

Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Técnicas
Departamento de Química e Ingeniería Química



Trabajo de Diploma

*Evaluación del comportamiento de la disciplina
tecnológica en el proceso de obtención de queso de la
Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de
Cárdenas.*

Autor: Leonel Cabrera Gutiérrez

Tutores: Ing. Jesús Luis Orozco, Dr. C.

Ing. Ana Diana Pérez León.

Matanzas, Julio, 2016.

Declaración de autoridad

Declaro ser el único autor del trabajo de diploma *“Evaluación del comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso de la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas”*, presentado en opción al título académico de Ingeniero Químico. Autorizo a la Universidad de Matanzas y la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” a hacer uso de este con la finalidad que estime conveniente.

Leonel Cabrera Gutiérrez

Nota de aceptación

Presidente del Tribunal

Firma

Miembro del Tribunal

Firma

Miembro del Tribunal

Firma

Institución

Fecha

Pensamiento

“La ignorancia afirma o niega rotundamente; la ciencia duda”.

Voltaire

Dedicatoria

- A mis padres Esther y Leonel, por su profundo amor, dedicación y sacrificio, que han hecho de mí un hombre de bien.
- A mis hermanas Denisse y Melanie.
- A mi tía Mirna, quien ha sido mi segundo padre en todo momento y me ha ayudado en toda mi vida, por su amor infinito.
- A mi mujer Yuli, quien ha sabido guiarme por el buen camino y ha estado a mi lado en los momentos más difíciles, por su amor, cariño y entrega.
- A mis familiares, amigos, y en especial, a Dios.

Agradecimientos

A las personas más especiales del mundo, *Esther* y *Leonel*, por su apoyo, dedicación y sacrificio, por darme las fuerzas que en algunos momentos no tuve. A mi mamá por estar a mi lado todos los días, por velar mi sueño, por alegrarme y darme amor del más grande. A mi papá que aunque ha estado lejos físicamente la mayor parte del tiempo, no ha dejado de apoyarme en todo y ha orado por mí para que este momento llegara. A Vivian por cuidar de mi papá.

A mis hermosas hermanas *Melanie* y *Denisse*, y mi futuro sobrino, que sé que va a ser muy buen hombre como su tío.

A mi mujer *Yuli*, mi princesa linda, esa que ha sabido estar a mi lado y apoyarme en cada día para que todo me saliera bien, la que me ha enseñado a conocer el amor verdadero, la que ha hecho de mí un verdadero hombre, compañero y amigo, por toda tu dedicación, gracias.

A mi tía *Mirna*, por su comprensión, por aceptar las malcriadeces de niño que todavía me golpean, por soportar mis llamadas a cualquier hora, mis días incómodos para imprimir, por prestarme su carro, por atenderme directamente, y en especial por su verdadero amor hacia mí, por ser mi segundo padre, gracias.

A todos mis familiares, en especial a Mayi, María, Susana y Norgis.

A mi tutor *Jesús Luis Orozco*, por haberme convertido en su “socio” y enseñarme tanto en tan poco tiempo, por los buenos consejos para el presente y futuro, por su esfuerzo y apoyo en cada instante.

A mi tutora y amiga *Ana Diana*, pero más cariñoso *Ana*, que me ha dedicado gran cantidad de tiempo, conocimientos y comprensión. Por las largas horas que pasamos juntos, a veces con hambre, calor, dudas y preocupaciones. Por ser una persona especial, quien en poco tiempo se ha ganado mi afecto y respeto, a quien siempre estaré agradecido en todo, gracias.

A mis amigos, los que hicieron posible que llegara hasta aquí, los que en cada momento me apoyaron y me abrieron sus puertas, ellos son: Addiel, Basulto, Heydi, Anita, Alianny, Ricardo, Onel, Jorge Abel, Abelardo, Ariel y el loco Yoandy, y demás.

A todos mis compañeros de aula y profesores de la carrera.

Al personal del combinado lácteo en especial a los trabajadores del laboratorio.

Resumen

Este trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso de la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas. En él se determinaron las causas que producen violación de la disciplina tecnológica y su influencia sobre la calidad, economía, seguridad y medio ambiente; y se emplearon para ello herramientas simples recogidas en la literatura como son: listas de chequeo, diagrama de Ishikawa, cartas de control, Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP por sus siglas en inglés), prueba de hipótesis, análisis de indicadores económicos de la producción, “Análisis de modos de falla y efectos” (**FMEA** por sus siglas en inglés) e índice de calidad del agua. Las principales causas detectadas son la mala instrumentación, incumplimiento de las normas, falta de control del proceso, poca capacitación del personal, entorno socio-económico desfavorable y problemas con el mantenimiento. Además se pudo detectar que por concepto de violación de la disciplina tecnológica se dejan de ingresar 52435 \$/mes, se produce un incremento de la afectación a la calidad ambiental en un 67% y se afecta la calidad del producto terminado.

Abstract

This investigation work has the objective to evaluate the technological discipline performance in the cheese obtaining process from “Germán Hernández Salas” factory, situated in Cárdenas city. The causes which produce the technological discipline breaking were determined in this project and they have influence on the quality, the economy, the security and the environment; that’s why it was used simples tools found in the studied literature like: check lists, Ishikawa diagram, control charts, Hazard Analysis and Critical Control Point, Hypothesis Tests, analysis of economic indicators of the production, Failure Mode and Effect Analysis and the water quality index. The main detected causes are the bad instrumentation, breach of the rules, lack of the process control, the very little qualification of the staff, the unfavorable socioeconomic environment and the troubles with the maintenance. Besides was detected that 52435 \$/month weren’t come into the factory due to the technological discipline breaking, an environmental quality affectation increase in 67% and the finished product quality is also affected.

Tabla de contenido

Introducción.....	1
Capítulo 1- Análisis bibliográfico	4
1.1- Generalidades sobre industria láctea.....	4
1.2- Generalidades sobre disciplina tecnológica.	5
1.2.1- Definición.....	5
1.2.2- Importancia de la temática.....	5
1.3- Factores que influyen en la disciplina tecnológica.	6
1.3.1- Capacitación del hombre.	7
1.3.2-Capital humano.....	7
1.3.3- Control del proceso.....	8
1.3.4- Entorno	9
1.3.5- Instrumentación.	10
1.3.6- Mantenimiento	10
1.3.6- Normalización	11
1.4- Aspectos sobre los que repercute la disciplina tecnológica.	13
1.4.1- Calidad del producto.....	13
1.4.2- Economía.	16
1.4.3- Medio ambiente	16
1.4.4- Seguridad del proceso.....	17
1.5- Herramientas que existen para hacer estudios de disciplina tecnológica.	19
1.5.1- Análisis de riesgo.....	20
1.5.2- Análisis estadístico	22
1.5.3- Estudio de los aspectos medioambientales (mercado):.....	23
1.5.4- Balance de materiales	24
1.5.5- Balance de energía:.....	24
1.5.6. Índice de calidad del agua.	24
1.6- Conclusiones parciales.	25
Capítulo 2- Materiales y métodos empleados en la investigación.....	26
2.1- Determinación de los aspectos que inciden en la disciplina tecnológica. ...	27

2.2- Caracterización del proceso objeto de estudio.	28
2.2.1- Estandarización.	28
2.2.2-Preparación del cultivo industrial.	28
2.2.3-Preparación de la salmuera.	31
2.2.4-Equipos fundamentales que participan en el proceso.	33
2.2.5-Variables fundamentales del proceso:.....	33
2.3- Metodología para la determinación de los Puntos Críticos de Control.....	34
2.4- Procedimiento de evaluación de los diferentes aspectos de la disciplina tecnológica.	34
2.4.1- Control del proceso.....	34
2.4.2- Instrumentación.	36
2.4.3- Mano de obra, mantenimiento y entorno socio-económico.	37
2.5- Evaluación de la repercusión sobre el proceso.	38
2.5.1- Calidad.	38
2.5.2- Economía.	40
2.5.3- Seguridad.	42
2.5.4- Medio ambiente.	44
2.5.4.1-Índice de calidad del agua (ICA) e impacto ambiental.....	44
2.5.4.2- Flujo de residuales.....	46
2.5.4.3- Análisis de coliformes al agua potable usada en el proceso.	46
Capítulo 3: Presentación y análisis de los resultados obtenidos.	47
3.1 - Análisis de los resultados de la determinación de los Puntos Críticos de Control.	47
3.2 - Análisis de los resultados de las cartas de control para medias y rangos.	48
3.3 - Análisis de los resultados del estado de la instrumentación y la normalización del proceso.	50
3.4 – Análisis de los resultados de la evaluación de la mano de obra, mantenimiento y entorno socio-económico.	52
3.5 – Análisis de la repercusión de la disciplina tecnológica sobre la calidad, economía, seguridad y medio ambiente de la planta.	56
3.5.1 – Análisis de los resultados de la aplicación del diagrama de causa- efecto.	57

3.5.2 – Análisis del comportamiento de la calidad y cumplimiento de la normalización.....	57
3.5.3- Análisis de la repercusión de la violación de la disciplina tecnológica sobre la economía de la planta.....	62
3.5.4- Análisis de la repercusión sobre la seguridad del proceso.....	64
3.5.5- Análisis de la repercusión sobre el medio ambiente.....	65
3.5.5.1 – Análisis de los resultados del ICA.....	66
3.5.5.2 - Estimación del flujo de residuales.....	67
3.5.5.3 – Análisis de los resultados de la determinación de coliformes al agua potable usada en el proceso productivo.....	68
3.6 – Logros y limitaciones del estudio	69
3.7 - Conclusiones parciales.....	70
Conclusiones.....	71
Recomendaciones.....	72
Bibliografía	73
Anexos	79

Introducción

La industria química siempre se ha enfocado en el sentido de ofrecer un producto de mayor calidad a la sociedad y consecuentemente generar mayores ingresos, con el menor consumo posible de materias primas y mínimo daño al medio ambiente y el hombre. Sin embargo, dado el grado de complejidad del logro de este objetivo existen factores determinantes que están estrechamente vinculados con una adecuada implementación de la disciplina tecnológica.

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. Dentro de los principales aspectos que se deben tener en cuenta para el logro de una adecuada armonía entre el proceso, la economía, la salud del hombre y el medio ambiente es necesario poseer una correcta normalización de todos los recursos a emplear, del producto, los residuales, así como de los medios y equipos. El hombre dentro de una fábrica es la célula o principal elemento funcional de esta, por lo que su nivel de preparación, motivación, estado de ánimo y responsabilidad en el cumplimiento de su labor profesional es quien determina el logro de los objetivos. Otro de los factores determinantes de este equilibrio sistémico es un correcto estudio del entorno donde son ubicadas las instalaciones, de modo tal que sean identificadas los aspectos medioambientales que más influyen tales como el mercado, las condiciones higiénico-sanitarias, estado de la atmósfera y recursos hídricos que se presentan, y las materias primas consumidas.

La industria láctea actual presenta numerosos problemas funcionales que no solo son resueltos con un cambio de tecnología incluso aunque desde el punto de vista técnico fuera necesario. Reducir el consumo de agua, así como los efluentes del proceso y la toxicidad con que estos son vertidos hacia el medio circundante es una necesidad primordial hoy en la industria láctea. Trabajar con materias primas de calidad, o sea, con una leche que cumpla con las especificaciones y requerimientos de las normas es un elemento a tener en cuenta. La capacitación

del personal con la finalidad de lograr una buena administración, manejo adecuado de los recursos, planificación eficiente del proceso productivo, control, explotación de la tecnología que se tiene al máximo dentro de sus parámetros establecidos, y el completo tratamiento de los residuales generados son fundamentales también.

La Pasteurizadora de Productos Lácteos de Cárdenas pertenece a la Empresa de Productos Lácteos de Matanzas del Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL), la cual tiene como objetivo abastecer las demandas de productos lácteos con gran eficiencia, calidad y control. En inspecciones realizadas a esta empresa por el CITMA y otras delegaciones se han encontrado problemas en la calidad del producto, violaciones de la normalización, afectaciones al medio ambiente por consumos indiscriminados de agua y vertido de residuales líquidos sin previo tratamiento, por no contar con un sistema que lo permita, tal como ya ha sido reportado por (Águila, 2007). Todas estas afectaciones probablemente son la consecuencia de una mala disciplina tecnológica, sin embargo, un estudio del conjunto de todos estos elementos no ha sido realizado todavía, de forma que se conozca el nivel de afectación existente y el estado de esta.

Teniendo en cuenta esta problemática se ofrece 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 queso de la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas?

Hipótesis: Si se hace una evaluación de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso de la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas se podrán determinar los problemas de calidad, económicos, ambientales y de seguridad que este genera.

Objetivo general:

Evaluar el comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso de la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas.

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.

Capítulo 1- Análisis bibliográfico

El estudio de la disciplina tecnológica es muy importante en el buen desempeño de cualquier industria de procesos químicos. Esta trae asociada varios factores fundamentales que son de interés conocerlos y controlarlos, tales como: normalización, capacitación, control del proceso, estado de la instrumentación, mantenimiento, y entorno donde se desarrolla. Entre los aspectos que se ven afectados directamente por la violación de esta se encuentran: la economía, la seguridad del proceso, la calidad del producto y el medio ambiente. Existen hoy en día varias herramientas que permiten evaluar disciplina tecnológica de forma independiente cada una y no como una sola en particular. La industria de productos lácteos es una industria carente de buena disciplina tecnológica. Todos los elementos anteriormente mencionados serán abordados a continuación:

1.1- Generalidades sobre industria láctea.

La industria láctea es un sector que genera importantes recursos económicos en numerosas partes del mundo (Mena, 2009).

Los derivados de la leche son la crema, los quesos y la mantequilla. La crema concentra las grasas de la leche y, en mayor cantidad aún, la mantequilla, la cual se obtiene al aglomerarse los glóbulos grasos de la nata. Los quesos se preparan coagulando la leche más o menos desnatada mediante la aplicación del cuajo (en el comercio se vende en pastillas o de forma líquida), que produce la separación de la caseína de la leche. Es un buen estimulante de la digestión y facilita la asimilación de grasas y carbohidratos (Mena, 2009).

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 el 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 hoy afectan seriamente a la industria en cuestión 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 control del proceso (Vega, 2004).

1.2- Generalidades sobre disciplina tecnológica.

1.2.1- Definición.

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 (Orozco, 2016).

Díaz, (2016) coincide en que 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.

1.2.2- Importancia de la temática.

En la mayoría de los países, se requiere de un estudio o declaración de impacto ambiental para acciones seleccionadas que tienen efectos significativos sobre el medio ambiente; cabe señalar que cada situación de impacto ambiental es un hecho singular, para lo cual no existe una receta que tenga aplicación universal (Figueroa y Simonetti, 2003).

Además ayuda a contar con información necesaria y confiable para determinar si los indicadores de calidad de una industria están cumpliendo con la normativa establecida y saber si su producto es competente en el mercado (Arispe y Tapia, 2007).

Otro de los elementos por los que resulta importante su estudio es la economía, pues es sin lugar a dudas el motivo fundamental de cualquier industria. La repercusión de esta sobre la economía es total; determina precios; costos por concepto de mayores consumos de materias primas, electricidad, agua, reactivos, combustible, empleo de mano de obra calificada, entre otros; estudios del mercado, cambios en la tecnología empleada, control y tratamiento de residuales, mantenimiento y reparaciones, y muchos otros factores ligados a la industria química en general (Núñez *et al*, 2008).

Un aspecto de gran significación que nunca se debe descartar y que guarda especial relación con la disciplina tecnológica es la seguridad del proceso. Muchos estudios de riesgo y seguridad industrial han sido realizados por numerosos autores. El hombre es el elemento determinante en cualquier proceso productivo, siendo quien lo crea, controla y modifica; por lo que cuidar de su salud, bienestar y evitar daños a su salud antes que todo es fundamental (Mena, 2009).

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

1.3- Factores que influyen en la disciplina tecnológica.

Existen muchos factores que pueden determinar una buena o mala disciplina tecnológica en una industria química, pero de acuerdo a la bibliografía consultada se han considerado como fundamentales: la capacitación del hombre, normalización, entorno, control del proceso y la instrumentación. Estos aspectos fundamentales son abordados con mayor profundidad a continuación:

1.3.1- Capacitación del hombre.

Cambio en la organización

Sin duda es el hombre uno de los factores más determinantes del resultado de todo proceso productivo, por lo que su nivel de preparación es importante a la hora de obtener resultados óptimos y altos rendimientos. En ocasiones, la única manera de obtener un rendimiento significativo es llevar a cabo importantes cambios en la organización, cambios que suponen un intento previamente planificado por la dirección de mejorar el rendimiento general de las personas, de los grupos o de la propia organización, mediante la modificación de la estructura, el comportamiento y los procesos de la misma (Mármol, 2007).

Gestión por competencias

La gestión por competencias es un sistema de administración del recurso humano que permite gestionar el talento de las personas o su capacidad de obtener resultados superiores y estables. La gestión del talento, da un paso más que la gestión del conocimiento, ya que no considera únicamente los conocimientos, habilidades y destrezas, sino que adecua los comportamientos de las personas en cantidad y calidad en relación a los requeridos para el cumplimiento de los objetivos (Mármol, 2007).

1.3.2-Capital humano

Gary Becker, (1993), (premio nobel de economía en 1992) en su libro Capital Humano, define que este es el conocimiento y las habilidades que forman parte de las personas, su salud y la calidad, y la calidad de sus hábitos de trabajo, además, como importante para la productividad de las economías modernas ya que esta productividad se basa en la creación, difusión y utilización del saber. El conocimiento se crea en las personas, los laboratorios y las universidades; se difunde por medio de las familias, los centros de educación y los puestos de trabajo y es utilizado para producir bienes y servicios. La importancia creciente del capital humano puede verse desde las experiencias de los trabajadores en las

economías modernas que carecen de suficiente educación y formación en el puesto de trabajo (Almeida, 2007).

1.3.3- Control del proceso

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).

Los tipos de control son: continuo y discreto.

En el continuo: La variable controlada, toma valores en un rango continuo, se mide y se actúa continuamente sobre un rango de valores del actuador.

En el discreto: Las variables solo admiten un conjunto de estados finitos.

Los principales elementos de un sistema de control de interés para la ingeniería química son los transmisores y actuadores.

- Existen transmisores de: Nivel, presión, caudal, temperatura, entre otros.
- Existen actuadores tales como: Válvulas, bombas y compresores (de Prada, 2014).

1.3.4- Entorno

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 antes 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- Instrumentación.

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).

1.3.6- Mantenimiento

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).

1.3.6- Normalización

Normas ISO

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).

Normas OHSAS

Las normas OHSAS – Sistema de gestión en Seguridad y Salud Ocupacional-18000 son una serie de estándares internacionales relacionados con la gestión de seguridad y salud ocupacional, para su elaboración se tomó como base las normas 8800 de la British Standard Institute.

Permiten lograr la protección de los trabajadores y la optimización del resultado laboral. Su finalidad es proporcionar a las organizaciones un modelo de sistema para la gestión de la seguridad y la salud en el lugar de trabajo, que sirva tanto para identificar y evaluar los riesgos laborales, los requisitos legales y otros requisitos de aplicación; como para definir la política, estructura organizativa, las responsabilidades, las funciones, la planificación de las actividades, los procesos, procedimientos, recursos, registros, etc., (Barahona y Peña, 2008).

Normas ANSI/ISA 88 y 95.

En términos sencillos, la norma S88 desarrolla una metodología que permite a la industria crear formas estándares para automatizar la producción batch y al mismo tiempo, reducir tanto la complejidad como los costos asociados a los sistemas propietarios. La S88 indica que se debe analizar por separado, las capacidades de los equipos de la planta (modelo físico), y los procedimientos requeridos para realizar el proceso (modelo procedimental). La norma ISA S95 define las propiedades de los materiales y los equipos, información necesaria para la ejecución y simulación del proceso Batch (Serna et al, 2011).

Según lo planteado en la bibliografía consultada se puede afirmar que una excelente selección y preparación del personal logra mayores rendimientos industriales, así como un mejor cuidado del medio ambiente y control de la calidad. Entre las principales formas de capacitación del personal están la gestión por competencia.

El control dentro de una industria está dirigido a tratar de mantener los valores de las variables cercanos a los deseados y esto depende en gran medida del tipo de sistema que se posee y de la tecnología del equipamiento y accesorios.

Poseer una adecuada instrumentación permite lograr control total del proceso, registrar con mayor frecuencia parámetros que muchas veces no son registrados de acuerdo a la necesidad actual de la industria química. Los principales instrumentos que se usan en la industria química de hoy son del tipo: indicadores, transmisores, registradores y convertidores, fundamentalmente.

Las normas más usadas en la industria alimenticia en la actualidad son las **ISO 9000:2000** para la gestión y mantenimiento de la calidad, las **OHSAS** para la seguridad y salud ocupacional, y las **ANSI/ISA 88 y 95** para automatizar procesos batch y definir propiedades de materiales y equipos para este tipo de procesos respectivamente.

1.4- Aspectos sobre los que repercute la disciplina tecnológica.

Sin lugar a dudas la disciplina tecnológica repercute sobre un gran número de aspectos de plantas de procesos químicos. De acuerdo a la bibliografía que se ha consultado dentro de los principales aspectos encontrados que deben ser tenidos en cuenta están: la calidad del producto, economía, seguridad del proceso y el medio ambiente. Un resumen de estos se muestra a continuación:

1.4.1- Calidad del producto

La violación de la disciplina tecnológica en cualquier industria química tiene sin lugar a dudas una marcada influencia sobre la calidad del producto que se obtiene, por lo que es de vital importancia analizar los elementos que están relacionados con ella (Calaudi, 2008).

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).

La inocuidad es definida por la Real Academia de la Lengua Española como “el carácter de ser inocuo,” e inocuo es definido como “que no causa daño”. Con excepción de alimentos específicos que poseen componentes que pueden causar una reacción alérgica en personas sensibles, los alimentos por sí solos no causan daño. El daño a la salud es causado por agentes que pueden estar presentes en dicho producto. Esos agentes pueden ser biológicos (bacterias patógenas, parásitos, ciertos virus etc.), químicos (residuos de agroquímicos tóxicos, antibióticos, metales pesados etc.) o físicos (objetos duros o punzocortantes) (Castillo, 2004).

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).

En la práctica los procedimientos que se siguen para el manejo de la inocuidad difieren considerablemente de aquellos que se siguen para el manejo de los otros componentes de la calidad, como es la estabilidad y la aceptabilidad.

