específicas de su puesto de trabajo según la NC: 702: 2009	8	9	8	9	9	8	9	8	9	77	-13	169
3	Se realiza chequeo médico periódico al personal que manipula alimentos según la NC: 702: 2009	9	8	9	8	9	8	8	9	8	76	-14	196
4	Son capacitados los trabajadores que manipulan alimentos según la NC 455:2014	8	9	9	8	9	8	8	9	8	76	-14	196
5	Los trabajadores son evaluados mensualmente según el anexo 2 evaluación de desempeño para verificar su grado de destreza y idoneidad para su puesto de trabajo según la ley 116	5	6	5	6	5	7	6	7	6	53	-37	1369
6	Existe un presupuesto para la capacitación de los trabajadores	8	7	8	7	6	5	7	6	5	59	-31	961
7	Existe un presupuesto para la compra de medios de protección y seguridad en el trabajo	8	6	8	7	6	7	6	7	8	63	-27	729
8	Los trabajadores conocen del plan de capacitación	5	6	7	6	5	6	7	6	5	53	-37	1369
9	Conoce el trabajador las características de las materias primas y de los subproductos intermedios del proceso productivo	6	7	6	8	8	5	8	7	8	63	-27	729
10	El trabajador conoce las características de los residuales y el tratamiento que se realiza a estos	2	3	4	2	3	4	3	2	4	27	-63	3969
11	Son penalizados aquellos trabajadores que incumplen con las normas y responsabilidades de su puesto de trabajo según la ley 116	6	8	7	6	8	7	6	8	6	62	-28	784
12	Los trabajadores cuentan con locales de servicio sanitario e instalaciones para lavarse las manos independientes del área de proceso según resolución M 12 : 2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	-83	6889
13	Existe una lista de posibles factores de riesgo de enfermedades transmitida por los alimentos según NC 585: 2017	9	9	9	8	8	8	9	9	9	78	-12	144
14	Conocen los trabajadores de que tener alguna enfermedad no puede manipular alimentos según la NC 455: 2014	6	7	6	5	6	6	5	6	6	53	-37	1369
15	Existe algún registro de toda actividad relativa a los factores de riesgo identificados a enfermedades transmitida por alimentos	6	6	7	6	6	7	7	6	7	58	-32	1024
16	Los trabajadores tiene los manuales de operación al alcance	8	6	8	8	7	8	8	8	7	68	-22	484
17	Se tiene atención correcta a la mano de obra de la planta	3	1	3	2	3	3	1	3	2	21	-69	4761
18	Existe un liderazgo que sea capaz de comunicar correctamente a las diferentes subdivisiones las tareas y dar el ejemplo en el cumplimiento del deber	4	5	4	3	5	4	3	5	4	37	-53	2809
19	Conocen los trabajadores de la política medio ambiental del establecimiento	2	2	3	3	4	2	4	2	2	24	-66	4356
											1022	-688	32836

$$\tau = 90$$

$$\omega = 0,7$$

**ANEXO 22. Matriz de Saaty para el indicador mano de obra**

	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	v max	peso	LI	Li *Pi
I1	1	1/4	1/5	1/7	1/3	1/5	1	1	1/2	1	1	1/4	1	1/4	1/5	1/2	1/2	1	1/2	1	0,01	3	0,03
I2	4	1	1/5	1/2	1/3	1	1	1/2	1/4	1	1/2	1	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1	1	7	0,09	2	0,18
I3	5	5	1	1/7	1	1	1/3	1/2	1	1/2	1	1/5	1/5	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1	4	0,05	3	0,20
I4	7	2	7	1	1/5	1/2	1/2	1	1	1	1/4	1	1	1	1/2	1	1	1	1/2	3	0,04	3	0,12
I5	3	3	1	5	1	1	1	1/2	1	1/2	1/5	1	1	1	1/3	1	1	1	1/2	4	0,05	3	0,15
I6	5	1	1	2	1	1	1/3	1	1	1	1/4	1	1/5	1/5	1	1	1/2	1/2	1	8	0,10	5	0,50
I7	1	1	3	2	1	3	1	1	1	1	1/7	1	1/5	1/5	1/4	1	1	1	1/2	7	0,09	3	0,27
I8	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/3	1/2	1/5	1	1	1/2	1	7	0,09	2	0,18
I9	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1/3	1	1	1	1/2	1	1	1/2	1	1/2	3	0,04	3	0,12
I10	1	1	2	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1/4	1/4	1	1	1	1/2	1/2	4	0,05	3	0,15
I11	1	2	1	4	5	4	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1/2	1	1	1	5	0,06	2	0,12
I12	4	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3	1/3	1/4	1	1	1/2	1	6	0,07	1	0,07
I13	1	3	5	1	1	5	5	3	1	4	1	3	1	1/7	1/7	1	1/2	1/2	1	5	0,06	2	0,12
I14	4	3	4	1	1	5	5	2	2	4	1	3	7	1	1/7	1/2	1/2	1/2	1	5	0,06	3	0,18
I15	5	2	4	2	3	1	4	5	1	1	1	4	7	7	1	1/2	1	1	1/2	6	0,07	3	0,21
I16	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	7	0,09	4	0,36
I17	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1/3	6	0,07	2	0,14
I18	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	6	0,07	5	0,35
I19	2	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	3	1	1	6	0,07	3	0,21
																				74	1,32		3,75