En una planta de obtención de queso los elementos fundamentales que se siguen para el manejo de la calidad son los siguientes:

Contenido de humedad

Dependiendo del tipo de queso y de su maduración la humedad se controla de acuerdo con la temperatura de la cámara. Con humedades muy bajas hay una excesiva evaporación que cuarteo la superficie del queso y provoca pérdidas grandes del peso. Las humedades altas favorecen el crecimiento de hongos y consumen mucha agua del queso.

La temperatura

En una maduración a temperaturas bajas, existe un mejor control aunque el proceso sea lento. Los quesos blandos se deben madurar a temperaturas menores y los duros a mayores temperaturas, así de 8 a 10 ° C, para quesos blandos, de 10 a 12 ° C, semiduros y de 13 a 20 ° C, para los duros.

Cámara de maduración

Una cámara de maduración debe contar con ciertas características ambientales específicas de temperatura, humedad relativa y ventilación adecuada, dependiendo del tipo de queso.

Dentro las especificaciones microbiológicas fundamentales para productos lácteos fermentados y acidificados están las siguientes:

- Coliformes totales (10 UFC/g) máximo
- *Staphylococcus aureus* (<100 UFC/g) máximo
- *Salmonella spp* (ausente/25g) máximo (Gamboa, 2013)

Rendimientos

Emmons *et al*, (1991) publicaron un estudio de varios tipos de fórmulas empleadas para predecir rendimientos a partir de la composición de la leche, debido a que no existe consenso acerca de una manera única y correcta para predecir el rendimiento, a partir de la composición de la leche y de la composición deseada en el queso, bajo condiciones determinadas de procesamiento.

La fórmula más útil y práctica para empresas pequeñas y medianas que desean consolidar esfuerzos hacia la optimización, es la que se basa en un balance de materiales, denominada **Fórmula Tipo G**:

$$R = (G \cdot Kg) + (C \cdot Kc) + [S + H + (Hfes \cdot SL)/(1 - SL)] \cdot R \quad Ec (1.1)$$

(El cálculo es iterativo)

Donde:

R = Rendimiento, masa de queso (kg)/100 kg de leche.

G = Contenido de grasa en la leche, grasa (kg)/100 kg de leche.

Kg = Factor de conversión, de grasa en la leche a grasa en el queso.

C = Contenido de caseínas en la leche, kg de caseínas/100 kg de leche.

Kc = Factor de conversión, de caseína en la leche a paracaseinato de fósforo y calcio en el queso.

S = Fracción de sal añadida (cloruro de sodio) en el queso.

H = Fracción de humedad en el queso.

Hfes= Fracción de humedad en el queso, menos la humedad no disponible como solvente, que está unida a la proteína.

SL = Fracción de sólidos de lactosuero, en lactosuero libre de grasa y de caseína.

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, etc.; analizar si se cumple con la legislación establecida; ver cómo afectará a las actividades humanas: agricultura, vistas, empleo, calidad de vida, etc (Mena, 2009).

Impacto sobre el agua

Sin dudas 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 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 equipo 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).

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 DBO, razón por la cual si no se almacena y trata previamente a la descarga, es un factor de contaminación (Mena, 2009).

1.4.4- Seguridad del proceso

En el caso de la industria de procesos, muchos de los materiales utilizados poseen una gran reactividad y toxicidad, lo que sumado a las altas temperaturas y

presiones frecuentemente encontradas en los procesos, implican un alto potencial de daño. El transporte, almacenamiento y procesamiento de tales materiales, presenta niveles de riesgos que, en muchos casos, no son evaluados adecuadamente ni son considerados en la toma de decisiones. Mientras mayor sea nuestro conocimiento acerca de los peligros asociados a la actividad productiva, de los eventos indeseados que puedan tener lugar, de sus causas y consecuencias, mayor será nuestra capacidad para prevenir su ocurrencia o mitigar sus consecuencias (Zaror, 2000).

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 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 continua a vibraciones y ruidos producidos por diversos equipos e instrumentos pueden ser causantes de hipoacusia temporal o permanente, hipoglucemia y stress. 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).

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

Un buen estudio de las condiciones en que se desarrolla la industria en cuestión es importante para la economía, dígase materias primas, compradores, etc., es decir el entorno socio-económico.

La mayor afectación de estas industrias es sobre el agua, debido al gran volumen que consumen indiscriminadamente y los residuales que generan la limpieza de los equipos y las áreas productivas los cuales poseen alta DBO, impurezas y grasas; además se afecta el suelo por la generación de residuos sólidos tales como envases y basura proveniente de la limpieza, pero en menor cantidad.

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.

1.5- Herramientas que existen para hacer estudios de disciplina tecnológica.

Es importante aclarar que durante el estudio y consulta de la bibliografía especializada no se pudo constatar la existencia de una herramienta que permita de forma integral evaluar el comportamiento de la disciplina tecnológica en procesos químicos, solo se encontraron técnicas y metodologías que de forma separada permiten dar criterios aislados sobre uno u otro aspecto. Un resumen de estas se ofrece a continuación:

1.5.1- Análisis de riesgo.

La evaluación de riesgo es una herramienta que permite tomar acciones preventivas de tal forma que se puedan contrarrestar, disminuir y si fuera posible eliminar los riesgos a los que están expuestos los operarios en el lugar de trabajo (Barahona y Peña, 2008).

Según Casal, (2001) los métodos más utilizados para el análisis de riesgos son:

- Métodos cualitativos: Auditoría de seguridad (*Safety review*) análisis histórico de accidentes, análisis preliminar de peligros (*Preliminar Hazard Analysis, PHA*), listados de control, análisis de peligro y operabilidad (*Hazard and Operability Analysis, HAZOP*) y análisis de modalidades de fallas y sus efectos (*Failure Mode and Effect Analysis, FMEA*).
- Métodos semicuantitativos: Índice *DOW*, Índice Mond, Índice *SHI* y *MHI* (*Substance Hazard Index and Material Hazard Index*), Árboles de fallos (*Fault Tree, FT*) y Árboles de sucesos (*Event Tree, ET*).

El FMEA es uno de los más empleados por su facilidad, versatilidad, y que a pesar de ser cualitativo otorga puntuaciones de acuerdo a la severidad de las fallas que en él se recogen.

Lista de chequeo

Para el análisis y evaluación de riesgo una de 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 están 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)

Cuando se ha identificado un peligro que necesita ser controlado y se tiene una medida de control para dicho peligro, es posible la aplicación del sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, siglas en inglés) (Castillo, 2004).

Según Dávila *et al.*, (2006) 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.

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 7 principios que se deben de cumplir mediante la conducción de tareas específicas. Los 7 principios de HACCP son:

- 1) Conducir un análisis de peligros.
- 2) Identificar los puntos críticos de control (PCC).
- 3) Establecer límites críticos.
- 4) Establecer procedimientos para monitoreo de PCC.

- 5) Establecer acciones correctivas.
- 6) Establecer procedimientos de verificación.
- 7) Establecer procedimientos para mantener registros (Castillo, 2004).

Diagrama causa-efecto

Este diagrama se utiliza para representar la relación entre algún efecto y todas las causas posibles que lo pueden originar. Generalmente, se le presenta con la forma del espinazo de un pez, de donde toma el nombre alternativo de diagrama espina de pescado. También se le llama como Ishikawa, que es quién lo impulsó (Sánchez y Villacis, 2010).

1.5.2- Análisis estadístico

Pruebas 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 muy usada en ingeniería pues permite conocer si hay desviaciones en una variable de un proceso y hasta predecir qué sucederá a largo y corto plazo de acuerdo al comportamiento que en esta se manifiesta.

Para su confección se requiere de recolección de datos reales del proceso en un tiempo determinado. Ambos parámetros se grafican, el tiempo en el eje "X" y la variables de interés en el "Y" y se observa el comportamiento de esta. Se establecen límites para la variable de acuerdo a su norma. Si alguno de los puntos de la carta (gráfico) está fuera de los límites, se observa inestabilidad (alejamiento entre un punto y el siguiente) o una tendencia, ya sea descendente, ascendente o a seguir un comportamiento definido, se puede decir que está fuera de control esta variable del proceso y así tomar medidas; si no sucediera ninguno de los comportamientos antes mencionados entonces se está en presencia de una variable que durante el tiempo de estudio estaba en control (Woodall, 2006).

1.5.3- Estudio de los aspectos medioambientales (mercado):

Análisis FODA

Es una herramienta analítica que le permitirá trabajar con toda la información que posea sobre su negocio, sea este un hospital, empresa de bien o servicio, etc., útil para examinar sus Debilidades, Oportunidades, Fortaleza y Amenazas.

Este tipo de análisis representa un esfuerzo para examinar la interacción entre las características particulares del negocio y el entorno en el cual este compite.

El análisis FODA tiene múltiples aplicaciones y puede ser usado por todos los niveles de la corporación y en diferentes unidades de análisis tales como producto, mercado, producto-mercado, línea de productos, corporación, empresa, división, unidad estratégica de negocios FODA, puede serle de gran utilidad en el análisis

del mercado y en las estrategias del mercado que diseñe y que califiquen para ser incorporadas en el plan de negocios (Rodríguez, 2014).

1.5.4- 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).

1.5.5- 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).

1.5.6. Índice de calidad del agua.

Es un indicador que proporciona un valor global de la calidad del agua, incorporando los valores individuales de una serie de parámetros (Conesa, 2000).

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).

Haciendo un análisis de la bibliografía consultada se puede llegar a la conclusión parcial de que las herramientas más empleadas para evaluar disciplina tecnológica en general son cartas de control; pruebas de hipótesis; análisis de riesgo usando varias técnicas como: análisis de modos de fallo y efectos (*Failure Mode and Effect Analysis, FMEA*), Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP), listas de chequeo, balance de materiales y energía; índice de calidad del agua (ICA) e indicadores económicos de la producción, entre los fundamentales.

1.6- Conclusiones parciales.

- Los principales factores que influyen sobre la disciplina tecnológica son: control del proceso, instrumentación, entorno, normalización, capacitación del hombre y mantenimiento.
- Los principales aspectos sobre los que repercute la disciplina tecnológica son: economía, calidad, seguridad y medio ambiente.
- Se pudo detectar que no existe una herramienta que evalúe disciplina tecnológica en su totalidad, solo algunas aisladas como son: FMEA, HACCP, balance de materiales, carta de control, prueba de hipótesis, diagrama causa-efecto, listas de chequeo, índice de calidad del agua e indicadores económicos de la producción.

Capítulo 2- Materiales y métodos empleados en la investigación.

En este capítulo se realiza un análisis de las causas que inciden en la disciplina tecnológica en un primer momento; y en un segundo momento se analiza la repercusión que estas tienen sobre la calidad, economía, seguridad y medio ambiente. Cada uno de los análisis se realiza apoyado en metodologías y auxiliado de herramientas que se recogen en el capítulo I. El proceder metodológico se muestra de forma sintetizado en la **figura 2.1** a continuación:

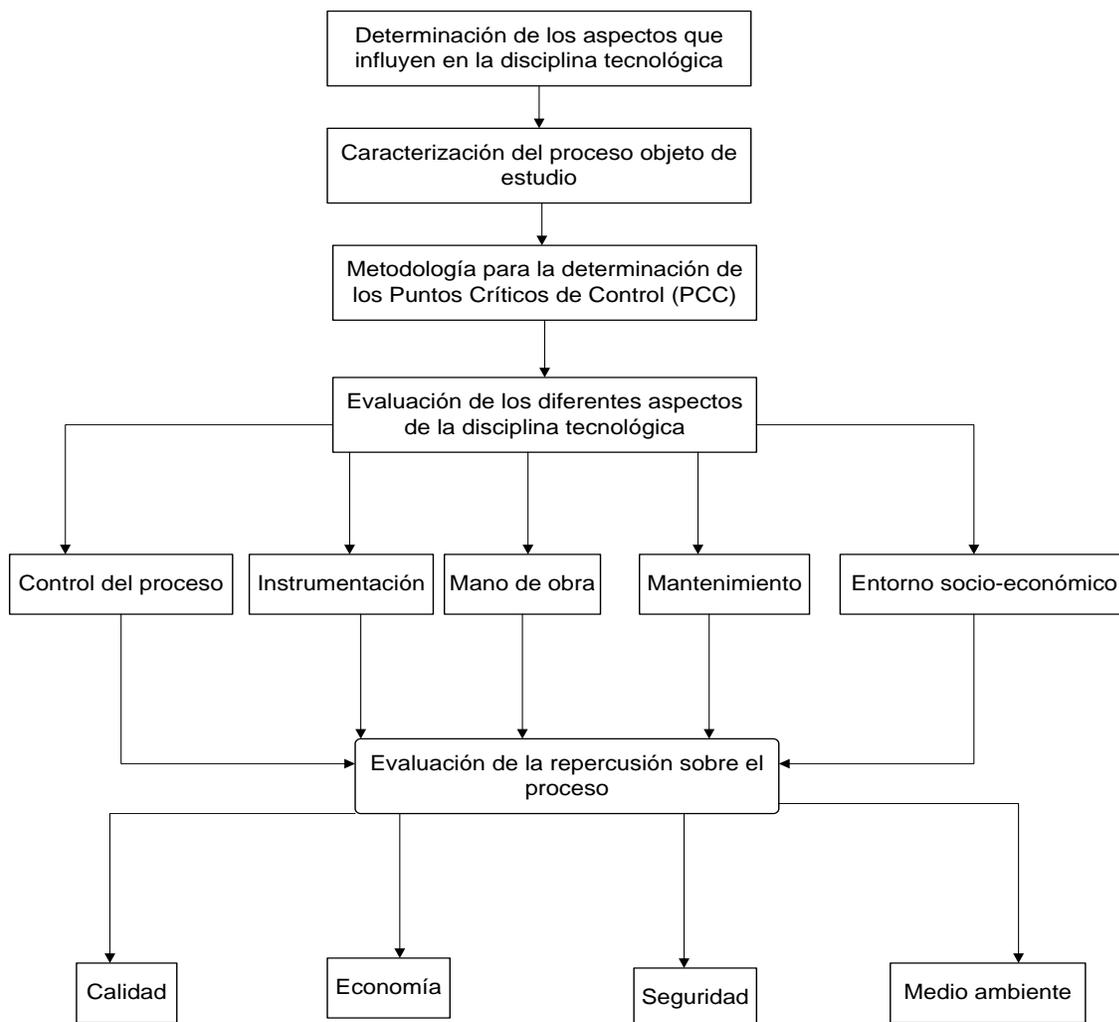


Figura 2.1. Proceder metodológico.

2.1- Determinación de los aspectos que inciden en la disciplina tecnológica.

Para la determinación de los aspectos que influyen sobre la disciplina tecnológica fue necesario emprender una búsqueda bibliográfica sobre estos, así como de los parámetros en que repercuten. En la selección de estos se han empleado fundamentalmente los artículos científicos, publicaciones de revistas importantes, bases de datos, así como libros clásicos de la temática en cuestión, e Internet, además de consultas y criterios de especialistas de esta rama de la producción. Los parámetros que influyen con mayor importancia sobre la disciplina tecnológica ya han sido mencionados en el Capítulo 1 así como los aspectos que deben ser estudiados y analizados a profundidad para emitir criterios del estado de esta en la industria en cuestión.

Para la determinación de las causas que influyen a su vez sobre cada uno de los aspectos, de forma general se emplea como herramienta el diagrama causa-efecto. Este consiste en una técnica que permite seleccionar de las causas posibles cuáles son las que influyen con mayor fuerza sobre uno o varios problemas planteados. En el diagrama de causa-efecto se seleccionan 6 categorías (causas) fundamentales como máximo, que en el caso del proceso objeto de estudio se traducen como: mano de obra, instrumentación, control del proceso, entorno socio económico, mantenimiento y normalización; y se colocan todas las subcausas posibles que hacen que estos elementos se vean afectados e influyan sobre los problemas planteados. El diagrama de causa efecto se realiza tomando criterios de la experiencia de especialistas de este proceso, que conocen a profundidad sus problemas y las causas posibles y reales que los generan, sin embargo, tiene como limitación que es una técnica cualitativa y no permite entonces dar un criterio conmensurable de la influencia de cada causa sobre los problemas planteados. Además de forma específica cada uno de los aspectos es analizado de manera individual; en el caso del control del proceso se usa la carta de control; para la instrumentación se realiza un inventario y se recogen sus resultados en forma de tablas; en la evaluación de la mano de obra, entorno socio-

económico y mantenimiento se emplean las listas de chequeo; y en el caso de la normalización, se analiza su cumplimiento a partir de pruebas de hipótesis que se le realizan a parámetros del proceso, que se obtienen de los registros de la entidad. En epígrafes posteriores de este capítulo se analizan a profundidad cada uno de los aspectos antes mencionados.

2.2- Caracterización del proceso objeto de estudio.

Proceso de elaboración de queso de crema

En el **Anexo 1** se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción de queso de crema.

El queso de crema se elabora a partir de una mezcla compuesta por los ingredientes:

- Leche fresca: se recibe y es almacenada en el tanque de guarda isotérmico con capacidad 10 200 L, aunque solo se están almacenando \approx 7000 L.
- Leche descremada en polvo (LDP) o Leche entera en polvo (LEP).

2.2.1- Estandarización.

El objetivo de esta operación es normalizar los componentes de la leche. Para ella se utiliza leche descremada en polvo o leche entera en polvo y grasa vegetal. La grasa debe llevarse hasta 10,28% y los sólidos no grasos se llevan hasta 7,626%. Es importante resaltar la importancia que tienen los sólidos no grasos (SNG) en esta, porque dentro de ellos se encuentra la caseína que permite la coagulación de la leche para obtener queso.

2.2.2-Preparación del cultivo industrial.

Inicialmente se prepara el cultivo industrial hasta obtener una densidad de 1,037 g/cm³ para lograr que la masa estandarizada sea inoculada con microorganismos lácticos (puede durar hasta 6 días) presente en cultivos puros. Las bacterias producen fermentación láctea en la que transforman los azúcares de la leche en ácidos lácticos, efectuando la coagulación de la mezcla. Por lo general 500 L de

leche son vertidos en un tanque isotérmico y se estandariza con LDP (o se disuelve LDP y agua). Este tanque está provisto de un serpentín a través del cual se hace circular vapor de agua, la mezcla alcanza 92°C, permaneciendo en ese valor por media hora aproximadamente. Posteriormente circula agua a temperatura ambiente con el objetivo de disminuir la temperatura de la leche para cultivo industrial hasta la temperatura de inoculación del cultivo técnico ($T = 25 - 27^{\circ}\text{C}$). Se inocula el cultivo técnico (que viene del laboratorio) de 1 a 1,5% y se agita de 5 a 10 min. Luego se pasa agua helada hasta alcanzar una temperatura de 23°C. Se deja reposar 24 horas para poder comenzar a utilizarlo. La acidez debe oscilar entre 0,85 – 0,94%, y evitarse los bombeos a alta velocidad y espuma porque la tensión superficial destruye las bacterias y entonces no se garantiza la completa homogenización del inóculo para que se produzca la coagulación homogénea.

El queso crema es producido de una mezcla láctea enriquecida en grasa (masa estandarizada). La caseína es una proteína presente en la leche que precipita cuando se acidifica la leche ayudando a la formación del coágulo consistente. Además su hidrólisis enzimática genera una nueva proteína, denominada para-k-caseína que en el proceso de maduración forman unos macropéptidos denominados γ -caseínas, responsables de las características reológicas y organolépticas de los quesos. Dicha mezcla es estandarizada con el objetivo de normalizar la grasa ($\approx 10\%$, por encima de este valor puede provocar inhibición) y los sólidos no grasos ($\approx 7\%$) para obtener un producto terminado que cumpla con las especificaciones establecidas. Entre 600 y 700 L de leche fluida pasan al tanque disolutor de grasa, donde se agrega aceite vegetal a una temperatura de 65 a 70 °C aproximadamente (previamente fundida en dos tanques con agua caliente) y es agitada por medio de bomba recirculadora. Una vez disuelta, comienza el proceso de homogenización con el objetivo de distribuir uniformemente los glóbulos de grasa en la mezcla normalizada (homogenizador de 5000 L/h y Presión de homogenización = 150 – 200 kgf/cm²). Después pasa

nuevamente al tanque de guarda para estandarizar el resto de la leche que quedó allí.

Cuando la masa está estandarizada pasa al pasteurizador (un pasteurizador a placas de 5000 L/h, termómetro de 0 – 100°C) que consta de 3 secciones: una de pasteurización, una de intercambio y una de frío. Se pasteuriza con la intención de disminuir las poblaciones patógenas de microorganismos y desactivar las enzimas que modifican el sabor (se emplean generalmente temperaturas por debajo del punto de ebullición ya que a temperatura superior a este valor las micelas de la caseína se “coagulan” irreversiblemente, se "cuajan"). En la leche los microorganismos activan sus poblaciones creciendo de forma óptima en el intervalo de temperatura de 25 °C a 37 °C. con la pasteurización se reducen las colonias y se eliminan también los microorganismos más termosensibles, como los coliformes, inactivándose la fosfatasa alcalina. A pesar de aplicar la pasteurización, la leche tratada sigue conteniendo actividad microbiana, por regla general bacterias lácticas (no patógenas, aunque sí capaces de hacer fermentar la leche) y es necesaria la refrigeración.

El proceso de calentamiento de la pasteurización, si se hace a bajas temperaturas, tiene además la función de detener los procesos enzimáticos. Primeramente pasa por la zona de intercambio donde se eleva la temperatura de la mezcla normalizada hasta el calor apropiado para su homogenización, posteriormente va al homogenizador y a su regreso comienza la primera pasteurización donde la masa homogenizada se somete a un tratamiento térmico a una temperatura entre 74 y 80°C (entre 1 y 1,5 kgf/cm²) con un tiempo de retención de 16 – 20 segundos. Seguidamente va a la zona de intercambio para disminuir su temperatura a partir del intercambio térmico con la mezcla proveniente del tanque de guarda. La masa homogenizada se enfría hasta la temperatura de 57°C aproximadamente y la mezcla normalizada incrementa su temperatura hasta el calor apropiado para su homogenización. Posteriormente pasa a la sección de frío (Temperatura del agua fría = 4°C máximo) hasta alcanzar la temperatura de inoculación (23°C). La masa estandarizada y pasteurizada pasa al tanque de maduración para ser inoculada con

el cultivo industrial (2 tanques guardas de 10 000L y 2 agitadores). Cuando, a aproximadamente, la mitad de la masa estandarizada se le ha hecho la primera pasteurización se le adiciona el cultivo (primeramente se rompe el coágulo para proceder a la inoculación de la mezcla normalizada y pasterizada) y se continúa haciendo la primera pasteurización al resto de la masa estandarizada. La cuajada se deja en completo reposo por un período de 18 horas.

En dicho proceso son eliminados los organismos mesófilos (tienen una temperatura óptima de crecimiento comprendida entre 20°C y 45°C) y los termófilos que pueden soportar condiciones extremas de temperatura (mínimo de 20 °C y un máximo de 75 °C y las hipertermófilas soportan temperaturas superiores a 75 °C, llegando incluso a superar a veces los 100 °C).

2.2.3-Preparación de la salmuera.

Se prepara la salmuera con una densidad de 21°Be (1,17 g/cm³) que pueda ser utilizada posteriormente en el salado de la masa. La salmuera se pasa por un filtro horizontal que retiene cuerpos extraños. Cuando la salmuera está lista se mantiene en reposo hasta que la cuajada tenga el porcentaje de acidez requerido, se agrega a la cuajada y se agita por 30 min (segundo día). La sal además de aportar un sabor salado, se emplea para mejorar la conservación, y para afirmar la textura con su interacción con las proteínas.

En el segundo día la cuajada sufre un proceso de calentamiento, pasa a la sección de pasteurización donde es sometida a tratamiento térmico utilizando agua caliente. La cuajada aumenta la temperatura a 74 – 80 °C con una retención de 10 a 20 seg. Después pasa a la sección de enfriamiento, intercambiando calor con agua helada hasta alcanzar una temperatura entre 8 y 10°C. Con esta etapa se evita el desarrollo de microorganismos psicrófilos ya que sus temperaturas óptimas de desarrollo se encuentran entre 12-15 °C. Si la acidez es alta (>0,68%) se le incorpora agua a la cuajada para disminuir el porcentaje de acidez. La cuajada pasterizada y enfriada pasa al tanque balance, se mantiene funcionando

el agitador. La diferencia de porcentaje entre la acidez de la cuajada con sal (CCS) y la acidez de la CCS normada, se multiplica por el volumen de CCS, y se obtiene entonces el volumen de agua necesario para disminuir el porcentaje de acidez hasta lo que plantea la norma (Ejemplo: Para 10000 L de cuajada con sal (CCS) que posee un acidez de 0,71%; se realiza el siguiente cálculo:

$0,71 - 0,68 = 3\%$ por lo tanto $V_{CCS} \cdot 3\% = V_{agua}$ necesario para bajar acidez).

Se disuelve la cantidad de sorbato calculada en agua y se agita durante 30 min. El ácido sórbico es un compuesto orgánico natural empleado como conservante alimentario en su forma de sales minerales (sorbatos sódicos, potásicos y cálcicos). El sorbato es un agente antimicrobiano, es decir reducen el desarrollo de las levaduras y de mohos en salmueras, mejorando así la vida de mercado del alimento y la flora bacteriana se afecta solo ligeramente. Tiene reducida influencia sobre las características organolépticas.

El proceso continúa con el autodescreme. Del tanque balance, por medio de una bomba de desplazamiento positivo (para que no se rompa el coagulo) pasa a los volteadores donde se llenan los sacos con cuajada para extraerle el suero por los orificios del volteador. Se mantiene alrededor de 40 min en los volteadores para eliminar parte del suero que contiene la cuajada por autoprensado (los volteadores se llenan con 200 sacos). Se le da media vuelta cada 5 ó 10 min hasta que la humedad alcance entre un 60 – 62%.

El proceso de prensado consta de 4 prensas, cada una con una capa inicial de hielo frappé en donde los sacos de los volteadores son vertidos y se coloca otra capa para mantenerlos fríos y evitar aumento de acidez. Con este proceso se acaba de extraer el suero por medio de la prensa. Ahí está hasta el día siguiente en que se toman muestras para analizar que esté dentro de los parámetros establecidos (acidez, humedad, grasa). Durante el añejamiento, nuevos microbios se introducen en el queso, intensificando su sabor. Lentamente la caseína y la grasa se convierten en una compleja red interna de aminoácidos, aminos y ácido graso. De ahí pasa el salón de envase. Los procesos de enfriamiento y de

obtención del vapor que son complementarios al proceso productivo se muestran en los **Anexos 16** y **17**, respectivamente.

2.2.4-Equipos fundamentales que participan en el proceso.

Tabla 2.1 – Equipos fundamentales del proceso.

Equipo	Cantidad	Material	Capacidad (Flujo o Volumen)	Función
Tanques de cultivo	2	Acero inoxidable	1400L	Preparación del cultivo industrial
Tanque de guarda	1	Acero inoxidable	10000L	Almacenamiento de leche
Homogeneizador	1	Acero inoxidable	Flujo de 5000L/h	Homogenización de los glóbulos de grasa en la leche
Tanque de maduración	2	Acero inoxidable	10000L	Obtención de la cuajada
Tanque estabilizador de flujo	1	Acero inoxidable	100L	Estabilización del flujo que entra al pasteurizador (flujo laminar)
Pasteurizador	1	Acero inoxidable	5000L/h	Pasteurización
Tanque disolutor de grasa	1	Acero inoxidable	1200L	Disolución de la grasa vegetal en la leche
Tanques de balance	3	Acero inoxidable	10000L	Disolución del sorbato
Volteadores	2	Acero inoxidable	200 bolsas para desuerado	Autodesuere
Prensas	4	Acero inoxidable	120 sacos	Prensado y desuerado
Tanque de suero	1	Acero inoxidable	15000L	Almacenamiento del suero
Bombas centrífugas	7	Acero inoxidable	5 de 5000L/h, 1 de 10000L/h y 1 de 3000L/h.	Bombeo de leche, cuajada y agua
Bomba de desplazamiento positivo	1	Acero inoxidable	No se conoce actualmente.	Bombeo de la cuajada con sal a la salida del tanque de balance que evita que se rompa el coágulo

2.2.5-VARIABLES FUNDAMENTALES DEL PROCESO:

- Acidez (queso, cultivo, leche)
- Humedad (queso)
- Temperatura (pasteurización, inoculación, enfriamiento, nevera)
- % grasa (queso, suero, leche)
- Presión (pasteurización, homogenización, caldera, refrigeración).

2.3- Metodología para la determinación de los Puntos Críticos de Control.

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.

Es necesario conocer que se denomina punto crítico a aquellos lugares o etapas donde un error es irreversible, es decir, que no puede ser rectificado en etapas posteriores. En este trabajo determinar los puntos críticos va a tener mucha importancia pues posibilitará conocer aquellos lugares o momentos que son claves para que el proceso ocurra de forma correcta y no haya afectaciones a la calidad del producto.

Para determinar los puntos críticos de control se seguirá una metodología simple que se aplica a procesos de producción de queso y cuyo árbol de decisión se muestra en el **Anexo 13**.

2.4- Procedimiento de evaluación de los diferentes aspectos de la disciplina tecnológica.

2.4.1- Control del proceso.

Los elementos que se van a medir dentro del control del proceso se muestran en la **Tabla 2.2**. Estos elementos son seleccionados porque se registran con la frecuencia requerida lo cual hace que puedan ser usados en este análisis.

Tabla 2.2- Parámetros seleccionados para evaluar el control del proceso y la calidad.

Etapa del proceso	Parámetro	Valor normado
Elaboración del cultivo industrial	Acidez	0,85-0,94%
1ra pasteurización	Temperatura pasteurización	75°C
1ra pasteurización	Temperatura agua enfriamiento (banco de hielo)	≤ 2°C
2 da pasteurización	Temperatura enfriamiento (CCS)	8-11°C
Autodescreme	Acidez del queso	0,8-0,95%
Autodescreme	Humedad	60-62%
Autodescreme	Grasa del suero	≤0,5%
Prensado	% grasa del queso	≥32%
Prensado	Acidez del queso	0,8-1%
Prensado	Humedad	≤56%
Almacenamiento	Temperatura de la nevera	≤4°C
CCS: Cuajada con sal.		

Cartas de control para medias (Carta \bar{X}) y rangos (Carta R).

Una de las herramientas utilizadas para evaluar el control del proceso es la carta de control. Las cartas de control son un tipo de prueba de hipótesis que permite tomar decisiones en cuanto al control de un proceso. La idea básica de una carta de control es observar y analizar gráficamente el comportamiento sobre el tiempo de una variable de un producto, o de un proceso, con el propósito de distinguir en tal variable sus variaciones debidas a causas comunes de las debidas a causas especiales (atribuibles). El uso adecuado de las cartas de control permitirá detectar cambios y tendencias importantes en los procesos. Generalmente, mediante una

carta de control \bar{X} se controla la tendencia central de este tipo de características de calidad, y mediante una carta R (u ocasionalmente una S) su variabilidad.

Dentro de las cartas de control que se construyen en este trabajo están: la carta de control para medias y la carta de control para rangos, y se usa el software STATGRAPHICS Plus versión 5.0. La primera permite conocer cuando el proceso está fuera de control y la segunda anticipa el cambio en la media, representando una alarma para esta. Su construcción y análisis se realiza a partir de la metodología recomendada por Gutiérrez (1997). Es importante señalar además que el resultado exacto de la carta es mostrado de forma escrita en el software STATGRAPHICS Plus versión 5.0, lo cual evita equivocaciones y hace más fácil la interpretación de esta.

Los resultados se muestran en una tabla siguiendo el modelo siguiente:

Tabla 2.3- Formato empleado para registrar el resultado de las cartas de control.

Parámetros	Control del proceso

2.4.2- 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 cuyos modelos se muestran a continuación:

Tabla 2.4- Formato empleado para evaluar la instrumentación.

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

Tabla 2.5- Formato empleado para evaluar el estado instrumental.

Parámetros	Cantidad a controlar por norma	Controles reales	Cuántas no se hacen de la norma	Cuántas se hacen no normadas	Registros

2.4.3- Mano de obra, mantenimiento y entorno socio-económico.

Para evaluar el estado de la mano de obra, el mantenimiento y el entorno socio-económico de la industria en cuestión se emplean la lista de chequeo y el diagrama de causa-efecto. La lista de chequeo se elabora a partir de criterios de especialistas de la empresa en esta rama de la producción, criterios del autor de este trabajo y elementos e interrogantes de otras listas de chequeo obtenidas en la bibliografía especializada. Es importante tener en cuenta que estos elementos se evalúan de forma cualitativa, las diferentes subcausas que se evalúan en estos métodos solo responden a preguntas dicotómicas y que además no cuentan con una ponderación adecuada. Además se elabora una tabla donde se registran la cantidad de interrogantes que dan resultado negativo y positivo para poder realizar el análisis correspondiente, cuyo modelo se ofrece a continuación:

Tabla 2.6- Formato empleado para la evaluación de la mano de obra, mantenimiento y entorno socio-económico.

Categorías	Negativo	Positivo	Total
Total			

2.5- Evaluación de la repercusión sobre el proceso.

En este epígrafe se explican los métodos y herramientas que se usan para determinar cómo influyen sobre la calidad, economía, seguridad y el medio ambiente los aspectos analizados en el epígrafe 2.4. Es importante señalar que los métodos y herramientas se usan de forma individual como indicadores de cada uno de los aspectos, sin embargo, se emplea el diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa para de manera cualitativa ver las afectaciones a cada uno de ellos.

2.5.1- Calidad.

Para evaluar la influencia en la calidad del producto, así como de cada subproducto dentro de cada etapa se utiliza la prueba de hipótesis, esta permite comparar cada parámetro registrado con su norma y emitir criterios sobre el cumplimiento o no de lo recogido en cada una. Los parámetros empleados son los mismos que los utilizados en la carta de control (**Tabla 2.**). Además se emplean tablas complementarias que recogen los resultados y cuyos modelos se muestran a continuación:

Tabla 2.7- Formato empleado para evaluar el cumplimiento de las normas del proceso.

Etapa del proceso	Parámetro	Valor normado	Nombre de la norma	Valor medio	Coeficiente de variación (%)	Desviación estándar	Cumple con norma según prueba de hipótesis

Tabla 2.8- Formato utilizado para resumir el cumplimiento de las normas de operación.

Etapa del proceso	Cantidad de operaciones controladas	Cantidad de parámetros controlados	Cumplen con la norma según prueba de hipótesis	No cumplen con la norma según prueba de hipótesis
.				
.				
.				
Total				

Prueba de hipótesis

En las pruebas de hipótesis se somete a un examen estadístico una hipótesis llamada hipótesis nula contra una o más hipótesis alternativas.

Las pruebas de hipótesis en este trabajo se realizan para comparar los parámetros fundamentales del proceso con las normas específicas de cada uno, los cuales fueron seleccionados con anterioridad.

Para la realización de una prueba de hipótesis se selecciona un tamaño de muestra (n), se plantea una hipótesis nula (H_0) y una alternativa (H_1) que es contraria a la nula, además se conoce la desviación estándar de la muestra (sX), la t-student ($t_{1-\alpha}$) para un 95% de confiabilidad o lo que es lo mismo con un error (α) del 5% (Ec. 2.1) , se calculan los grados de libertad (Ec. 2.2) y se prueba el cumplimiento o no de la hipótesis nula (Ec. 2.3).

$$\text{Nivel de confiabilidad} = 100 - \text{error} \quad \text{Ec. 2.1}$$

$$\text{Grados de libertad} = n - 1 \quad \text{Ec. 2.2}$$

$$(X-U_0) > (t_{1-\alpha} \frac{sX}{n^{1/2}}) \quad \text{Ec. 2.3}$$

Si se cumple lo planteado en la (Ec. 2.3) entonces se acepta la hipótesis nula, si no se cumple se acepta la hipótesis alternativa (Gutiérrez, 1997).

Los estadígrafos sX , $t1- \alpha$, así como el resultado de la prueba de hipótesis se obtienen directamente del software STATGRAPHICS Plus Versión 5.0.

2.5.2- Economía.

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 elaboran dos gráfico donde se muestran 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.

Costo de producción (CP): 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.

$$CP = CF + CV \quad \text{Ec. 2.4}$$

Valor de la producción (VP): es el dinero que se obtiene al vender un producto, se define por:

$$VP = N \cdot pup \quad \text{Ec. 2.5}$$

Donde:

N- volumen de producción

pup- Precio unitario del producto

Ganancia (G): la ganancia económica de la producción es la diferencia existente entre el dinero que se obtiene por la venta de la producción y el costo de elaboración de una producción terminada y viene dada por la expresión siguiente:

$$G = VP - CP \quad \text{Ec. 2.6}$$

Rentabilidad: relaciona el beneficio económico con los recursos necesarios para obtener ese beneficio, se expresa en %, se calcula como:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ganancia}}{CP} \cdot 100 \quad \text{Ec. 2.7}$$

Costo por peso (CxP): el costo por peso producido se ha definido como el costo para obtener un peso al vender el producto, y para que un proceso cualquiera sea rentable debe ser menor que 1. Mientras más lejos de este esté más rentable será, pues la ganancia será mayor. Se determina como:

$$CxP = \frac{CP}{VP} \quad \text{Ec. 2.8}$$

Punto de equilibrio: el punto de equilibrio representa el volumen de producción para el cual el costo de producción es igual al valor de la producción y por tanto la ganancia es nula.

Este se interpreta económicamente como el volumen de producción a partir del cual la empresa comienza a obtener ganancias. Punto de equilibrio (G = 0). Viene dado por la expresión siguiente:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{CF}{pup - cuv} \quad \text{Ec. 2.9}$$

Donde:

cuv- Costo unitario variable

$$cuv = \frac{CV}{N} \quad Ec. 2.10$$

2.5.3- Seguridad.

Para evaluar incidencia de la disciplina tecnológica sobre la seguridad del proceso se selecciona el FMEA de acuerdo a su amplia aplicación, facilidad, y permite asignar puntuación de acuerdo al nivel de afectación y por lo tanto cuantificar, a pesar de ser una técnica cualitativa en casi su totalidad.

La técnica denominada “Análisis de modos de falla y efectos” (**FMEA** por sus siglas en inglés) consiste en 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 orientado en la mayoría de los casos hacia los componentes de un sistema que dan lugar a una situación de inseguridad (Mendoza, 2009).

Metodología empleada para el Análisis de riesgo por FMEA:

Según Cedeño (2014) para el caso de este análisis una modalidad de falla de un componente puede identificarse como:

- Una pérdida de función del componente (deja de actuar).
- Una función prematura (actúa prematuramente, antes de que se le requiera).
- Función fuera de tolerancia, o falla, o característica física no deseada.

En el FMEA todos los modos de falla se consideran uno a uno, y las consecuencias de cada falla son evaluadas y registradas.

Se lleva a cabo en equipo y requiere información detallada sobre el sistema a evaluar (ej.: diagramas eléctricos, procedimientos de operación, diagramas de lógica instrumental, información sobre los sistemas de control, diagramas de suministros).

El análisis comienza por definir el sistema y sus características, para lo cual hay que establecer claramente los límites del sistema a estudiar:

- Si el estudio se lleva a cabo a nivel de toda una planta, el análisis de modalidades de falla y sus efectos debe enfocarse sobre los sistemas individuales (ej.: sistema de alimentación, sistema de separación, sistema de tratamiento de efluentes, etc.).
- Si el estudio se realiza a nivel de sistema o subsistema, el análisis de modalidades de falla se enfoca sobre los equipos individuales (ej.: bomba de alimentación, sensor de temperatura, alarma, válvula de control del circuito de refrigeración, etc.).

El paso siguiente consiste en identificar todos los modos de falla relevantes y los efectos que producen.

Cada uno de estos modos de falla tiene consecuencias diferentes. Más aún, se debe investigar los sistemas de detección de fallos que existen y evaluar su relevancia para cada caso. Una extensión de este método considera la utilización de un índice de gravedad, que permita clasificar los diferentes escenarios, de acuerdo a la seriedad de sus consecuencias. En dicho caso, se utiliza un índice de gravedad entre 1 y 4:

Índice de gravedad

1. Sin efectos adversos.
2. Efectos menores que no requieren detención de la operación.
3. Efectos importantes que requieren detención normal.
4. Peligro inmediato para el personal e instalaciones, parada de emergencia.

Con la información obtenida es posible proponer medidas correctivas en el diseño, para aquellos casos en que el modo de falla da origen a efectos importantes. En los casos de fallas graves se debe asegurar un sistema de detección directo de éstas (Cedeño, 2014).

Para el caso de este trabajo se realiza el estudio a nivel de subsistema, donde los equipos seleccionados son el pasteurizador y el tanque de preparación del cultivo, debido a que ellos representan puntos críticos de control, y por lo tanto son en los

que se debe evaluar riesgo con mayor profundidad. Además se utilizan tablas para registrar los resultados cuyo modelo se ofrece seguidamente:

Tabla 2.9- Formato empleado para registrar los resultados de la aplicación del FMEA.

Elementos	Descripción del equipo	Modo de fallo	Forma de detección del fallo	Efectos del fallo	Medidas correctoras	Índice de gravedad

2.5.4- Medio ambiente.

En la bibliografía consultada se reporta como el mayor problema ambiental de las industrias lácteas el consumo indiscriminado de agua, por esta razón se realiza un estudio de ella. Se calcula el índice de calidad del agua (ICA), con este la calidad ambiental que posee y el impacto ambiental generado; y se establece una comparación en cuanto a dicho impacto ambiental generado por el agua residual del proceso y un agua residual que se usa como patrón, o sea, en la cual todos los parámetros que son analizados están dentro de lo establecido por la **NC 27:2012** (Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado).

Además se determinan los flujos de agua residual emitidos al llamado “pozo de infiltración de la entidad”. También como complemento se determinan la presencia o no de coliformes en el agua potable que se usa en el proceso.

2.5.4.1-Índice de calidad del agua (ICA) e impacto ambiental.

Índice de calidad del agua.

Los parámetros de calidad del agua que se van a utilizar para el ICA son: pH, conductividad, coliformes, cloruros, temperatura, dureza, DBO_5 y aspecto, ya que son los utilizados por la metodología propuesta por Conesa (2000).

Para la determinación de cada parámetro se emplean las Instrucciones Integradas de Ensayo 7-2-01, 7-2-02, 7-2-03, 7-2-05, 7-2-09, 7-2-11, 7-2-14 (2016) de la empresa Aguas Varadero.

Para el cálculo del ICA se usa la ecuación siguiente:

$$ICA = \frac{K \cdot \sum C_i \cdot P_i}{\sum P_i} \quad Ec. 2.11$$

Donde:

C_i = valor porcentual asignado a los parámetros (**Anexo 14**)

P_i =peso asignado a cada parámetro (**Anexo 14**)

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 $K=0,75$ pues en este caso se trata de aguas con ligero color, espumas, ligera turbidez aparente no natural.

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 15** (Determinación de la calidad ambiental a partir del índice de calidad del agua).

2.5.4.2- Flujo de residuales.

Para la determinación del flujo de agua residual de la planta se realiza un muestreo al “pozo de infiltración” de la entidad. Las muestras son tomadas 3 veces al día en diferentes horarios de trabajo de la planta con el objetivo de obtener mejores y más fieles resultados. Los flujos se determinan con un recipiente aforado y de volumen conocido (20L), y un cronómetro, debido a la ausencia de medidores de flujo. Para el registro y análisis de los resultados obtenidos se emplea una tabla cuyo formato se ofrece a continuación:

Tabla 2.10- Formato utilizado para el registro de los resultados del flujo de residuales.

Nombre	Unidad de medida	Valor	Coeficiente de variación (%)

2.5.4.3- Análisis de coliformes al agua potable usada en el proceso.

Dado que el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos cada vez que abre un yacimiento de agua para explotar es porque cumple con los parámetros de calidad que hacen que esta sea potable, solo se realizan los análisis microbiológicos para conocer la presencia o no de coliformes y saber si es o no inocua, característica que es imprescindible para procesos de producción de alimentos. Para la determinación de coliformes se emplea la metodología propuesta en la Instrucción Integrada de Ensayo 7-2-09 y 7-2-10, ambas del 2016.

Capítulo 3: Presentación y análisis de los resultados obtenidos.

En este capítulo se hace un análisis de cada uno de los elementos que influyen sobre la disciplina tecnológica. Se realiza un intercambio y se emiten criterios 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 - Análisis de los resultados de la determinación de los Puntos Críticos de Control.