$V_m = 6,75$

$V_r = 3,96$

$C = 58,7$

## Anexo 23. Método de Kendall para el indicador mantenimiento

No	Indicadores / Expertos	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	$\Sigma a_i$	$\Delta$	$\Delta^2$
1	Existe un programa de mantenimiento	6	6	7	6	6	6	7	6	7	57	-42	1764
2	Existe un presupuesto para el plan de mantenimiento	6	5	5	6	5	6	6	6	6	51	-48	2304
3	Se realizan los mantenimientos periódicos de los equipos de proceso	4	3	4	3	4	4	3	4	4	33	-66	4356
4	Existe un sistema para medir la eficacia del mantenimiento	5	4	5	4	5	5	4	4	5	41	-58	3364
5	Se verifica la calidad del manteniendo	5	5	4	5	4	4	5	4	5	41	-58	3364
6	Se utilizan los productos normados durante el proceso de limpieza	9	9	9	9	9	9	9	9	9	81	-18	324
7	Existe un cronograma de limpieza y desinfección de las instalaciones y de los equipos tecnológicos	9	9	9	9	9	9	9	9	9	81	-18	324
8	Existe un plan de reparaciones para los edificios y alrededores	4	3	4	4	4	4	3	3	4	33	-66	4356
9	Los equipos tecnológicos tienen su documentación, auxiliar o independiente, como manuales o catálogos del fabricante	6	5	6	6	5	5	6	6	6	51	-48	2304
10	Existe un plan de lubricación para los equipos con el lubricante apropiado así como de engrase	4	3	4	4	4	3	3	3	4	32	-67	4489
11	Se planifica el manteniendo de los equipos de refrigeración	4	3	3	3	4	3	4	4	4	32	-67	4489
12	Son preservados los equipos ,tuberías, obras civiles contra la corrosión y los efectos de la naturaleza, así como otros provenientes de los procesos industriales mediante la aplicación de pinturas y sustancia anticorrosiva	32	3	2	3	2	3	2	3	3	47	-52	2704
13	Se planifica las inspecciones ( interiores y exteriores ) y reparaciones de la caldera	3	2	3	2	3	3	3	3	3	25	-74	5476
14	El operador de la caldera tiene instrucciones relacionada con el mantenimiento de la caldera	9	9	9	9	9	9	9	9	9	81	-18	324
15	Existe los materiales y herramientas para llevar a cabo el mantenimiento de las maquinarias	4	4	3	3	3	4	3	3	4	31	-68	4624
16	Los equipos de mantenimiento están correctamente calibrados	9	9	9	9	9	9	9	9	9	81	-18	324
17	Se respetan las condiciones de diseños durante los mantenimientos	4	4	5	5	4	5	5	4	4	40	-59	3481
18	Se evalúa al personal que interviene en los mantenimientos	8	7	8	8	8	8	8	8	7	70	-29	841
19	Existe informes de los mantenimientos para su posterior discusión	5	4	4	5	5	4	5	5	5	42	-57	3249
20	Existe un cronograma de reparaciones de envergadura teniendo en cuenta las condiciones mecánicas reales de los equipos	5	4	4	5	5	5	4	4	5	41	-58	3364
21	Se aplica un mantenimiento de actualización con el objetivo de compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias	4	4	4	3	4	4	3	4	4	34	-65	4225
											1025	-1054	60050