Determinar los puntos críticos es de mucha importancia pues posibilita conocer aquellos lugares o momentos que son claves para que el proceso ocurra de forma correcta, y no haya afectaciones a la calidad del producto. Por lo tanto este proceder permite asegurar que durante el estudio no se incurran en omisiones que afectarían la calidad de este.

De acuerdo al árbol de decisión para identificar Puntos Críticos de Control (**Anexo 13**) se han podido obtener dos momentos o etapas fundamentales en este proceso y dentro de ellas un conjunto de variables importantes también. Los dos momentos fundamentales son: pasteurización y dentro de la etapa de coagulación, la preparación del cultivo. Estos momentos son importantes ya que a ellos y a las variables fundamentales dentro de estos se les da un seguimiento y análisis diferenciado con el propósito de evitar que un error aquí afecte el producto terminado. Los parámetros que se consideran fundamentales (críticos) son:

- En preparación del cultivo (temperatura de inoculación del cultivo técnico, temperatura de inoculación del cultivo industrial y temperatura de pasteurización).
- En pasteurización (temperatura de pasteurización, temperatura de enfriamiento de la cuajada sin sal y temperatura de enfriamiento de la cuajada con sal).

En el anexo 2 se ofrece un análisis detallado para la determinación de los puntos críticos de cada una de las etapas del proceso.

3.2 - Análisis de los resultados de las cartas de control para medias y rangos.

Uno de los parámetros fundamentales de un proceso es el control. Poseer un control adecuado del proceso es algo complejo pues depende de muchos factores tales como: buena instrumentación, mano de obra suficientemente capacitada, cumplimiento estricto de las normas establecidas, en fin, un conjunto de elementos que son imprescindibles integrarlos; sin embargo, del control del proceso depende en gran medida la calidad del producto y por consiguiente la economía de la planta; también depende de este la seguridad y el impacto sobre el medio ambiente, por lo que tratar de combinar correctamente estos elementos es necesario. Un análisis de los resultados de la aplicación de la herramienta carta de control, aplicada para saber si el proceso está en control o no, se ofrece a continuación. En la tabla 3.1 se muestra los resultados de la aplicación de las cartas de control para medias y rangos, y se realiza el análisis correspondiente.

Tabla 3.1- Resultados de la aplicación de las cartas de control.

Parámetros	Control del proceso
Acidez de elaboración del cultivo industrial	En estado de control estadístico
Temperatura de pasteurización	En estado de control estadístico
Temperatura de enfriamiento del banco de hielo	Fuera de control
Temperatura de enfriamiento de la cuajada con sal	En estado de control estadístico
Acidez del queso	Fuera de control
Humedad del queso en volteadores	Fuera de control
Grasa del suero	Fuera de control
% de grasa del queso	Fuera de control
Acidez del queso en prensado	Fuera de control
Humedad del queso en prensado	Fuera de control
Temperatura de la nevera	Fuera de control

En la *Tabla 3.1* se puede observar que de los 11 parámetros a los cuales se le realizaron carta de control se obtuvo que solo 3 están en un estado de control estadístico, lo que representa un 27,3% del total analizado; y 8 están fuera de control, que representan un 72,7%, cuyos resultados fueron obtenidos con el software STATGRAPHICS Plus versión 5.0., con un nivel de confiabilidad entre un 90 y 99%. Los resultados de cada una de las cartas de control se muestran en el **Anexo 4**. De esta forma se demuestra que el proceso está fuera de control en su mayoría, por lo cual necesita revisiones y ser sometido a cambios. Entre los principales cambios que se pueden realizar están colocar los instrumentos de medición necesarios, que realicen las mediciones de manera directa y evitar errores; también deben ser colocados en los lugares adecuados para evitar falsear mediciones y tener mejores registros que a su vez permiten tener mayor control de este.

De los parámetros analizados solo la temperatura de enfriamiento del banco de hielo, de los que se encuentran fuera de control, pertenece a un PCC (pasteurización), por lo cual se muestra la carta de control para medias de este parámetro (*Figura 3.1*). Algunas de las causas que hacen que no exista control de esta variable importante para la sección de enfriamiento en la pasteurización son: carente instrumentación en el ciclo de refrigeración; no existen medidas de control asociadas a otras variables que influyen sobre la variación brusca de esta, como es la temperatura del aire circundante, que normalmente es alta por la condiciones climáticas de la zona y que con respecto a la piscina de agua fría es muy alta y hace que suba con gran rapidez la temperatura de esta.

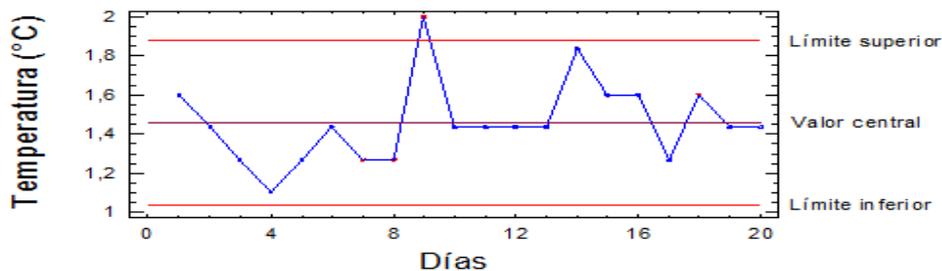


Figura 3.1- Carta de control para medias (Temperatura de enfriamiento del banco de hielo)

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

Cada proceso necesita de una instrumentación adecuada, la que por norma requiere para que su producto sea de calidad, pues así ha sido diseñado, y el proceso de producción de queso crema no está aislado de eso. Sin embargo, el cumplimiento o no de las normas que la exigen dependen de muchos factores, desde la economía hasta la falta de compromiso y desconocimiento de los riesgos que genera que no exista una adecuada instrumentación. Su ausencia significa que se vea afectada la disciplina tecnológica.

Un resumen del estado instrumental de la planta se muestra en la *Tabla 2.3* y en el **Anexo 3** se ofrece información más detallada de esta, aquí se muestra 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 3.2- Resumen de estado instrumental del proceso.

Parámetros	Cantidad a controlar por norma	Controles reales	Cuántas no se hacen de la norma	Cuántas se hacen no normadas	Registros
Temperatura	10	6	4	0	3
Presión	3	0	3	0	0
Densidad	5	3	2	0	3
Acidez	6	5	1	0	5
% grasa	6	5	1	0	5
% sólidos no grasos	6	5	1	0	5
Humedad	6	5	1	0	5
TOTAL	42	29	13	0	26

De acuerdo a la *Tabla 3.2* se plantea que en el proceso de producción de queso crema, sin incluir la generación de vapor, el ciclo de refrigeración para la obtención de agua fría, ni la preparación de la salmuera, existen 42 parámetros fundamentales a controlar por norma, de los cuales solo 29 se controlan realmente, 13 no se controlan y 26 de los que se controlan se registran. Las causas fundamentales de que no se controlen y registren los parámetros son: carencia de instrumentos tanto “in situ”, como en el laboratorio de la planta e instrumentos con rangos de medición inapropiados.

Se deben realizar 10 mediciones de temperaturas, de las cuales se hacen 6, pero solo una es directa de un equipo que es en el pasteurizador, pues es donde único hay termómetro instalado; las 5 restantes se realizan mediante un termómetro portátil del laboratorio o simplemente se estiman por la percepción de operarios con experiencia al tocar las tuberías. Debido a la carencia de termómetros se cometen actos de indisciplina tecnológica como son las mediciones realizadas en los equipos por el punto toma muestras que está generalmente en la parte inferior de estos, las cuales en muchas ocasiones se falsean pues dentro del toma muestras quedan residuos o en ocasiones no se saca la cantidad suficiente que permita una lectura adecuada. De ahí que exista violación de las normas que regulan el control y la calidad del proceso, tales como la **NEIAL 1599.33:1992** (Leche y Productos Lácteos. Queso Crema. Procesos Tecnológicos) y la **NEIAL 1599.34:2007** (Leche y Productos Lácteos. Queso Crema. Inspección de calidad en el proceso., respectivamente.

La presión de homogenización no se controla debido a la ausencia de manómetros, y los operarios trabajan de acuerdo a su experiencia, corriendo el riesgo de ocurrencia de un accidente, daños al equipo y la calidad del producto.

A la mezcla estandarizada se le deben realizar mediciones tales como: porcentaje de grasa, porcentaje de sólidos no grasos, densidad y prueba de coagulación según lo establece la **NEIAL 1599.34:2007**, pero solo se realiza en este punto el

análisis microbiológico, que se hace al finalizar la pasteurización por técnicos del laboratorio de la planta y la prueba de coagulación se le realiza solamente a la leche fresca y no a la mezcla de proceso.

A los sacos de envasar no se le realiza control de humedad, lo que hace que se vea afectada su higiene y que se contamine el producto en muchos casos.

Los parámetros del proceso que tienen mayor necesidad de poseer una correcta instrumentación son precisamente aquellos que deben leerse directamente de los equipos, para evitar cometer errores en la medición por alteración del parámetro, como es el caso de la temperatura; y en el caso de la presión pues no existe otra forma de medirla. En el caso de la acidez, densidad, grasa, sólidos no grasos y humedad se pueden medir en el laboratorio sin que se altere significativamente su valor en el transcurso de la medición. Además como parte del diagrama de causa-efecto que se muestra en el **Anexo 5** se analiza que unas de las causas de que exista una instrumentación deficiente es que la planta no posee un plan de verificación de instrumentos, que hace que no estén calibrados correctamente y se falseen las mediciones, de esta forma se afecta la calidad, economía, seguridad y medio ambiente. Según los elementos antes analizados se puede decir que la instrumentación de esta planta es deficiente, por lo que se afecta el control del proceso, la calidad del producto, y en consecuencia la economía, la seguridad y el medio ambiente. De lo anterior se puede afirmar que la mala instrumentación de esta planta hace que se viole la disciplina tecnológica.

3.4 – Análisis de los resultados de la evaluación de la mano de obra, mantenimiento y entorno socio-económico.

En la *Tabla 3.3* se muestra un resumen de la aplicación de las listas de chequeo a las causas: mano de obra, mantenimiento y entorno socio- económico; las listas de chequeo se pueden observar en los **Anexo 6, 7 y 8**, respectivamente.

Tabla 3.3 – Resumen de la contabilización de los aspectos evaluados en las listas de chequeo (mano de obra, mantenimiento, entorno socio-económico).

Categorías	Negativo	Positivo	Total
Mano de obra	8	7	15
Mantenimiento	2	7	9
Entorno socio-económico	7	6	13
Total	17	20	37

En la industria existen aspectos relacionados con el entorno socio-económico, la mano de obra y el mantenimiento que influyen en el correcto cumplimiento de la disciplina tecnológica o facilitan su violación. Los cuales han sido detectados mediante la aplicación de las listas de chequeo. En la tabla 3.3 se puede observar que el 36% influyen negativamente y el 54% no deben contribuir a generar violaciones de la disciplina tecnológica.

El hecho de que el 54% de los aspectos influyen de forma positiva no quiere decir que no exista violación de la disciplina tecnológica, de hecho, es todo lo contrario, y ha sido determinado de forma cualitativa por un conjunto de especialistas de esta rama de la industria, sin embargo, queda como limitación de este trabajo la necesidad de ponderar estos elementos para poder cuantificar y a la vez calificar cada elemento en un rango de análisis, que permita emitir un criterio exacto y más abarcador del estado en que se encuentra cada uno y cuánto contribuyen a la violación de la disciplina tecnológica.

Un análisis de cada uno de los elementos por separado aparece a continuación:

Dentro del entorno socio-económico las mayores influencias negativas están: la existencia de otras fuentes de empleo de mayor preferencia, tal como el polo turístico de Varadero, que se encuentra cerca de la localidad de Cárdenas, y cuenta con mejores salarios y atención al trabajador y por lo tanto genera más motivación por estos; de ahí que la mano de obra que va a esta planta sea de

poca calificación y menos interesada en su labor. También influye negativamente la falta de estudio y análisis de las condiciones reales del mercado donde se desarrolla la empresa, que a menudo hace que su producto no sea de la mayor preferencia ; además en ocasiones la calidad no es la mayor motivación, pues no existe en el territorio otra industria que produzca queso crema que genere competencia, de ahí que si el producto no tiene la calidad requerida para enviarlo a hoteles y centros turísticos es vendido a escuelas, hospitales, unidades militares, cafeterías del estado y otros sitios, pero a precios más bajos que el establecido, viéndose afectada así la economía de la empresa. Otro elemento a tener en cuenta es que no se realiza un completo registro y análisis de la documentación que permitan evaluar los resultados y realizar controles al proceso, tal es el caso, que en este trabajo solo se han podido evaluar y someter a análisis de calidad y control a 11 parámetros del proceso debido a la ausencia de registros, lo cual provoca que haya descontrol en este y afectaciones a la calidad del producto y subproductos de algunas etapas del proceso, que ha quedado demostrado con la aplicación de las herramientas cartas de control y prueba de hipótesis anteriormente. En la planta tampoco se cuenta con un sistema actualizado y escrito, así como la documentación necesaria para una gestión correcta de las materias primas, lo que provoca que no se puedan seleccionar las mejores fuentes de suministro, que garanticen la cantidad y calidad de la materia prima (leche) para satisfacer la necesidad de la planta y lograr que esta satisfaga su demanda de producto. Es decir que de forma general el entorno socio-económico contribuye a que exista violación de la disciplina tecnológica en la planta.

En el caso de la mano de obra se pudo observar que los elementos que influyen negativamente sobre el cumplimiento de la disciplina tecnológica son la falta de cursos periódicos de superación a los trabajadores en el manejo de la maquinaria, y manuales de operación al alcance de estos, lo que provoca que los operarios de equipos trabajen de forma empírica, corriendo el riesgo de tener un accidente y perder la vida, que el producto no salga con la calidad requerida, y hayan pérdidas económicas innecesarias y mayor contaminación del medio ambiente por este motivo.

También se ha detectado que no existen planes escritos y actualizados de formación en técnicas y métodos de control ambiental, de ahí que haya un consumo indiscriminado de agua en la planta, que es el gran problema ambiental de estas industrias como ya lo ha planteado Águila (2007), y vayan a parar todos los residuales líquidos de la planta al suelo y aguas subterráneas, además de aumentar los costos de la planta por esta razón.

Otro elemento a tener en cuenta es la falta de sistemas de estimulación, pago por resultados e incorrecta atención que reciben los trabajadores en cuanto a alimentación, condiciones de trabajo y medios para el cuidado de su salud, los cuales hacen que los trabajadores no estén motivados y no se esfuercen en alcanzar buenos resultados y caiga entonces con esto la eficiencia del proceso, que trae consigo pérdidas económicas, lo cual se demuestra en el análisis económico que se realiza en el **epígrafe 3.5.3**. Esta planta además carece de jefes que sean líderes, capaces de comunicar correctamente y ser ejemplo en el cumplimiento del deber, pues no cuentan con los conocimientos y preparación suficientes, que conlleva en ocasiones a no respetar lo establecido por las normas y violar así la disciplina tecnológica.

Contar con una mano de obra calificada es sin dudas uno de los elementos más determinantes dentro de una fábrica, así lo plantean Salazar y Vargas (2015), por lo tanto, se puede afirmar por todos los elementos antes mencionados que la mano de obra también contribuye en la violación de la disciplina tecnológica en la planta, y genera problemas de calidad, económicos, de seguridad, y afecta al medio ambiente.

En el mantenimiento se han logrado identificar un conjunto de elementos que influyen negativamente sobre la disciplina tecnológica, los cuales son menos que en el caso de la mano de obra y el entorno socio-económico, como se puede observar en la *Tabla 3.3*, pero que por tratarse de un proceso donde se emplean microorganismos se le presta una atención especial a este y a sus condiciones.

Esta planta carece de un sistema de control y mantenimiento de las vías de salida de residuos, y entonces en caso de ocurrir una obstrucción o rotura en dichas vías puede generarse acumulación de residuales o proliferación de vectores respectivamente, por lo cual se vería afectado el régimen de trabajo de la planta, se tendrían pérdidas económicas por tener que realizar inversiones innecesarias, afectaciones al medio ambiente y hasta lograr contaminación del producto, afectar la calidad y los ingresos de la planta.

Otro elemento muy importante dentro del mantenimiento es que no se respetan durante este las condiciones de diseño, o sea que en muchos casos se cambian tuberías, válvulas, bombas y otros accesorios y equipos por otros de diferentes dimensiones, materiales, y características constructivas que van en contra del diseño y que modifican el régimen de trabajo de los equipos y la planta en general; además aumenta el deterioro de los equipos y se reduce su tiempo de vida útil, y con ello se encarecen los costos por consumo de electricidad, materias primas tales como: combustible, refrigerante, materiales de limpieza y otros. De acuerdo a los elementos antes analizados se afirma que el mantenimiento contribuye a la violación de la disciplina tecnológica.

A modo de resumen se puede plantear que los factores mano de obra, entorno socio-económico y mantenimiento contribuyen a la violación de la disciplina tecnológica de la entidad pues afectan la calidad del producto, economía, seguridad del proceso y generan contaminación del medio ambiente.

3.5 – Análisis de la repercusión de la disciplina tecnológica sobre la calidad, economía, seguridad y medio ambiente de la planta.

En este epígrafe se analizan los resultados de la influencia de forma conjunta de las causas: control del proceso, mano de obra, mantenimiento, entorno socio-económico, instrumentación y normalización, sobre la calidad, economía, seguridad y medio ambiente.

3.5.1 – Análisis de los resultados de la aplicación del diagrama de causa-efecto.

El diagrama de causa efecto 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 afín le sea y entonces no repetirla, o colocarlas como categorías separadas de acuerdo a su importancia. A partir de este se determinan o se plantean todas las causas que inciden o conducen a la violación de la disciplina tecnológica, sin embargo, no se ha logrado en este trabajo ponderar cada una, de forma que se pueda emitir un criterio más exacto de su estado, y lograr diferenciar a cuáles causas se le debe brindar mayor atención de acuerdo a su peso sobre cada problema. El diagrama se muestra en el **Anexo 5**, y los análisis de cada una de las causas se muestran en el **Anexo 9**. Además un análisis de los resultados de la repercusión de las causas sobre cada problema se ofrece en los subepígrafes que a continuación aparecen.

3.5.2 – Análisis del comportamiento de la calidad y cumplimiento de la normalización.

La *Tabla 3.4* muestra un resumen de los resultados de las pruebas de hipótesis realizadas a los parámetros de la *Tabla 2.2* para comprobar el cumplimiento o no de la norma **NEIAL 1599.33:1992** (Leche y Productos Lácteos. Queso Crema. Procesos Tecnológicos).

En el **Anexo 10** se puede observar con más detalle el procesamiento de la información.

Tabla 3.4- Resumen del cumplimiento de las normas de operación para los tres días de operación en la obtención del queso.

Etapa del proceso	Cantidad de operaciones controladas	Cantidad de parámetros controlados	Cumplen con la norma según prueba de hipótesis	No cumplen con la norma según prueba de hipótesis
1er día (obtención de la cuajada)	5	3	2	1
2do día (salado y prensado de la cuajada)	3	7	2	5
3er día (obtención del producto terminado, empaque y almacenamiento)	1	1	1	0
Total	9	11	5	6

A partir de los resultados que se muestran en la *Tabla 3.4* y **Anexo 10** se puede plantear lo siguiente:

La temperatura de enfriamiento de la cuajada con sal (CCS) que se chequea en la segunda pasteurización, no cumple con su norma, en este caso el valor medio (13,01°C) se encuentra fuera del rango establecido (8-11°C), en este caso no se mide directamente la temperatura en el equipo y se pierde la observación de este parámetro. Se conoce que el cumplimiento de la norma de este parámetro hace que el coágulo salga con la consistencia requerida y que entonces no haya pérdidas en las etapas de desuerado y prensado. El hecho de que este parámetro este fuera de la norma significa más consumo de vapor y como consecuencia mayor consumo de energía, combustible, y se contamina más el medio ambiente con los gases provenientes de la caldera; además aumentan los costos, por lo que se afecta la economía de la planta. Otro elemento a tener en cuenta es que se le debe dar un seguimiento especial porque pertenece a un Punto Crítico de Control

(Pasteurización) y de él depende significativamente que el producto sea inocuo, ya que en esta segunda pasteurización se eliminan los microorganismos provenientes de la salmuera que ha sido agregada a la cuajada; de ahí que exista la necesidad de colocar instrumentos de medición precisos, automatizar esta parte del proceso en la medida que sea posible y así se evita violar la disciplina tecnológica.

La etapa de autoprensado no cumple con el valor de humedad establecido por la norma. Este resultado puede estar dado por no controlar el número de vueltas de los volteadores en el período de tiempo que se establece por la norma, que es un proceso que se realiza por observación, y en muchas ocasiones el operario no presta toda la atención y no se realiza correctamente. El queso que sale de esta etapa va a la de prensado pero con afectaciones, por lo que lograr un producto de la calidad que se requiere es complicado. Además en este caso el valor medio de humedad (64,16%) está por encima del límite superior (62%), provocando que haya que aplicar mayor presión sobre los sacos en las prensas, reducir la cantidad de sacos y disminuir la cantidad de hielo frappé que se le colocan encima para enfriarlos, saliéndose el proceso de sus condiciones normales y trayendo problemas tanto tecnológicos como microbiológicos. Si este problema no llegara a solucionarse en la etapa de prensado ocurre un deterioro rápido del queso por tratarse de un alimento, en el que se desarrollan rápidamente los microorganismos, aumenta entonces la acidez y cambian las propiedades de este.

Este problema provoca serias afectaciones a la planta en general pues un aumento de la humedad hace que producciones completas se vean afectadas y a veces, se tienen que vender a menores precios para evitar pérdidas económicas mayores; en ocasiones otras se deterioran pues permanecen en el almacén tiempos cercanos al de vencimiento y al tener una humedad mayor el crecimiento de los microorganismos es más rápido, por lo que el tiempo de caducidad del producto disminuye. El problema de la humedad alta es uno de los que más afecta la calidad y conservación de los quesos, así lo ha planteado Gamboa (2013), una buena solución a este problema sería instalar un sistema de control automático en

los volteadores, de modo que cuando lo requieran estos solos giren sin necesidad del trabajo del operador, y así se evitan errores.

La humedad del queso en la etapa de prensado no cumple con la norma. El hecho de que la humedad sea alta en la etapa de autodesuere puede ser la causa de que la humedad en prensado sea alta; sin embargo, otros factores pueden asociarse a esta como son: gran cantidad de hielo usado como enfriamiento; poca presión de las prensas; mucha cantidad de sacos; obstrucción de los poros de los sacos por problemas de suciedad de estos o por no haber desuerado bien en los volteadores, y se adhiera a los poros del saco parte de la cuajada; afectándose el tiempo que deben permanecer en la prensa.

La humedad con la que sale el producto es determinante para su calidad, por lo tanto velar porque esta salga en norma es fundamental para la rentabilidad de la planta, de ella depende en gran medida la economía, pues a niveles altos se desarrollan con rapidez microorganismos desfavorables para que se conserve correctamente, o sea no se acidifique, y dure el tiempo necesario para ser transportado y vendido, pues según los autores Bustamante (2002) y Early (2000), pequeñas variaciones en la acidez pueden dar lugar a cambios importantes en la textura y la calidad del queso.

Este parámetro tal como ya se había analizado antes puede generar pérdidas económicas significativas por demorar el producto en el almacén, transportación o venta, aunque durante el tiempo en que se realiza la investigación no existe ningún caso de este suceso, sin embargo, existe violación de la disciplina tecnológica por este concepto por lo que la mejor solución sería cumplir con la norma y controlar correctamente el proceso.

La grasa del suero no cumple con su norma según prueba de hipótesis. Este hecho puede darse como consecuencia de un parámetro que ya ha sido analizado anteriormente y que se encuentra fuera de norma y superior a su límite: la temperatura en la sección de enfriamiento en la segunda pasteurización. Esto provoca que el coágulo sea poco consistente y quede algo diluido, perdiéndose

así las características y calidad de este que se lograron en la estandarización, por lo que al desuerar y prensar se va más grasa que la debida en el suero.

Otro elemento que puede influir en que la grasa en el suero sea alta es que se usen materias primas inadecuadas, como puede ser leche ranciosa. La no correspondencia de este parámetro con su norma conlleva a que se obtenga menos producto, disminuyendo así el rendimiento de la planta, afectándose además la calidad del producto por tener entonces el queso menos grasa de la se establece. También de este problema se deriva que haya afectación a la economía por pérdidas y bajos rendimientos, que se demuestra en el análisis económico que se realiza posteriormente en el **Epígrafe 3.5.3**.

El vertido de residuales líquidos al suelo y aguas subterráneas con esta cantidad de grasa y sin previo tratamiento provoca un impacto negativo sobre el medio ambiente, que se puede observar en el análisis que se realiza en el **Epígrafe 3.5.5**.

El porcentaje de grasa del queso es otro de los parámetros que está fuera de norma, en este caso el valor medio (31,59%) está ligeramente por debajo de lo que establece la norma ($\geq 32\%$). Como causa fundamental de que este valor esté fuera de norma se le atribuye que en el suero se vaya un contenido de grasa superior al normado, y como consecuencia no se obtenga un queso con la calidad requerida y en ocasiones deba venderse a precios más baratos, sin embargo, esto no representa un problema crucial para su inocuidad y caducidad, pero sí se ve afectada la economía.

Se lograron controlar 9 operaciones del proceso, de las cuales 11 parámetros fueron analizados y se pudo constatar que 5 cumplen con la norma según prueba de hipótesis, lo que representa un 45,4%, y 6 no lo hacen, representando un 54,6%. El análisis anteriormente hecho de los parámetros que están fuera de norma demuestra que la violación de la disciplina tecnológica produce deficiencias en la calidad, tanto del producto como de subproductos, e incumplimiento de las normas establecidas.

3.5.3- Análisis de la repercusión de la violación de la disciplina tecnológica sobre la economía de la planta.

El análisis económico realizado para un mes de producción de queso crema ha demostrado que la violación de la disciplina tecnológica trae consigo pérdidas para la entidad. Los resultados del cálculo de los indicadores económicos se muestran en la *Tabla 3.5*.

Tabla 3.5 - Resultados del cálculo de los indicadores económicos.

Parámetro	Unidad	Según normas	Fuera de normas
CP	\$/mes	241411	272051
VP	\$/mes	320066	298271
Ganancia	\$/mes	78655	26220
CxP	Adimensional	0,754	0,912
Rentabilidad	%	33	10
Punto de equilibrio	t	5,394	14,983

Los resultados obtenidos son sobre la base de las pérdidas en el proceso productivo (1,5 t/mes), las cuales son debido a interrupciones y otros elementos que son parte de la violación de la disciplina tecnológica en la entidad que conllevan a no alcanzar el rendimiento normado para esta rama de la producción, que debe ser $\geq 25,05\%$.

Como muestra la *Tabla 3.5* los indicadores económicos del proceso productivo cuando están en norma difieren mucho de cuando no lo están.

El CxP es de 0,754 en el caso que cumple con la norma, o sea que para obtener 1 peso se necesita invertir 0,754, y en el segundo caso que es fuera de norma se necesitan 0,912, lo cual demuestra que no cumplir con la disciplina tecnológica encarece el proceso, y se obtiene menos ganancia por este concepto.

La rentabilidad en el 1er caso es de un 30%, valor que se encuentra en norma, pues de acuerdo a lo planteado por Blank & Tarquin (1999) esta debe estar entre 25% y 35% para este tipo de industria; esto quiere decir que el 30% de los costos de producción se recuperan por medio de la ganancia. En el 2do caso la rentabilidad es de 10%, valor que es bajo y que está totalmente fuera de lo planteado por la literatura que hace que se demore más en recuperar los costos de producción por medio de la ganancia.

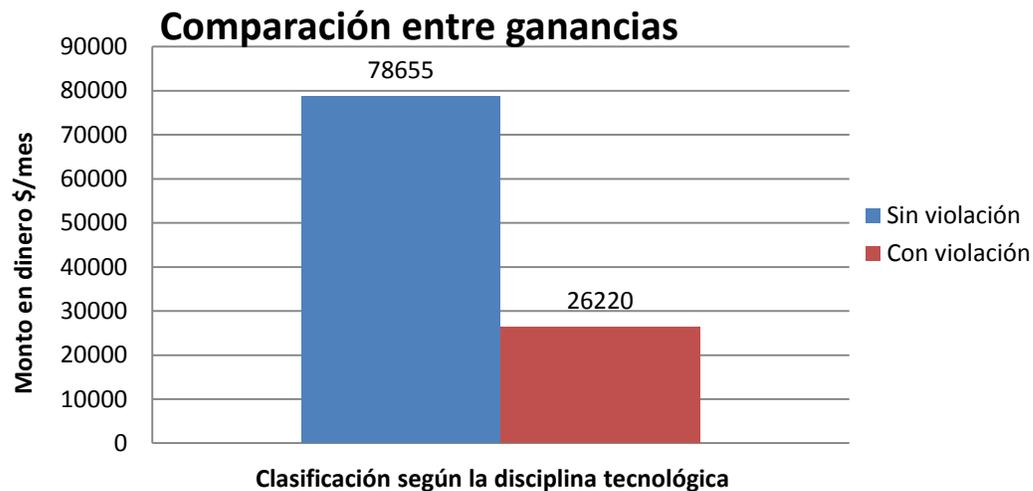


Figura 3.2 - Comparación entre las ganancias obtenidas en ambos casos (sin violación de la disciplina tecnológica y con violación de la disciplina tecnológica).

En el caso de la ganancia existe una diferencia de 52435 \$/mes entre ambos casos comparativos lo cual es muy significativo y se puede apreciar claramente en la Figura 3.2.

Como se observa en la **Anexo 18** el punto de equilibrio del proceso de producción de queso cuando cumple con las normas establecidas está en 5,394 t, lo cual es muy favorable pues la empresa comienza a obtener ganancia muy rápido. Esto propicia que se puedan hacer nuevas inversiones o modificaciones que permitan obtener mayores ganancias y mejores rendimientos industriales, así como satisfacer las necesidades de los trabajadores y darle un mejor tratamiento a los efluentes de la planta.

El **Anexo 19** muestra el punto de equilibrio para cuando el proceso de producción de queso no cumple con las normas establecidas, el cual se haya en las 14,983 t y demuestra que la violación de las normas, y con ello la disciplina tecnológica, trae serias afectaciones desde el punto de vista económico pues retrasa la obtención de ganancia, y por lo tanto es necesario producir más para comenzar a obtener ganancias.

3.5.4- Análisis de la repercusión sobre la seguridad del proceso.

Al aplicar el método de Análisis de Modos de Falla y Efectos (FMEA) se logró identificar los posibles fallos que pueden aparecer tanto en el pasteurizador como en el tanque de cultivo, sus efectos y proponer las medidas correctoras de estos.

La carente instrumentación, el poco control del proceso, la falta de mano de obra suficientemente calificada, además de los pocos registros, falta de información técnica (manuales de operación, sistemas de formación al trabajador en utilización de la maquinaria, y otros), hacen que sobre estos equipos se maximicen los riesgos de ocurrencia de accidentes u otros tipos de problemas que afecten la seguridad del proceso, calidad, economía y medio ambiente.

En el **Anexo 11** se muestran los resultados de la aplicación del FMEA en el pasteurizador, donde las posibles fallas tienen un índice de gravedad de 3. Estos resultados demuestran que no hay un alto peligro en el equipo, además no existe gran deterioro de este por posibles fallas, ni afectaciones a la integridad física de los operadores de la planta; sin embargo, debe garantizarse la adecuada operación porque si ocurriese alguna de las fallas en alguno de los componentes se tiene que detener la operación, y se afectaría el proceso, la calidad del producto y la economía.

En el caso del tanque de cultivo el índice de gravedad es de 3, tal como se muestra en el **Anexo 12**, de ahí que su peligrosidad no sea alta, pero, al igual que sucede con el pasteurizador, debe garantizarse el cumplimiento de las normas de operación con el fin de evitar que ocurran alguna falla de las mencionadas.

Como resumen se plantea que en los equipos analizados el índice de gravedad es de 3, con ello se demuestra que no representan un alto peligro para la vida de los trabajadores de la planta, pero sí un problema para la calidad y economía fundamentalmente, de ahí que deben operarse correctamente para evitar afectaciones al producto, y que en el caso de ocurrencia de alguna falla en componentes tales como: bombas, válvulas, placas del intercambiador, significaría tener que repararlos o reponerlos que sería una inversión innecesaria, lo cual generaría costos adicionales; también hubiese que parar el proceso y se generarían pérdidas por este concepto.

De los equipos analizados el pasteurizador es el que presenta mayor probabilidad de fallos, ya que tiene la mayor cantidad de subetapas, necesidad de controles y por ende mayor cantidad de accesorios o equipos secundarios acoplados, y queda demostrado por la sumatoria de todos los elementos que su índice de gravedad, con un total de 15 puntos supera al del tanque de cultivo que es de 12.

Es importante tener en cuenta además que estos equipos fueron seleccionados para aplicarles el FMEA porque en ellos se realizan etapas del proceso que son consideradas Puntos Críticos de Control, de ahí la importancia de que exista en estos una atención especial en cuanto al control de parámetros de operación y cumplimiento de las normas de protección, higiene y seguridad laboral, de forma que se minimicen los riesgos de ocurrencia de algún fallo en sus componentes y que generen afectaciones al proceso.

3.5.5- Análisis de la repercusión sobre el medio ambiente.

En este punto se analiza la repercusión que tiene sobre el medio ambiente los residuales líquidos que produce la planta, que salen fuera de norma y son vertidos sin previo tratamiento. Para ello se compara el impacto ambiental generado por el agua residual del proceso con un agua residual patrón que cumple con lo planteado en la norma.

3.5.5.1 – Análisis de los resultados del ICA.

El Índice de Calidad del Agua (ICA) se aplica a dos situaciones diferentes: una para un Agua residual patrón, con todos sus parámetros en norma y otra para el agua residual del proceso, obtenida bajo las condiciones de violación de la disciplina tecnológica detectadas durante el estudio.

Para las dos aguas se selecciona un coeficiente de acuerdo al tipo de agua (K) igual a 0,75, por ser aguas con ligero color, espumas y ligera turbidez aparente no natural. Como se muestra en la *Tabla 3.6* se establece un ICA patrón en la que se considera que el agua residual se ajusta a los valores que se establecen en la **NC 27:2012** (Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado), cuyo valor es de 57,5. El agua residual del proceso tiene un ICA de 19,3.

El agua residual patrón posee una calidad ambiental de 0,58 y el agua residual del proceso tiene una calidad ambiental de 0,19, de ahí que exista una diferencia significativa entre el agua que debería salir de este y la que está saliendo realmente, por lo que su impacto sobre el medio ambiente es negativo, de ahí la necesidad de la planta de contar con un sistema de tratamiento de residuales.

Es importante tener en cuenta que el impacto generado por el agua residual al medio ambiente es producto de la violación de la disciplina tecnológica, o sea malos procedimientos, deficiente control del proceso y no cumplimiento de las normas del proceso, entre otros elementos que forman parte de esta.

Tabla 3.6 - Resultados del cálculo del ICA y calidad ambiental.

Parámetros del agua	Unidad de medida	Agua residual patrón (con todos sus parámetros en norma)	Valor porcentual	Agua residual del proceso	Valor porcentual	Peso
pH	u. pH	7	100	7,51	95	1
Conductividad	μS/cm	1500	70	16390	0	4
Coliformes	n°/100m L	1000	80	Incontables	0	3
Cloruros	ppm	50	80	213	49	1
Temperatura	°C	24	80	26,6	70	1
Dureza	mg CaCO ₃ /L	100	80	283,3	62	1
DBO ₅	mg/L	2	80	2	80	3
Aspecto	Subjetivo	Normal	50	Desagradable	30	1
ICA	-	57,5	-	19,3	-	-
Calidad ambiental	-	0,58	-	0,19	-	-

3.5.5.2 - Estimación del flujo de residuales.

Tabla 3.7 - Resultados de la estimación del flujo de residuales.

Nombre	Unidad de medida	Valor	Coeficiente de variación (%)
Flujo máximo obtenido	L/s	1,6	3,88448
Flujo mínimo obtenido	L/s	0,58	
Flujo medio	L/s	1,2	

Como se muestra en la *Tabla 3.7* la planta genera un gran volumen de residuales líquidos como promedio (1,2 L/s) que equivale a 104 m³/día, teniendo en cuenta que este residual es vertido al suelo, sin embargo, no es tan elevado comparado

con los resultados reportados por Águila (2007) en un estudio realizado a la planta en cuestión, donde el volumen medio de residuales líquidos era de 252 m³/día.

La dispersión de los valores obtenidos es excelente pues el coeficiente de variación es menor que 4%, o sea que esa media sí es representativa de los datos que se toman y por lo tanto hay poca variabilidad en el flujo de residuales generados por la planta; esto puede contribuir en estudios posteriores para el proyecto e instalación de una planta de tratamiento de residuales.

Este elevado volumen de residuales va a parar al suelo y se infiltra en este provocando un impacto negativo en el medio ambiente pues contamina las aguas subterráneas de la zona donde se encuentra la planta y a su vez esta contamina zonas más distantes de ese punto debido a su recorrido, tal como lo reportan Damiá y López (2007); además con este flujo de residuales líquidos se demuestra lo planteado por Águila (2007) cuando se refiere a que el consumo indiscriminado de agua es el mayor problema medioambiental de la industria láctea, por lo que aplicar medidas y modificaciones al proceso con el fin de cumplir correctamente con la disciplina tecnológica y minimizarlo es muy importante.

De los elementos antes analizados (ICA y flujo de residuales) se deduce y plantea la necesidad de contar con una planta de tratamiento de residuales que reduzca la peligrosidad de estos, coincidiendo con lo planteado por Mena (2009). Pero es muy importante aclarar que si se fuera respetuoso con la disciplina tecnológica estos impactos se minimizarían extraordinariamente y sin la necesidad de realizar inversión alguna.

3.5.5.3 – Análisis de los resultados de la determinación de coliformes al agua potable usada en el proceso productivo.

A partir de los análisis hechos al agua potable se detectó en el caso de coliformes totales la presencia de 18 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) y según la **NC 827: 2012 (Agua potable – requisitos sanitarios)** deben ser 0 UFC. Esta presencia de coliformes afirma que el agua con que trabaja no es potable

totalmente, pero es importante señalar que es clorada, sin embargo, deben realizarse mejores limpiezas con el fin de evitar que la cisterna se contamine y que traiga afectaciones a la calidad del producto, aunque en la pasteurización se eliminan los microorganismos. En el caso de los coliformes fecales se detectó que no existían UFC.

3.6 – Logros y limitaciones del estudio

En este punto se pretende ofrecer, a criterio del autor, un breve análisis crítico de los logros y limitaciones del estudio realizado. Donde las limitaciones representan las metas a alcanzar en estudios posteriores. Resolver estas limitaciones, implicaría dotar a las industrias del ramo de una poderosa herramienta, para evaluar un aspecto del que mucho se habla, pero por el que poco se ha hecho, "La Disciplina Tecnológica", responsable de una gran parte de las calamidades que hoy vive el sector industrial cubano.

Logros

1. Por primera vez se realiza un estudio de disciplina tecnológica donde se analicen de forma integral otros aspectos como son: mano de obra, entorno socio económico y mantenimiento.
2. Los escasos estudios realizados simplemente se limitan a observar cumplimiento o no de los parámetros de operación.
3. Se vincula la disciplina tecnológica con la repercusión que pueda tener en la economía, la calidad, seguridad y medio ambiente.
4. Se utilizan indicadores para lograr una mayor apreciación de los efectos producidos por violaciones de la disciplina tecnológica en los factores dañados.

Limitaciones

1. No fue posible ofrecer un valor integral del comportamiento de la disciplina tecnológica. Este valor permitiría clasificar a la industria en un nivel dado de cumplimiento de la disciplina tecnológica.

2. No se ponderan las causas que inciden en las violaciones de la disciplina tecnológica y las listas de chequeo no permiten flexibilidad en el criterio de evaluación (las respuestas son dicotómicas)
3. No fue posible individualizar el efecto de las diferentes causas sobre cada uno de los factores dañados.

3.7- Conclusiones parciales.

1. Los elementos fundamentales detectados que repercuten sobre la disciplina tecnológica son el control del proceso, instrumentación, entorno socio-económico, normalización, mano de obra, y mantenimiento.
2. Las listas de chequeo para mano de obra, mantenimiento y entorno socio-económico permitieron determinar que estas causas inciden desfavorablemente en la disciplina tecnológica.
3. El 54,6 % de los parámetros de operación analizados no cumplen con su norma, lo que repercute en pérdidas de la calidad del producto.
4. Por concepto de violación de la disciplina tecnológica se dejan de ingresar 52435 \$/mes y se debe producir 9,6 t más para obtener ganancia.
5. En el pasteurizador y el tanque de cultivo el índice de gravedad resultante es 3, y el riesgo de accidentes se manifiesta fundamentalmente como afectaciones a la calidad, economía y medio ambiente.
6. La calidad ambiental se ve afectada en un 67% a causa de que los residuales líquidos emitidos por la planta no cumplen con su norma.

Conclusiones

A partir de este trabajo se ha podido arribar a las siguientes conclusiones:

1. La evaluación de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso de la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas permitió determinar los problemas de calidad, económicos, ambientales y de seguridad que este genera.
2. Los elementos fundamentales detectados que repercuten sobre la disciplina tecnológica son el control del proceso, instrumentación, entorno socio-económico, normalización, mano de obra, y mantenimiento.
3. Las listas de chequeo para mano de obra, mantenimiento y entorno socio-económico, así como la verificación del estado de la instrumentación y de la normalización permitieron determinar que estas causas inciden desfavorablemente en la disciplina tecnológica.
4. Se pudo detectar que por concepto de violación de la disciplina tecnológica se afecta la calidad del producto final, por esta razón se dejan de ingresar 52435 \$/mes, y se debe producir 9,6 t más para obtener ganancia. La calidad ambiental se ve afectada en un 67% a causa de que los residuales líquidos emitidos por la planta no cumplen con su norma.
5. En el pasteurizador y el tanque de cultivo el índice de gravedad resultante es 3, y el riesgo de accidentes se manifiesta fundamentalmente como afectaciones a la calidad, economía y medio ambiente.

Recomendaciones

1. Continuar trabajando en esta temática de forma que se logre ofrecer un valor integral del comportamiento de la disciplina tecnológica, que permita clasificar a la industria en un nivel dado de cumplimiento de esta.
2. Ponderar las causas que inciden en las violaciones de la disciplina tecnológica.
3. Lograr individualizar el efecto de las diferentes causas sobre cada uno de los factores dañados.