$$\tau = 99$$

$$\omega = 0,53$$

**ANEXO 24. Matriz de Saaty para el indicador mantenimiento**

	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	v max	peso	LI	Li *Pi
I1	1	1/7	1/4	1/3	1/4	1/8	1/7	1/3	1/3	1/1	1/3	1/4	1/2	1/4	1/4	1	1/4	1/3	1/2	1/3	1	1	0,01	3	0,03
I2	7	1	1	1	1/2	1/5	1/2	1/2	1/3	1/3	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1	1/2	1/3	1/3	1/2	1/2	7	0,09	2	0,18
I3	4	1	1	1/2	1/2	1	1/5	1/5	1/2	1/4	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1	1/3	1/3	1/2	1	4	0,05	3	0,20
I4	3	1	2	1	1	1	1	1/2	1/3	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1/4	1/5	1/3	1/2	3	0,04	3	0,12
I5	4	2	2	1	1	1	1	1/2	1	1/2	1/4	1/6	1	1/2	1/2	1/3	1/6	1/2	1/2	1/4	1/3	4	0,05	3	0,15
I6	8	5	1	1	1	1	1/5	1/7	1	1	1	1/3	1/2	1	1	1/7	1/3	1	1/2	1/2	1	8	0,10	5	0,50
I7	7	2	5	1	1	5	1	1	1/2	1	1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1	1/3	1/3	1/2	1	7	0,09	3	0,27
I8	3	2	5	2	2	7	1	1	1	1/2	1/3	1/2	1	1/5	1	1/2	1/3	1/3	1/2	1	1/3	7	0,09	2	0,18
I9	3	3	2	3	1	1	2	1	1	1/2	1/2	1	1	1/5	1/2	1/6	1/3	1/2	1	1/3	1/2	3	0,04	3	0,12
I10	1	3	4	4	2	1	1	2	2	1	1/5	1/4	1/2	1/2	1/5	1/6	1/6	1/5	1	1	1/2	4	0,05	3	0,15
I11	3	4	3	4	4	1	1	3	2	5	1	1/2	1/2	1/3	1	1/5	1/3	1/2	1	1/2	1/2	5	0,06	2	0,12
I12	4	2	2	2	6	3	1	2	1	4	2	1	1/5	1	1/2	1/5	1/4	1/4	1/2	1/2	1	6	0,07	1	0,07
I13	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	5	1	1	1/5	1/6	1/7	1/6	1/6	1/4	1/2	5	0,06	2	0,12
I14	4	2	2	2	2	1	3	5	5	2	3	1	5	1	1/4	1/3	1/4	1/5	1	1/2	1	5	0,06	3	0,18
I15	4	3	2	1	2	1	4	1	2	5	1	2	6	4	1	1/6	1/2	1/2	1/3	1/2	1	6	0,07	3	0,21
I16	1	1	1	1	3	7	5	2	6	6	5	5	7	3	6	1	1/6	1/4	1/2	1	1	7	0,09	4	0,36
I17	4	2	1	1	6	3	1	3	3	6	3	4	6	4	2	6	1	1	1/2	1	1	6	0,07	2	0,14
I18	3	3	3	4	2	1	3	3	2	5	2	4	6	5	2	4	1	1	1/4	1/3	1	6	0,07	5	0,35
I19	2	3	3	5	2	2	3	2	1	1	1	2	6	1	3	2	2	4	1	1	1	6	0,07	3	0,21
I20	3	2	2	3	4	2	2	1	3	1	2	2	4	2	2	1	1	3	1	1	1	4	0,05	3	0,15
I21	1	2	1	2	3	1	1	3	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0,04	3	0,12
																						81	1,32		3,75

$V_m = 6,55$

$V_r = 3,75$

$C = 57,3$

## Anexo 25. Método de Kendall para el indicador gasto de materiales

No	Indicadores / Expertos	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	$\Sigma a_i$	$\Delta$	$\Delta^2$
1	Existe un plan de consumo de agua mensual y anual	6	6	7	7	7	6	7	7	7	60	19.5	380.25
2	Existe salideros de agua en la instalacion	2	3	2	2	2	2	2	3	2	20	-20.5	420.25
3	Existe sobreconsumo de agua potable	3	4	3	4	3	3	4	4	3	31	-9.5	90.25
4	Existe un procedimiento para la limpieza y desinfeccion de la instalacion según NC 488 :2009	7	8	8	8	8	7	8	8	7	69	28.5	812.25
5	Las solucione de limpieza y desinfección son preparadas según la NEIAL 1599.13.2009	3	4	3	3	3	3	4	3	3	29	-11.5	132.25
6	Son supervisada la limpieza y desinfección por el personal implicado	7	8	7	8	7	8	8	8	7	68	27.5	756.25
7	Son recuperadas las soluciones de limpieza una vez culminada la desinfección	1	2	1	2	2	2	2	1	2	15	-25.5	650.25
8	Existe un sobreconsumo de soluciones químicas que intervienen en la desinfección de la instalación	4	5	4	5	5	5	4	4	4	40	-0.5	0.25
											332	8	3242

$$\tau = 40,5$$

$$\omega = 0,95$$

## ANEXO 26. Matriz de Saaty para el indicador gasto de materiales

	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	v max	peso	LI	Li *Pi
I1	1	1/3	1/7	1/7	1/7	1/7	1	1	1	0,03	5	0,15
I2	3	1	1/7	1	1	1	1/2	1	3	0,10	3	0,30
I3	7	7	1	1	1/3	1/2	1/3	1/2	7	0,24	3	0,72
I4	7	1	1	1	1/3	1/4	1/3	1/2	7	0,24	5	0,72
I5	7	1	3	3	1	1	1	1	7	0,24	5	0,72
I6	7	1	2	4	1	1	1/3	1	7	0,24	5	0,72
I7	1	2	3	3	1	3	1	1/3	3	0,10	2	0,20
I8	1	1	2	2	1	1	3	1	2	0,07	4	0,28
									29	1,26		3,81