Bibliografía

1. Aguas Varadero (2016). Instrucción Integrada de Ensayo (IIE 7-2-01). Determinación de Temperatura. Revisión: 02.
2. Aguas Varadero (2016). Instrucción Integrada de Ensayo (IIE 7-2-02). Determinación de pH. Revisión: 02.
3. Aguas Varadero (2016). Instrucción Integrada de Ensayo (IIE 7-2-03). Determinación de la Dureza. Revisión: 03.
4. Aguas Varadero (2016). Instrucción Integrada de Ensayo (IIE 7-2-05). Determinación de Cloruros. Revisión: 02.
5. Aguas Varadero (2016). Instrucción Integrada de Ensayo (IIE 7-2-09). Determinación de Coliformes Totales. Revisión: 02.
6. Aguas Varadero (2016). Instrucción Integrada de Ensayo (IIE 7-2-10). Determinación de Coliformes Fecales. Revisión: 02.
7. Aguas Varadero (2016). Instrucción Integrada de Ensayo (IIE 7-2-11). Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅. Revisión: 01.
8. Aguas Varadero (2016). Instrucción Integrada de Ensayo (IIE 7-2-14). Determinación de Conductividad. Revisión: 01.
9. Águila Hernández, Glennys.M. (2007). La influencia de la disciplina tecnológica en los problemas ambientales que provoca la Pasteurizadora "Germán Hernández Salas" de Cárdenas. Matanzas. 90 h. Tesis en opción al grado académico de Máster en Contaminación Ambiental. Universidad de Matanzas.
10. 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 1853-9254.
11. Almeida Montenegro, Jhonny.X. (2007). Auditoría exergética y elaboración del proyecto de optimización del uso de la energía en la industria lechera CARCHI S.A, ILCSA. [on line]. Disponible en Internet en <http://repositorio.espe.edu.ec>
 12. 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, (enero-junio), p. 105-117.
 13. 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.
 14. Becker, Gary Stanley. (1993). Human capital. University of Chicago Press. [on line]. Disponible en Internet en <http://books.google.es>.
 15. Blank, L. y Tarquin, A. (1999). Ingeniería Económica.
 16. Bustamante, M. A. (2002). El cuajo de cordero en pasta: Preparación y efecto en los procesos proteolíticos y lipolíticos de la maduración del Queso Idiazabal. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco, Vitoria-Gasteiz.
 17. Calaudi, Pablo. (2008). “El porqué de una Escuela Agropecuaria en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires”. [on line]. Disponible en Internet en <http://www.cyt.ed.agua.uba.ar>
 18. Casal, et al. (2001). Análisis del Riesgo en Instalaciones Industriales, Alfa omega S.A., Bogotá (Colombia), ISBN: 958-682-287-7.
 19. Castillo, Alejandro. (2004). Calidad e Inocuidad de Plantas Lecheras. [on line]. Disponible en Internet en <http://scholar.google.com>

20. Chejne Janna, Farid. (2007). Uso eficiente de la energía: conceptos termodinámicos básicos. [on line]. Disponible en Internet en <http://www.metropol.gov.co>
21. Conesa Fernández-Vítora, V. et al. (2000). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. 3.ª edición., reimpresión.
22. Damiá Barceló, L. y López de Alda, María.J. (2007). Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales-CSIC. Barcelona. 2p.
23. Dávila, Jacqueline. et al. (2006). Diseño de un plan para el proceso de elaboración de queso tipo Gouda en una empresa. Revista ALAN. Venezuela, Vol. LVI, No. 1.
24. de Prada, César. (2014). Instrumentación para Control de Procesos. [on line]. Disponible en Internet en <http://www.isa.cie.uva.es>
25. Díaz Suárez, Santiago. (2016). Consultas personales del autor con el MSc. Santiago Díaz Suárez.
26. Early, Rallph. (2000). Tecnologías de los productos lácteos. Zaragoza. España: Editorial Acribia.
27. Emmons, D. B. Ernstrom. et al. (1991). Yield Formulae. En: Factors affecting the yield of cheese. Monografía No. 9301. International Dairy Federation. Bruselas, Bélgica.
28. 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.

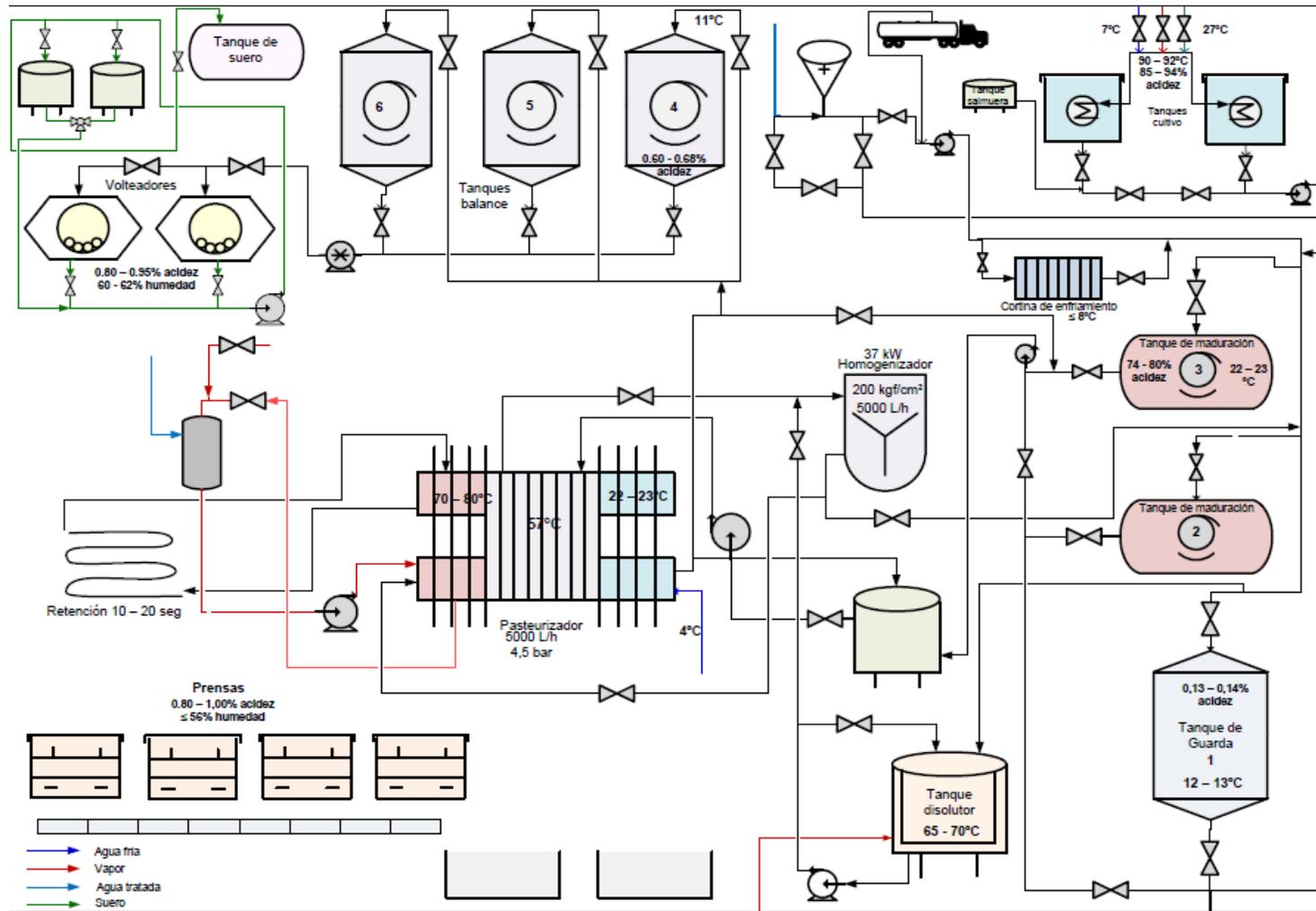
29. Figueroa, E. y Simonetti, J. (2003). "Globalización y biodiversidad: oportunidades y desafíos para la sociedad chilena". 1ra edición. Chile, Santiago de Chile: Editorial Universitaria. 143 p.
30. Flores et al, 2008, "Ecología y medio ambiente", 2da edición, editorial Thomson Learning, México, México, pp. 72,73.
31. Gamboa Vázquez, Wendolyn. (2013). Instrumentación y estandarización del proceso para la elaboración de yogurt mediante el monitoreo de las variables analíticas (pH y temperatura). Tesis en opción al título de Ingeniero en Automatización. Universidad Autónoma de Querétaro.
32. Gutiérrez Pulido, Humberto (1997). Calidad Total y Productividad. México: Editorial McGraw-Hill.
33. Inda Cunningham, Arturo. (2003). Aseguramiento de inocuidad en la industria de productos lácteos. [on line]. Disponible en Internet en <http://www.ucipfg.com>
34. ISO (International Organization for Standardization). 1994. Quality management and quality assurance Standard ISO 8402:1994.
35. 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.
36. Mena Zurita, Estela.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.
37. Mendoza Murillo, Rodolfo. (2009). Metodología para el desarrollo de algoritmos de evaluación de riesgo en estaciones de bombeo de

- hidrocarburos. México D.F. 98h. Tesis en opción al título de Maestro en Ciencias en Ingeniería Industrial. Instituto Politécnico Nacional.
- 38.NC 136, (2007). Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) y directrices para su aplicación.
- 39.NC 27, (2012). Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado.
- 40.NC 827, (2012). Agua potable – requisitos sanitarios.
- 41.NEIAL 1599.33, (1992). Leche y Productos Lácteos. Queso Crema. Procesos Tecnológicos.
- 42.NEIAL 1599.34, (2007). Leche y Productos Lácteos. Queso Crema. Inspección de calidad en el proceso.
- 43.Norma Venezolana COVENIN: 3802, (2002). Directrices generales para la aplicación del sistema HACCP en el sector alimentario. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 37 p.
- 44.Normey-Rico, Julio.E. y Camacho, Eduardo.F. (2006). Predicción para control: una panorámica del control de procesos con retardo. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. España, Vol. IV, p.5-25.
- 45.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.
- 46.Orozco, Jesús.L. (2016). Consultas personales del autor con el DrC. Jesús Luis Orozco.
- 47.Rodríguez Plaza, Giovanny.R. (2014). “Implementar el programa de control y calibración de instrumentos de medición en el proceso de pasteurización

- flash en el área de envasado de la línea N° 3 de cervecería nacional”. Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial. Universidad de Guayaquil.
48. Salazar Unapunta, 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.
49. Sánchez Quimibiulco, Héctor.R. y Villacis Lago, Michael.F. (2010). Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de la industria láctea INPROLAC S.A. Tesis en opción al título de Ingeniero Mecánico. Escuela Politécnica Nacional.
50. Serna Quilindo, Werner.Y. (2011). Procedimiento de modelado ISA S88 para ejecución de órdenes de producción basadas en récipes. Revista Ciencia e ingeniería neogranadina. Colombia, Vol. 21-2, p.107-129, ISSN 0124-8170.
51. Torres, Patricia. et al. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Medellín, Colombia. Vol. VIII. No.15 especial, p. 79-94.
52. 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, Vol. V, No. 4, p. 281-298.
53. Woodall, William.H. (2006). The Use of Control Charts in Health-Care and Public-Health Surveillance. [on line]. Disponible en Internet en <http://www.npaihb.org>
54. Zaror Zaror. Claudio.A. (2000). “Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos”. Concepción, Chile.

Anexos

Anexo 1- Diagrama de flujo del proceso de producción de queso de crema.



Anexo 2- Análisis de peligros e identificación de los puntos críticos según el árbol de decisión.

Etapa del proceso	Peligros potenciales	¿Es este peligro significativo para la inocuidad del producto?	Justificación	Medidas de control de peligros	PCC
Recepción de la leche cruda	Biológicos Presencia de microorganismos patógenos debido a insuficiente enfriamiento durante ordeño y transporte de la leche a la planta	Sí	La leche debe llegar refrigerada a la planta para prevenir la multiplicación de patógenos.	Transporte refrigerado de la leche.	No
	Contaminación con patógenos por equipos, operarios u otras prácticas no higiénicas	Sí	Los patógenos producen ETA.	Control de proveedores, aceptando sólo los que traigan a la planta leche fría con una temperatura <7°C.	No
	Químicos Residuos de antibióticos y/o plaguicidas	Sí	Los residuos de antibióticos y plaguicidas no podrán ser controlados mediante procesado posterior.	Análisis de antibióticos y aceptar sólo leche libre de estos) y cumplimiento de requisitos, evaluación y seguimiento del proveedor.	No
	Físicos Moscas, tierra, pelos	Sí	Transportan microorganismos.	Filtración de la leche, limpieza del equipo, evaluar la efectividad del filtro	No
Almacenamiento	Biológicos Crecimiento de microorganismos patógenos por deficiencia en la refrigeración	Sí	La leche debe permanecer refrigerada a <7°C por un tiempo no mayor de 20h, para	Controlar el tiempo y la temperatura de refrigeración en los tanques de almacenamiento.	No

	Químicos Ninguno Físicos Ninguno	No	prevenir la multiplicación de microorganismos que pueden producir toxinas que luego no serán destruidas con la pasteurización.		No
	Físicos Ninguno	No			No
Pasteurización	Biológicos Sobrevivencia de patógenos por un deficiente procesamiento térmico (empleo de temperatura y tiempos incorrectos o una elevada carga inicial)	Sí	La pasteurización asegura la eliminación de microorganismos viables patógenos presentes en la leche cruda.	Controlar el proceso térmico (realizar ajustes de temperatura y tiempo del proceso) cuando haya desviación del límite operacional (entre 74 y 80 °C).	Sí
	Químicos Ninguno Físicos Ninguno	No			No
		No			No

Coagulación	Biológicos Contaminación debido a limpieza deficiente de equipos y a los manipuladores. Contaminación por el ambiente. Contaminación a través del agua usada como diluyente de algún.	Sí	Los microorganismos presentes en equipos, operarios, agua o ingredientes pueden ocasionar ETA pero su presencia se puede controlar efectivamente a través de BPF y POES. Fallas en el proceso de fermentación y maduración del queso pueden producir ETA.	Limpieza efectiva (revisar procedimientos, detergentes y desinfectantes utilizados). Vigilancia de los manipuladores. Entrenamiento con buenas prácticas de higiene. Evitar condensación del aire húmedo en el soporte o base del agitador. Control de insectos (moscas, mosquitos). Control rutinario del agua, asegurando la calidad microbiológica, físico-química.	No	
	Deficiente calidad del cultivo que causa fallas en la fermentación de la cuajada.	Sí			Control de tipo, manejo y preparación del cultivo iniciador.	Sí
	Químicos Ninguno	No				No
	Físicos Ninguno	No				No
Desuerado	Biológicos Contaminación por deficiente limpieza de equipos, manipuladores y del medio ambiente.	Sí	La presencia de microorganismos en equipos y operarios puede producir ETA.	Realizar limpieza e higiene de equipos. Vigilancia y entrenamiento de los manipuladores. Control del ambiente. BPF y POES.	No	
	Químicos Ninguno	No				
	Físicos Ninguno	No				
Prensado	Biológicos	Sí	La presencia de	Realizar previamente una	No	

	Contaminación por deficiente limpieza de las planchas y moldes. Químicos Ninguno Físicos Ninguno	No No	microorganismos en los equipos puede producir ETA.	efectiva limpieza del equipo de prensado. BFP y POES.	
Salado	Biológicos Contaminación del producto por microorganismos patógenos presentes en la salmuera Químicos Deficiente salado en el producto final. Físicos Ninguno	Sí Sí No	La presencia de microorganismos en la salmuera puede producir ETA. La sal es un inhibidor del crecimiento de la mayoría de los microorganismos patógenos.	Control de la calidad de la salmuera (acidez, °Be, recuento microbiano). Cambio periódico de la salmuera (cada 6 meses) Control de la concentración de sal y tiempo de salado.	No
Almacena- miento	Biológicos Crecimiento de microorganismos patógenos por fallas en la refrigeración del queso. Químicos Ninguno Físicos Ninguno	No No No	La refrigeración retarda el crecimiento de la mayoría de los microorganismos patógenos.	Control de la temperatura de almacenamiento. Control del funcionamiento del compresor.	No No No
Leyenda: ETA- Enfermedades transmitidas por alimentos. BPF- Buenas prácticas de fabricación. POES- Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento.					

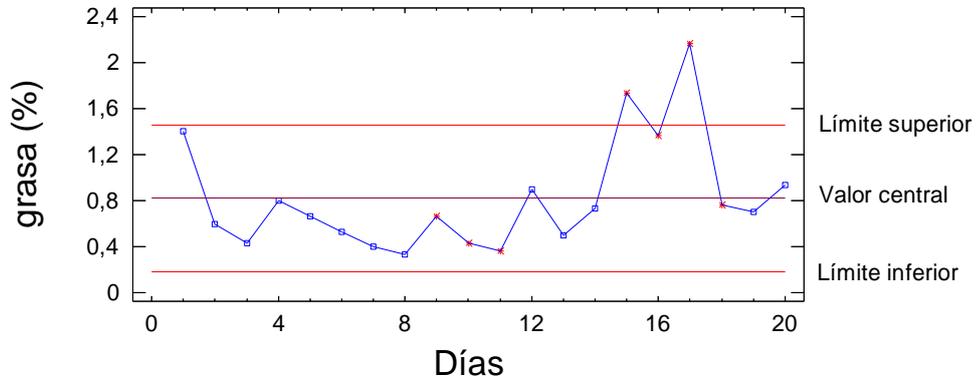
Anexo 3- Control de la instrumentación y parámetros críticos.

Operaciones	Variable que se controla	Punto de control	Tipo de medición	Control real	Se registra	Frecuencia
Recepción de la leche	Acidez	Carro transportador de leche	Indirecta	Sí	Sí(***)	1 vez al día (por cada lote)
	Densidad	Carro transportador de leche	Directa	Sí	Sí(***)	1 vez al día (por cada lote)
	Grasa	Carro transportador de leche	Indirecta	Sí	Sí(***)	1 vez al día (por cada lote)
	Sólidos no grasos	Carro transportador de leche	Indirecta	Sí	Sí(***)	1 vez al día (por cada lote)
	Temperatura	Carro transportador de leche	Directa	Sí	Sí(***)	1 vez al día (por cada lote)
Elaboración del cultivo	Temperatura de pasteurización(*)	Salida del tanque de elaboración	Directa	Sí	No(**)	1 vez al día (por cada lote)
	Temperatura de inoculación del cultivo técnico(*)	Salida del tanque de elaboración	Directa	Sí	No(**)	1 vez al día (por cada lote)
	Acidez	Tanque de cultivo	Indirecta	Sí	Sí	1 vez al día (por cada lote)
Disolución grasa vegetal	Temperatura de la mezcla grasa vegetal-leche	Tanque disolutor de grasa	Directa	Sí	No	1 vez al día (por cada lote)
1ra Pasteurización	Temperatura pasteurización	Sección de calentamiento del	Directa	Sí	Sí	2 veces al día

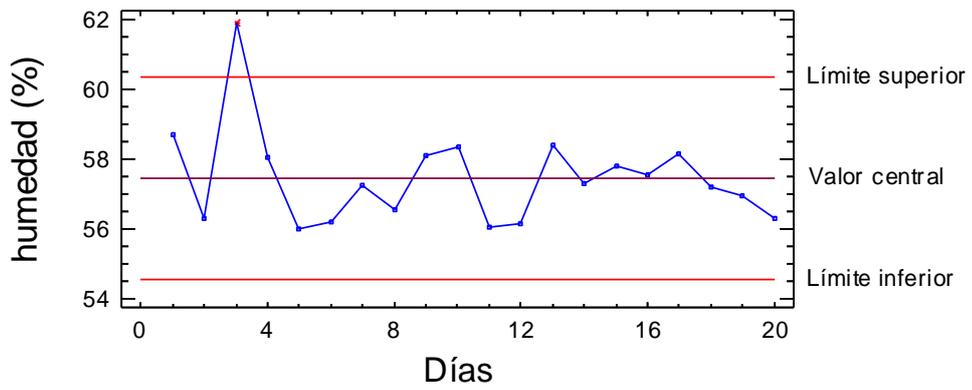
		pasteurizador				
	Temperatura del agua de enfriamiento (banco de hielo)	Sección de enfriamiento del pasteurizador	Directa	Sí	Sí	4-5 veces al día
	Temperatura de enfriamiento de la cuajada sin sal(*)	Sección de enfriamiento	Directa	Sí	No(**)	1 vez al día (por cada lote)
Inoculación del cultivo industrial	Temperatura de inoculación del cultivo industrial(*)	Toma de muestras en el tanque de maduración	Directa	Sí	Sí	1 vez al día (por cada lote)
2da pasteurización	Temperatura de enfriamiento de la cuajada con sal(*)	Sección de enfriamiento del pasteurizador	Directa	Sí	Sí	1 vez al día (por cada lote)
Autodescreme	Acidez del queso	Volteadores	Indirecta	Sí	Sí	2 veces al día
	Humedad del queso	Volteadores	Indirecta	Sí	Sí	2 veces al día
	Grasa del suero	Volteadores	Indirecta	Sí	Sí	1-2 veces al día
Prensado	% grasa del queso	Prensas	Indirecta	Sí	Sí	4 veces al día
	Acidez del queso	Prensas	Indirecta	Sí	Sí	1 vez al día
	Humedad del queso	Prensas	Indirecta	Sí	Sí	1 vez al día
Almacenamiento	Temperatura de la nevera	Nevera	Directa	Sí	Sí	3-4 veces al día

Anexo 4 – Resultados de las cartas de control.

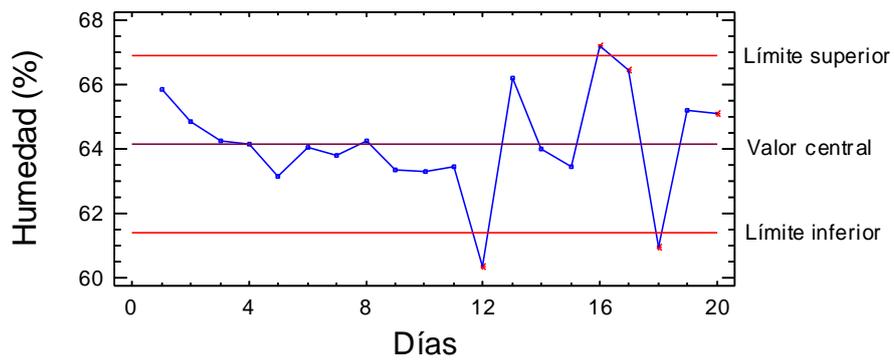
Carta de control para medias (Grasa en el suero)



Carta de control para medias (Humedad en prensado)

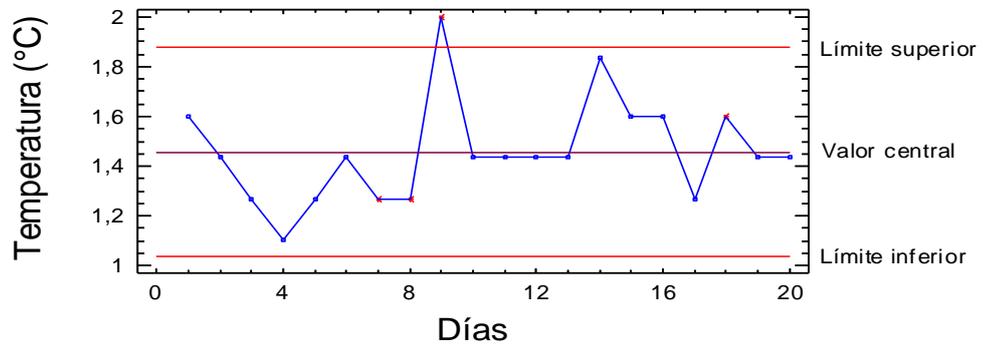


Carta de control para medias (Humedad en volteadores)

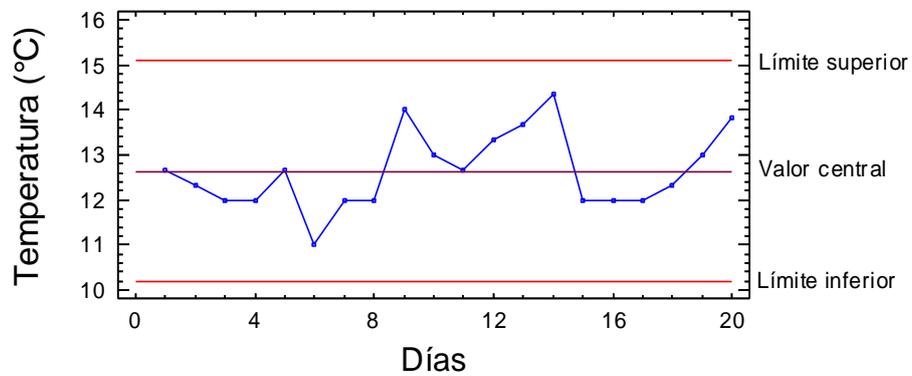


Anexo 4 – continuación.

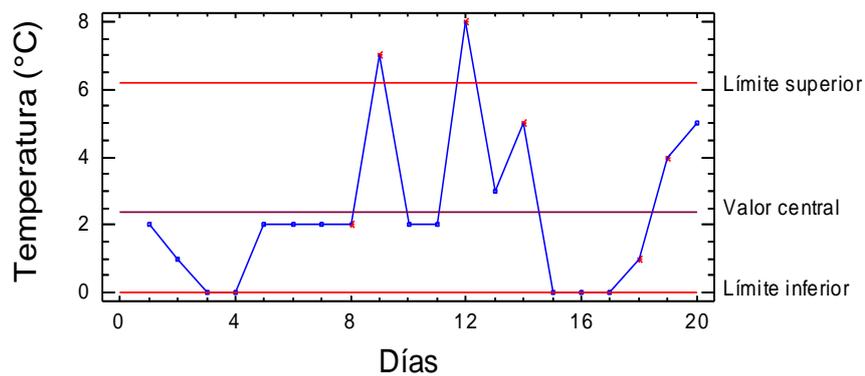
Carta de control para medias (Temperatura enfriamiento banco de hielo)



Carta de control para medias (Temperatura de enfriamiento CCS)

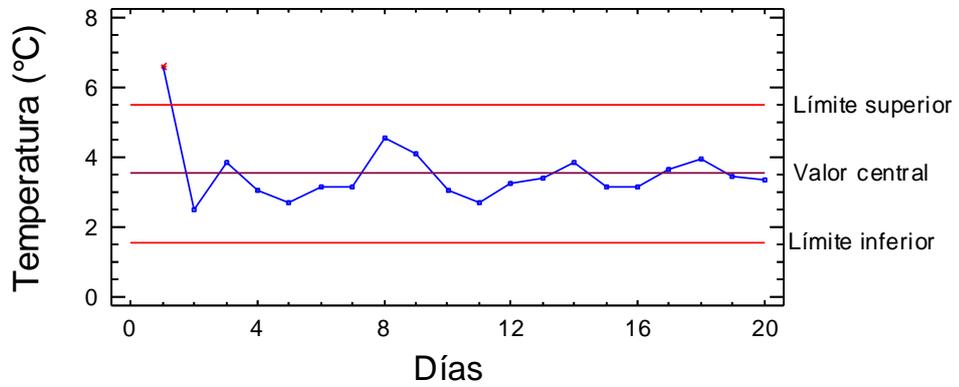


Carta de control para rangos (Temperatura de enfriamiento CCS)

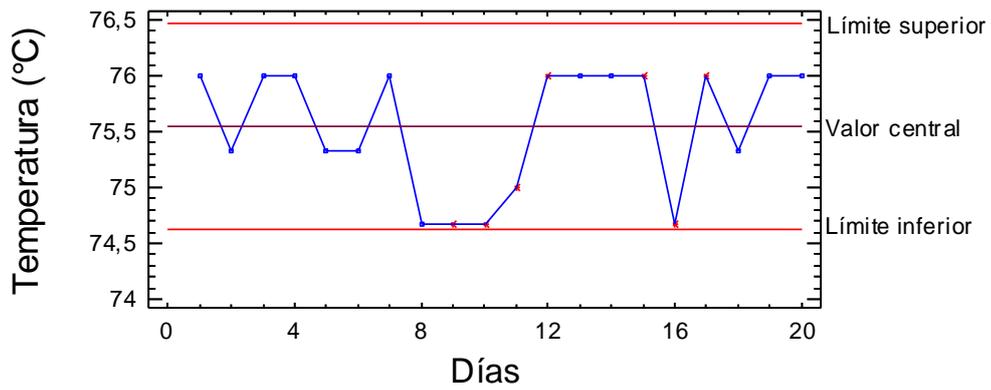


Anexo 4 – continuación.

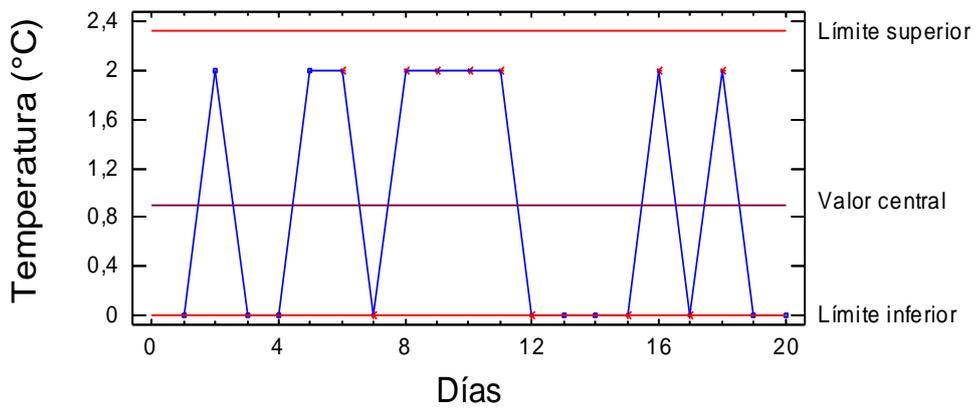
Carta de control para medias (Temperatura de nevera)



Carta de control para medias (Temperatura de pasteurización)

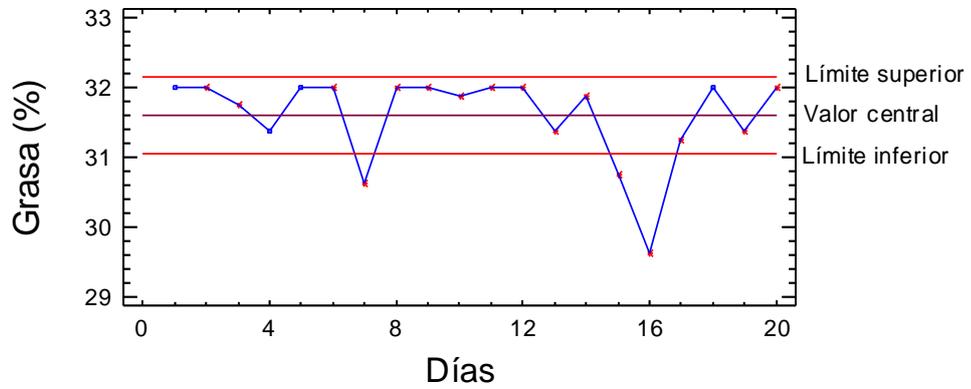


Carta de control para rangos (Temperatura de pasteurización)

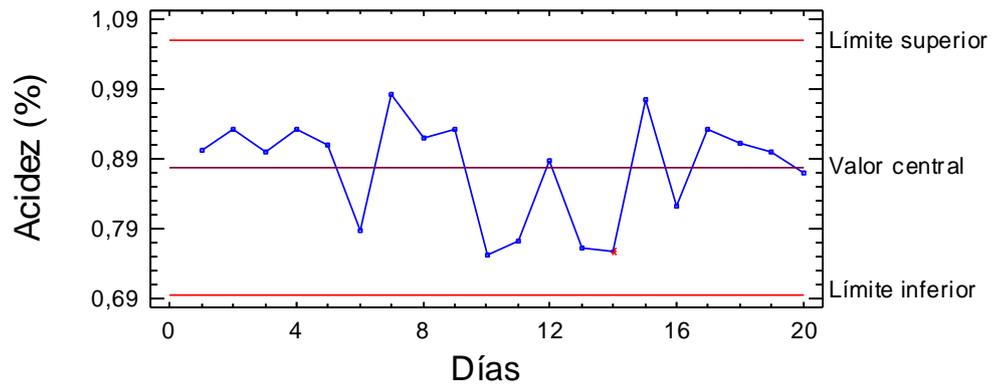


Anexo 4 – continuación.

Carta de control para medias (% grasa queso)

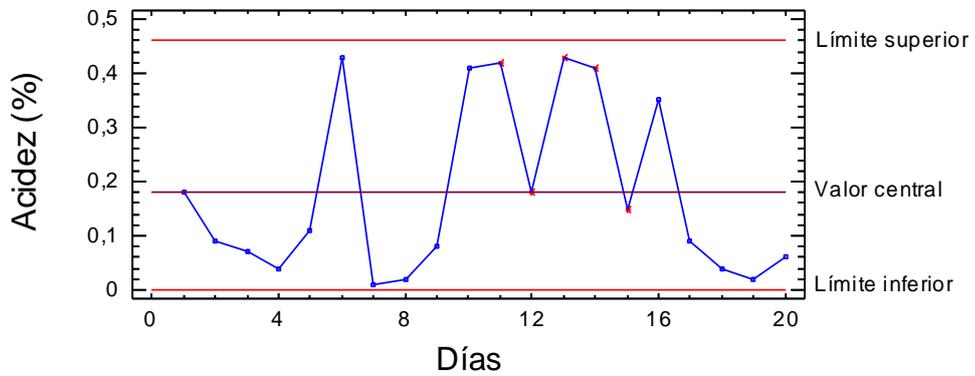


Carta de control para medias (Acidez de elaboración del cultivo industrial)

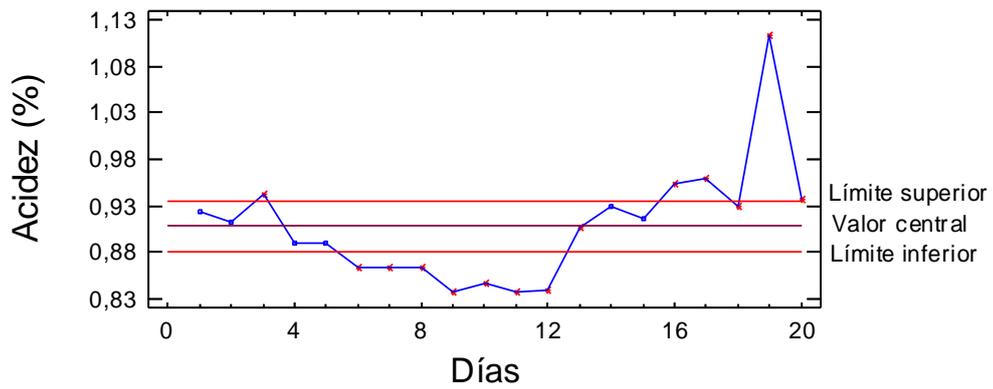


Anexo 4 – continuación.

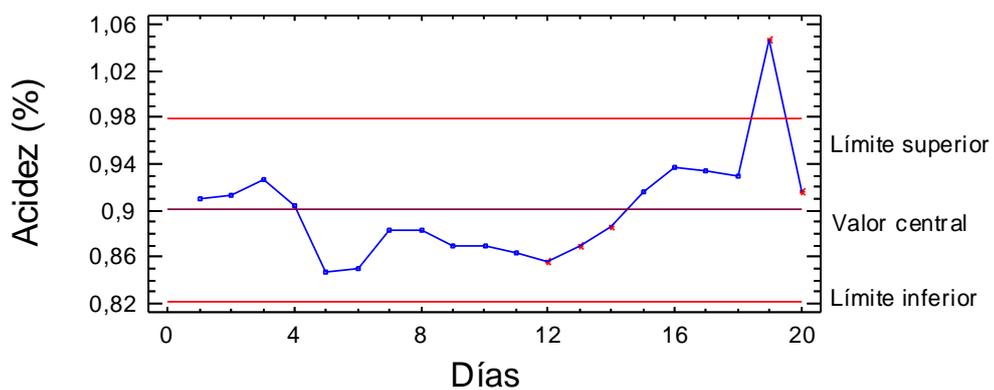
Carta de control para rangos (Acidez de elaboración del cultivo industrial)



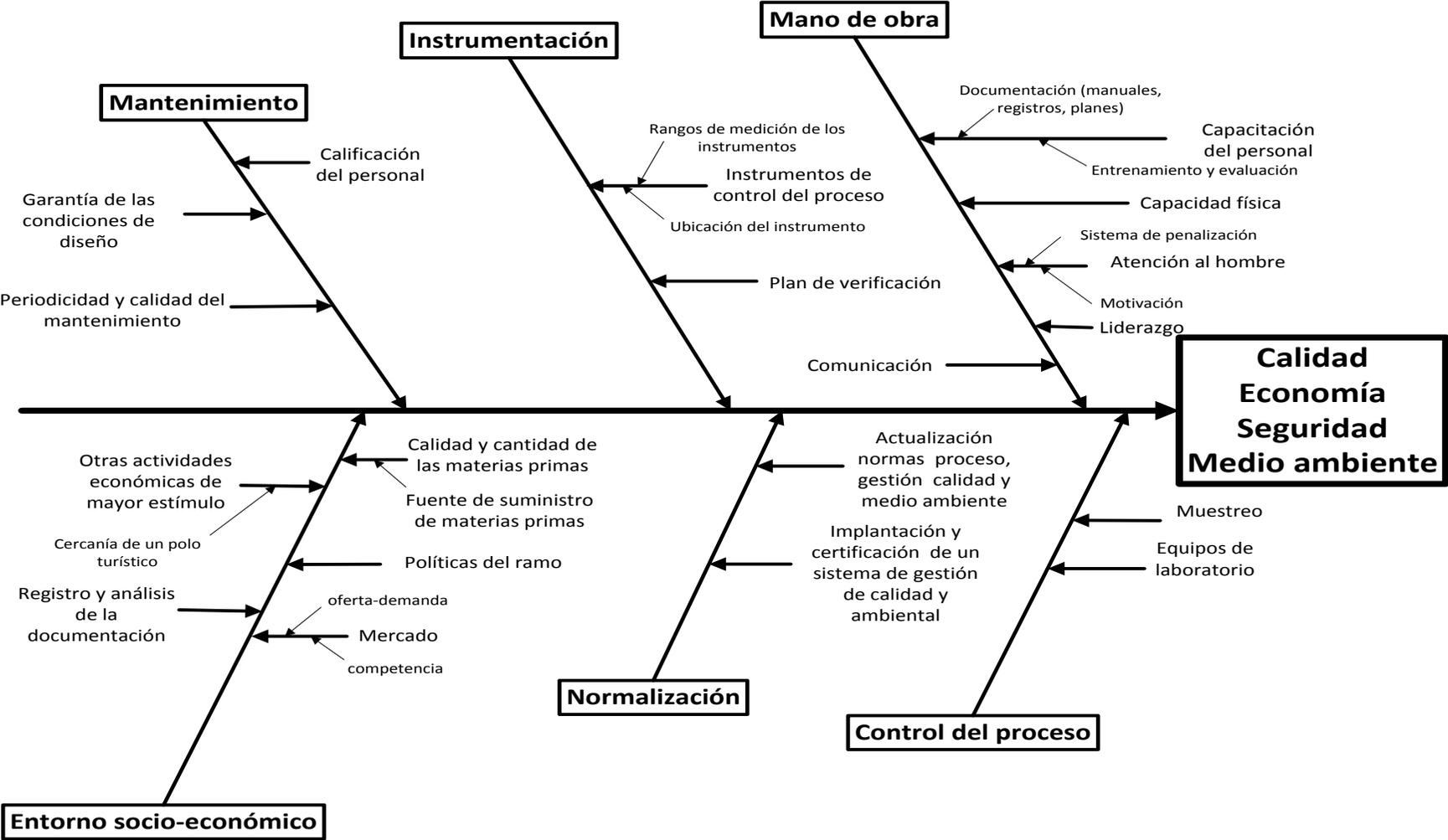
Carta de control para medias (Acidez en prensado)



Carta de control para medias (Acidez queso)



Anexo 5 - Diagrama de causa-efecto aplicado al proceso.



Anexo 6 - Lista de chequeo para la evaluación de la mano de obra.

1. ¿Existe un sistema de formación al trabajador sobre el manejo de la maquinaria, así como de la composición, propiedades, manipulación y eliminación de cualquier producto o sustancia utilizados?
Sí No x
2. ¿Conoce el personal las características de cada materia prima (composición y propiedades, riesgos y manejo, etc.)?
Sí No x
3. ¿Se toman las medidas necesarias para que el personal opere adecuadamente las sustancias del proceso?
Sí No x
4. ¿Conoce el personal las características de los residuos y toma las medidas necesarias para su manipulación?
Sí x No
5. ¿El personal de la planta conoce los riesgos y características de los residuos peligrosos de esta y cumple todas las recomendaciones de manipulación?
Sí x No
6. ¿Existe un plan escrito y actualizado de formación del personal en técnicas y métodos de control ambiental?
Sí No x
7. ¿Se llevan a cabo entrenamientos periódicos para la calificación del personal?
Sí No x
8. ¿Los operarios de equipos se someten a un proceso evaluativo para adquirir la plaza?
Sí x No
9. ¿Se evalúa periódicamente el desempeño de los operarios (habilidades en el manejo de equipos, capacidad física, conocimiento de sus funciones, etc.)?

Sí x No

10. ¿Existe un sistema de penalización para aquellos operadores que no cumplen con las normativas de su puesto de trabajo?

Sí x No

11. ¿De existir el sistema de penalización, conocen los trabajadores de su existencia?

Sí x No

12. ¿De existir el sistema de penalización, se aplica con efectividad?

Sí x No

13. ¿Se dispone de manuales de operación al alcance de los operarios?

Sí No x

14. ¿Existe atención correcta a la mano de obra de la planta?

Sí No x

15. ¿Existe un liderazgo en la planta que sea capaz de comunicar correctamente a las diferentes subdivisiones las tareas y dar el ejemplo en el cumplimiento del deber?

Sí No x

Anexo 7 - Lista de chequeo para la evaluación del mantenimiento.

1. ¿Se lleva a cabo mantenencias periódicas en los equipos del proceso (incluye las limpiezas)?
Sí x No

2. ¿Se utilizan los productos normados durante los procesos de limpieza?
Sí x No

3. ¿Existe un sistema de control y mantenimiento de las vías de salida de los residuos de la planta?
Sí No x

4. ¿Existe un plan, escrito y actualizado, de mantenimiento de la planta? (revisión y control de la maquinaria de los sistemas de producción, de seguridad y de emergencia)
Sí x No

5. ¿Existe un presupuesto asignado para el plan de mantenimiento?
Sí x No

6. ¿Se verifica la calidad del mantenimiento efectuado?
Sí x No

7. ¿Se evalúa de alguna forma el personal que interviene en el mantenimiento?
Sí x No

8. ¿Se califica el personal que interviene en el mantenimiento?
Sí x No

9. ¿Se respetan durante los mantenimientos las condiciones de diseño?
Sí No x

Anexo 8 - Lista de chequeo para la evaluación del entorno socio-económico.

1. ¿Existe una copia de todos los informes, permisos y autorizaciones administrativas a nivel local, regional o nacional?
Sí NO x
2. ¿Existen todos los contratos, por escrito y actualizados, de los gestores y transportistas externos?
Sí x No
3. ¿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?
Sí x NO
4. ¿Existe un sistema, actualizado y escrito, y la documentación necesaria para una gestión correcta de las materias primas?
Sí No x
5. ¿Existe algún estudio de las condiciones del mercado donde se desarrolla la empresa y resultados concretos?
Sí No x
6. ¿Cuenta la institución con registros de la calidad de las materias primas entregada por los proveedores de forma que le permita decidir cuál les conviene más?
Sí x No
7. ¿Garantizan los proveedores la cantidad y calidad de las materias primas con la que trabaja la planta?
Sí No x
8. ¿Existe una buena correlación oferta-demanda del queso producido por la planta?
Sí x No
9. ¿Favorecen el desarrollo de la institución las políticas aplicadas por el ministerio (MINAL) a esta rama de la producción?

Sí x No

10. ¿Constituye la industria un sector de preferencia de la fuerza de trabajo del territorio?

Sí No x

11. ¿Son estimulantes los salarios que ofrece la industria?

Sí No x

12. ¿Cuenta el territorio con ofertas laborales de mayor preferencia?

Sí x No

13. ¿Existe una alta competencia para esta industria en el territorio?

Sí No x

Anexo 9 – Análisis de los resultados del diagrama de causa-efecto.

Mano de obra

Falta de capacitación del personal: al no estar debidamente capacitado comete errores tecnológicos o de régimen de trabajo y operación durante el proceso, que pueden causar afectaciones a la calidad, al medio ambiente y al estado técnico de los equipos e incluso provocar accidentes.

Documentación (manuales, registros, planes): al no contar con manuales de operación de equipos, planes de formación del personal en técnicas y métodos de control ambiental y registros actualizados no se controla correctamente el proceso, no se toman las medidas necesarias para evitar riesgos y accidentes, no se tratan correctamente los efluentes de la planta antes de ser vertidos y con ello se afecta la calidad, economía, el medio ambiente y seguridad.

Entrenamiento: un mal entrenamiento y evaluación de la capacidad del personal con el que cuenta la planta ocasionan problemas en el dominio de la labor a cumplir por desconocimiento del funcionamiento de maquinarias, procedimientos; mal manejo de recursos, falta de habilidades, que hacen que se vean afectadas la calidad, economía, seguridad y medio ambiente.

Capacidad física: con limitaciones psico-físicas propias de la edad pueden realizar operaciones incorrectas, olvido de algunos parámetros de trabajo, turbación y poca capacidad de reacción ante eventos que afecten la seguridad industrial.

Sistema de penalización: la mala o nula aplicación de un sistema de penalización al trabajador por malos procedimientos, conductas y comportamientos durante el cumplimiento de la normativa establecida, así como cuando se comete algún delito hace que el trabajador continúe descuidando esos elementos y se vean afectados la calidad, economía, seguridad y medio ambiente.

Deficiente motivación para alcanzar los resultados: bajos salarios, sistemas de estimulación y pago por resultados, deficiente estimulación moral desmotivan al trabajador para esforzarse y alcanzar los resultados.

Atención al hombre (todo lo relacionado con seguridad y salud del trabajo). ejemplo: condiciones de trabajo (iluminación, ruido, etc.): condiciones inadecuadas de trabajo en cuanto a iluminación, ruido y 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.