$$V_m = 6,55$$

$$V_r = 3,75$$

$$C = 57,3$$

## Anexo 27. Método de Kendall para el indicador socio-económico

No	Indicadores	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	$\Sigma a_i$	$\Delta$	$\Delta^2$
1	Existen contratos, por escrito y actualizados, de los proveedores y transportistas externos	7	7	8	7	7	8	8	8	8	68	-4	16
2	Existe una amplia base de datos que permita a la empresa evaluar sus resultados, y los documentos necesarios para confrontar el control de los resultados	6	6	7	7	6	7	6	7	6	58	-14	196
3	Existe copia de los informes, permisos, y autorizaciones administrativas que rigen el funcionamiento de la planta	8	9	9	8	8	9	9	9	8	77	5	25
4	Existe un sistema, actualizado y escrito, y la documentación necesaria para una gestión correcta de las materias primas	9	9	9	9	9	9	9	9	9	81	9	81
5	Existe un estudio de mercado donde se desarrolla la empresa y resultados concretos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	-63	3969
6	Se cuenta con registros de calidad, así como las declaraciones de conformidad de las materias primas entregadas por los proveedores de forma de determinar cuál es la más idónea para el proceso productivo	9	9	9	9	9	9	9	9	9	81	9	81
7	Los proveedores garantizan la cantidad y calidad de las materias primas con la que trabaja la planta	3	3	5	5	3	3	5	3	3	33	-39	1521
8	Existe correspondencia entre la oferta que se produce y la demanda del mercado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	-63	3969
9	Los trabajadores conocen del presupuesto con que cuenta el establecimiento	4	4	3	3	4	4	3	3	4	32	-40	1600
10	Conocen los trabajadores de los ingresos y gastos generados en el mes por cada departamento	3	3	2	3	2	3	3	2	3	24	-48	2304
11	Existe un plan de venta mensual y anual	4	3	4	4	3	4	3	4	4	33	-39	1521
12	Son estimulantes los salarios que devengan los trabajadores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	-65	4225
13	Cuenta el territorio con ofertas laborales de mayor preferencia	8	8	7	7	8	8	7	7	8	68	-4	16
14	Existe una alta competencia para la industria en el territorio	9	9	9	9	8	9	9	9	9	80	8	64
15	Constituye la industria un sector de preferencia de la fuerza de trabajo en el territorio	3	3	2	3	3	3	2	2	3	24	-48	2304
											684	-396	21892

$$\tau = 72$$

$$\omega = 0,96$$

## ANEXO 28. Matriz de Saaty para el indicador gasto de materiales

	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	v max	peso
I1	1	1/5	1/5	1/7	1	1/7	1	1	1/3	1	1/3	1	1/7	1	1	1	0.02
I2	5	1	1/7	1	1	1/7	1	1/2	1/2	1/2	1/4	1	1/3	1/3	1/2	5	0.10
I3	5	7	1	1	1/2	1	1/2	1	1/2	1	1/2	1	1/4	1/5	1/3	7	0.14
I4	7	1	1	1	1/2	1/3	1/2	1	1	1/2	1/2	1	1/3	1/4	1/2	7	0.14
I5	1	1	2	2	1	1/2	1	1	1	1/2	1	1	1	1/2	1/4	2	0.04
I6	7	7	1	3	2	1	1/3	1	1/2	1	1/5	1	1/3	1/4	1/2	7	0.14
I7	1	1	2	2	1	3	1	1	1	1	1/2	1/4	1/5	1/2	1/4	3	0.06
I8	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/2	1/3	1	1/5	1/6	1/2	2	0.04
I9	3	2	2	1	1	2	1	1	1	1/2	1/2	1	1/3	1/2	1	3	0.06
I10	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1/2	1/5	1/4	1/3	2	0.04
I11	3	4	2	2	1	5	2	3	2	1	1	1	1/4	1/5	1/3	5	0.10
I12	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	1	1	1/3	1/3	1	4	0.08
I13	7	3	4	3	1	3	5	5	3	5	4	3	1	1/7	1/3	7	0.14
I14	1	3	5	4	2	4	2	6	2	4	5	3	7	1	1/3	6	0.12
I15	1	2	3	2	4	2	4	2	1	3	3	1	3	3	1	4	0.08
																50	1.3

$$V_m = 6,5$$

$$V_r = 5,1$$

$$C = 78,5$$