Deficiente comunicación entre las diferentes subdivisiones estructurales de la empresa que garanticen un óptimo cuadro de mando: cuando existe una deficiente comunicación entre las diferentes subdivisiones estructurales de la empresa se cometen errores por no comprensión de las ordenes emitidas, descoordinación en el cumplimiento de los objetivos, ruidos e interferencias que no garantizan un enfoque integral y sistémico de todas las actividades a desarrollar como un todo en la empresa.

Ineficiente liderazgo: jefes sin los conocimientos requeridos, que no son ejemplo ante el colectivo en cuanto a disciplina, respeto a las normas establecidas, sin capacidad de arrastrar a sus subordinados al cumplimiento de las tareas

Entorno socio-económico

Cercanía de un polo turístico con ventajas económicas. bajos salarios, sistemas de estimulación y pago por resultados, deficiente estimulación moral llevan a una parte importante del personal joven y capacitado a buscar mejores opciones en una esfera más prometedora cercana a su localidad con facilidades de transporte, tal vez en un entorno laboral más limpio e higiénico.

Otras actividades económicas de mayor estímulo: el incremento de la actividad por cuenta propia propicia ventajas económicas, por lo que al igual que en el caso anterior, los bajos salarios, sistemas de estimulación y pago por resultados, deficiente estimulación moral llevan a una parte importante del personal joven y capacitado a buscar mejores opciones en otros trabajos dentro de su localidad.

La inexistencia de otra fábrica productora de queso crema que ofrezca competencia: la falta de competencia en cuanto a calidad, precios, respuesta a

entrega y atención a los clientes en ocasiones genera un estado de confianza ante la inexistencia de una amenaza que frena el esfuerzo por superarse a sí mismos y ser cada vez mejores generando un estancamiento en el desarrollo.

Las materias primas no se corresponden con las necesidades (calidad ni cantidad): cuando las materias primas no se corresponden con las necesidades en cuanto a calidad ni cantidad cualquier esfuerzo en el cumplimiento de las normas, la disminución de los costos y los residuales, el incremento de los volúmenes de producción resulta insuficiente para alcanzar los resultados esperados

Lejanía de la fuente de suministro de materias primas (ejemplo: la leche viene de Colón o Matanzas): este problema encarece los costos por concepto de flete, da la posibilidad que por demora se atrase el proceso de producción o se deteriore la calidad de la materia prima por ser un producto muy propenso a su degradación

Política del ramo: la ocurrencia de actividades y festejos populares no programados en ocasiones tales como ferias, carnavales, desfile del 1ro de Mayo, reclutamiento para el servicio militar y otros eventos, hacen que el proceso salga de su ritmo natural y sufra afectaciones.

Registro, análisis y control de la documentación: un mal registro, análisis y control de los documentos de la entidad no permite hacer modificaciones necesarias, tomar decisiones importantes, tener un buen control de los proveedores de materias y demás; esto afecta la calidad y economía fundamentalmente.

Mercado: cuando no se analiza el mercado donde se desarrolla la planta, es decir, sus competidores, puntos de venta, consumo por población, preferencia, una buena relación oferta-demanda, entre otros elementos de interés, se ve afectada fundamentalmente la economía y la calidad por este concepto.

Relación oferta-demanda: cuando la oferta es mayor que la demanda se pierde o deteriora el producto dada la poca duración de este antes de ser consumido, por lo tanto se afecta la calidad y por consecuencia la economía, tanto por tener que bajar el precio de venta o pérdidas de producto por acidificación. En

el caso de que la demanda sea mayor que la oferta existe insatisfacción por parte de los consumidores ya que no se satisfacen sus necesidades. Cuidar este elemento es fundamental para evitar pérdidas en la calidad del producto y la economía.

Instrumentación

Carencia de instrumentos para el control de los parámetros en el proceso: provoca que se cometan errores tecnológicos o de régimen de trabajo y operación durante el proceso que pueden causar afectaciones a la calidad, al medio ambiente y al estado técnico de los equipos e incluso provocar accidentes.

Carencia de un plan de verificación de instrumentos (comprobar que estén en buen estado): aunque existan instrumentos de medición, si los mismos no están comprobados se falsea la medición y lleva a que se cometan errores tecnológicos o de régimen de trabajo y operación durante el proceso que pueden causar afectaciones a la calidad, al medio ambiente y al estado técnico de los equipos e incluso provocar accidentes.

Instrumentos con rangos de medición inadecuados para el proceso: cuando los rangos de medición no son los idóneos para el proceso tienen que asumirse valores por apreciación, se falsea la medición y lleva a cometer errores tecnológicos o de régimen de trabajo y operación durante el proceso que pueden causar afectaciones a la calidad, al medio ambiente y al estado técnico de los equipos e incluso provocar accidentes

Ubicación del instrumento: cuando existen puntos críticos, en los que es imprescindible el control, y los instrumentos no están colocados en ellos, ocurren daños irreversibles para el proceso. Además las mediciones se falsean cuando estos no están colocados en el lugar apropiado.

Normalización

Falta de actualización de las normas del proceso, gestión de la calidad y medio ambiente (ISO9001, ISO14001, ISO22000): aunque exista alguna forma de

control de la calidad, la falta de actualización estas normas pueden causar afectaciones a la calidad, al medio ambiente, etc.

No se tiene implantado ni certificado ningún sistema de gestión de la calidad ni ambiental: aunque exista alguna forma de control de la calidad, y pudieran estar actualizadas estas normas no se tiene implantado ni certificado ningún sistema de gestión de la calidad ni ambiental que de garantía total al proceso y lo hace más débil y poco competitivo con otros productores. Pueden causar afectaciones a la calidad, al medio ambiente.

Mantenimiento

Calificación del personal: al no estar debidamente calificado comete errores en la reparación de los equipos y del cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo generando afectaciones al régimen de trabajo y operación durante el proceso que pueden dañar la calidad, al medio ambiente y al estado técnico de los equipos e incluso provocar accidentes.

Garantía de las condiciones de diseño: cuando en el mantenimiento no se hacen los cambios adecuados, o sea, los mismos materiales, dimensiones, funcionalidad; además no se usan las sustancias adecuadas en la limpieza y trabajo de equipos, así como cuando su explotación está por encima de la capacidad genera afectaciones al régimen de trabajo y operación durante el proceso que pueden dañar la calidad, al medio ambiente y al estado técnico de los equipos e incluso provocar accidentes.

Periodicidad y calidad del mantenimiento: aun cuando exista un plan o programa de mantenimiento, el no cumplimiento de la periodicidad del mismo, una incorrecta planificación o mala calidad de este, genera afectaciones al régimen de trabajo y operación durante el proceso que pueden dañar la calidad, al medio ambiente y al estado técnico de los equipos e incluso provocar accidentes.

Control del proceso

Deficiente muestreo: toma de muestras para análisis de las etapas del proceso sin un correcto procedimiento de muestreo y sin la frecuencia requerida que

trae consigo falsear los resultados y afecta la toma de decisiones para implementar adecuadamente las medidas correctivas, lo cual afecta la calidad.

Equipos de laboratorio no verificados ni certificados: induce a errores en los ensayos de laboratorio falseando los resultados y afecta la toma de decisiones para llevar a cabo adecuadamente las medidas correctivas afectando así la calidad.

Normas de proceso no actualizadas: traen afectación a la calidad y al costo por utilizarse como guía de trabajo rangos fuera del contexto real de trabajo.

Anexo 10 – Resultados de las pruebas de hipótesis (cumplimiento de las normas de operación).

Etapa del proceso	Parámetro	Valor norma do	Nombre de la norma de donde proviene	Valor medio	CV (%)	S_x	Cumple con la norma según prueba de hipótesis
Elaboración del cultivo industrial	Acidez	0,75-0,95%	NEI AL 1599:33 (1992)	0,87	14,85	11,893	Sí
1ra pasteurización	Temperatura pasteurización	72-76°C	NEI AL 1599:33 (1992)	75,55	1,101	0,832	Sí
1ra pasteurización	Temperatura agua enfriamiento (banco de hielo)	$\leq 2^\circ\text{C}$	NEI AL 1599:33 (1992)	1,45	21,35	0,311	Sí
2 da pasteurización	Temperatura enfriamiento CCS	8-11°C	NEI AL 1599:33 (1992)	12,64	13,01	1,644	No
Autodescreme	Acidez del queso	0,8-0,95%	NEI AL 1599:33 (1992)	0,9	6,970	0,062	Sí
Autodescreme	Humedad	60-62%	NEI AL 1599:33 (1992)	64,16	3,435	2,204	No
Autodescreme	Grasa del suero	$\leq 0,5\%$	NEI AL 1599:33 (1992)	0,82	73,05	0,6	No
Prensado	% grasa del queso	$\geq 32\%$	NEI AL 1599:33 (1992)	31,59	2,455	0,775	No
Prensado	Acidez del queso	0,8-1%	NEI AL 1599:33 (1992)	0,9	7,187	0,062	Sí
Prensado	Humedad	$\leq 56\%$	NEI AL 1599:33 (1992)	57,45	3,839	2,205	No
Almacenamiento	Temperatura de la nevera	2-6°C	NEI AL 1599:33 (1992)	3,53	41,05	1,45	Sí

CV - Coeficiente de variación

S_x - Desviación estándar

Anexo 11 - Resultados de la aplicación del FMEA en el pasteurizador.

Elementos	Descripción del equipo	Modo de fallo	Forma de detección del fallo	Efectos del fallo	Medidas correctoras	Índice de gravedad
termómetro ubicado en la sección de enfriamiento	Control de la temperatura de la CSS en la sección de enfriamiento	Termómetro averiado o fuera de calibración	Coágulo inconsistente y baja acidez	- Proliferación de microorganismos patógenos -Afectaciones en el rendimiento	Verificación y calibración del termómetro Sustitución del termómetro	3
termómetro ubicado en la sección de enfriamiento	Control de la temperatura de la CCS en la sección de enfriamiento	Termómetro averiado o fuera de calibración	Incremento del % grasa y % SNG detectables en el proceso de desuere	Disminución del volumen de producción. Incremento del nivel de residuales	Verificación y calibración del termómetro Sustitución del termómetro	3

Válvula del agua de enfriamiento	Control del agua de enfriamiento	Válvula cerrada o atascada	Flujo de agua nulo en el toma muestra entre la válvula y el pasteurizador	Incremento de las temperaturas de las cuajadas con afectaciones en los niveles de producción y rendimiento del producto terminado Afectaciones en el proceso de desuere	Reparación o sustitución de la válvula	3
Bomba del agua de enfriamiento	Bombeo de agua de enfriamiento	Deficiencias con la bomba	El flujómetro del banco de hielo indica un flujo de agua insuficiente	Disminución de la transferencia de calor con incremento de las temperaturas incidiendo negativamente en la coagulación, rendimiento y por ende en los volúmenes de producción	Reparación o sustitución de la bomba	3
Placas	Placas de intercambio de calor	Insuficiente número de placas	Altas temperaturas en las cuajadas	Disminución de la transferencia de calor con incremento de las	Incrementar el número de placas.	3

		Incrustaciones		temperaturas incidiendo negativamente en la coagulación, rendimiento y por ende en los volúmenes de producción	Limpieza de las placas	
--	--	----------------	--	--	---------------------------	--

Leyenda:

CSS- Cuajada sin sal

CCS- Cuajada con sal

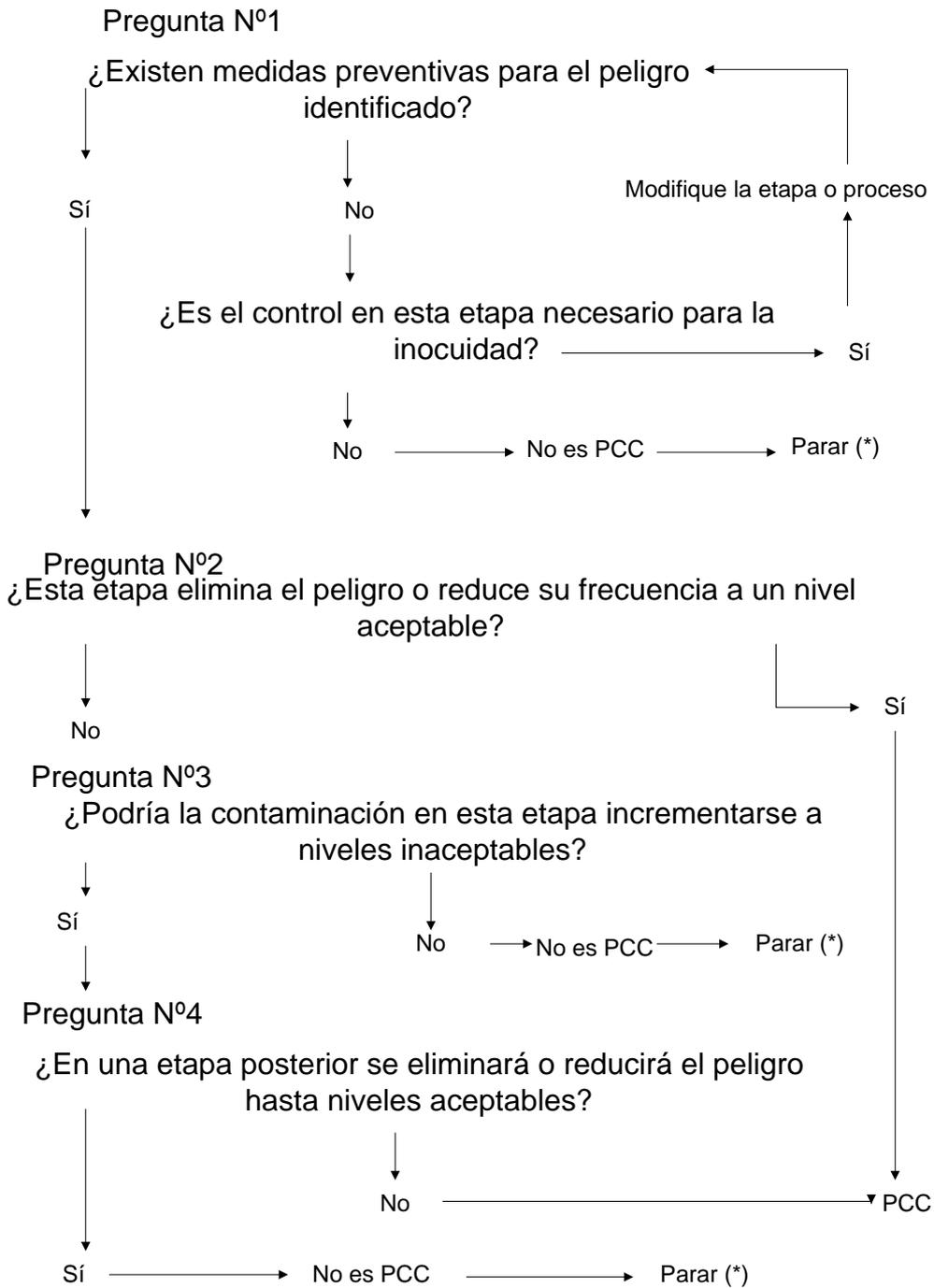
SNG- Sólidos no grasos

Anexo 12 - Resultados de la aplicación del FMEA en el tanque de cultivo.

Elementos	Descripción del equipo	Modo de fallo	Forma de detección del fallo	Efectos del fallo	Medidas correctoras	Índice gravedad
Termómetro	Control de la temperatura inoculación del cultivo técnico	Termómetro averiado o fuera de calibración	Coágulo del cultivo industrial inconsistente	- Disminución del volumen de producción - Proliferación de microorganismos patógenos	Verificación y calibración del termómetro Sustitución del termómetro	3
Válvula de agua de enfriamiento	Control del agua de enfriamiento	Válvula cerrada o atascada	Alta temperatura del cultivo Flujo de agua nulo en el toma muestra	Deficiente coagulación del cultivo y cuajada Afectaciones al rendimiento	Reparación o sustitución de la válvula	3
Válvula de agua de calentamiento	Control del agua de calentamiento	Válvula cerrada o atascada	No se alcanza la temperatura de pasteurización	Incorrecta pasteurización y por tanto el desarrollo de microorganismos perjudiciales para la	Verificación, reparación o sustitución de la válvula	3

				salud		
Bomba	Bombeo del cultivo hacia el tanque de maduración	Deficiencias con la bomba	El nivel del tanque de cultivo no indica disminución de volumen	Insuficiente % de inoculación que afecta la consistencia del coágulo y por ende afectaciones en el proceso de desuere	Reparación o sustitución de la bomba	3

Anexo 13- Árbol de decisión para determinar puntos críticos de control (PCC).



(*) Pase a la etapa siguiente

Fuente: COVENIN (2002) y NC 136:2007.

Anexo 14- 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	nº/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.											

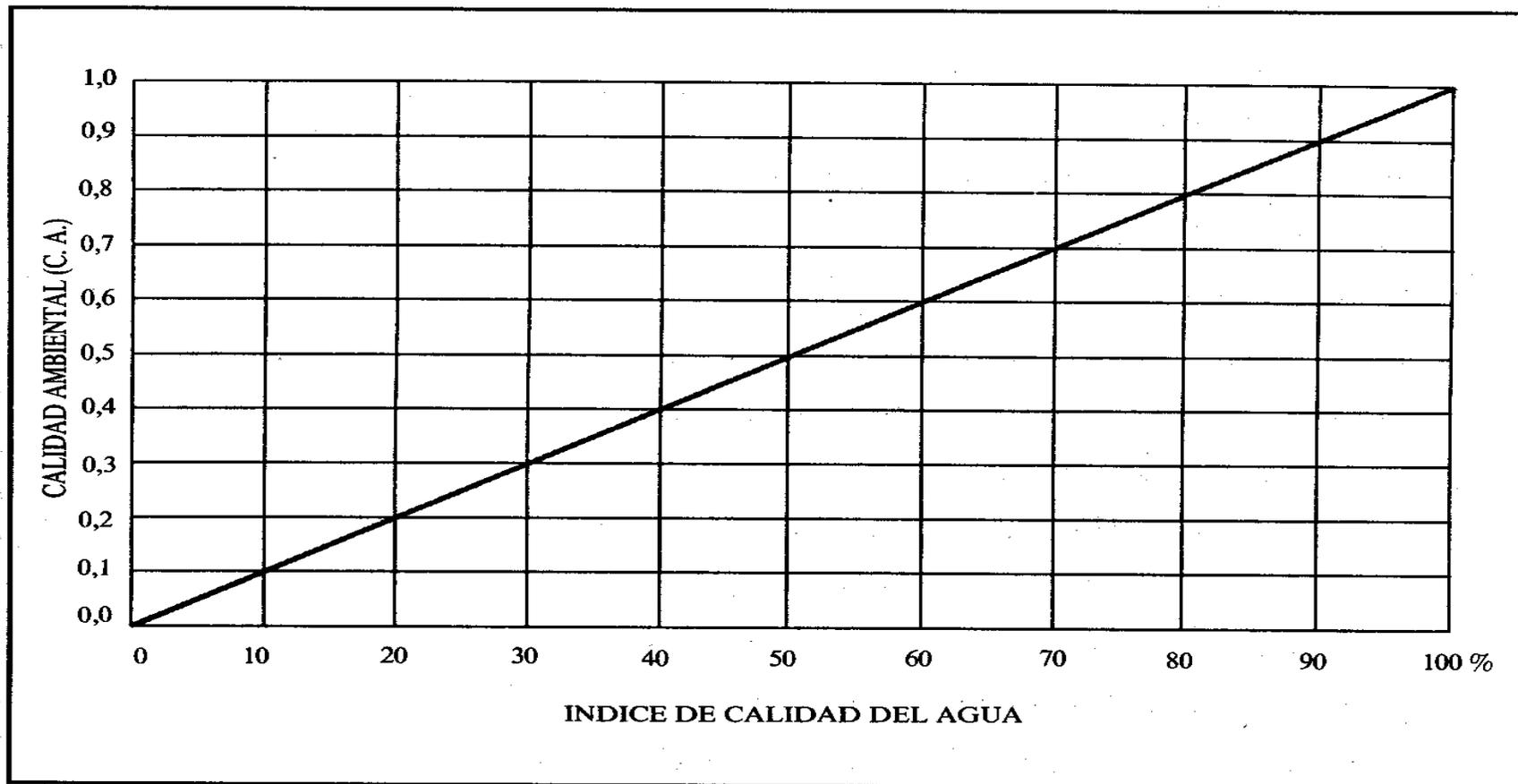
Fuente: Conesa (2000).

Anexo 14 continuación - Valor porcentual y peso asignado a los parámetros de calidad del agua.

Parámetro	Dureza	Sólidos disueltos	Plaguicidas	Grasas y aceites (percloroformo)	Sulfatos	Nitratos	Cianuros	Sodio	Calcio	Magnesio	Fosfatos	Nitritos	DBO ₅	Valor porcentual
V A L O R A N A L I T I C O	> 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	0	< 10	< 10	< 10	0	0	< 0,5	100
Unidad de medida	mg CO ₃ 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 15 – Determinación de la calidad ambiental a partir del índice de calidad del agua.



Fuente: Conesa (2000).

Anexo 16-Proceso de enfriamiento.

El flujo de amoníaco proveniente del tanque receptor es controlado en un tanque previo al evaporador. Según la succión del compresor el nivel de líquido disminuye, el flotante acciona la válvula solenoide enviando una señal al tanque receptor. Parte del amoníaco se utiliza para reducir la temperatura de la nevera con el fin de enfriar y conservar el queso de crema.

El amoníaco líquido pasa por una válvula de expansión dentro del evaporador, donde su presión y temperatura se reducen hasta alcanzar las condiciones que existen en el evaporador. Aquí el amoníaco se evapora y absorbe calor latente de vaporización del espacio que está enfriando y cambia su estado a vapor.

A continuación, el vapor, además del proveniente de la nevera, pasa a un compresor que incrementa su presión lo que aumenta su temperatura para lograr el cambio de estado del fluido refrigerante y producir el subenfriamiento del mismo dentro del condensador,

El gas sobrecalentado a alta presión se transforma posteriormente en líquido en el condensador refrigerado por aire. En este intercambiador se liberan tanto el calor latente como el sensible, ambos componentes de la carga térmica. De esta manera, el refrigerante ya en estado líquido, puede evaporarse nuevamente a través de la válvula de expansión y repetir el ciclo de refrigeración.

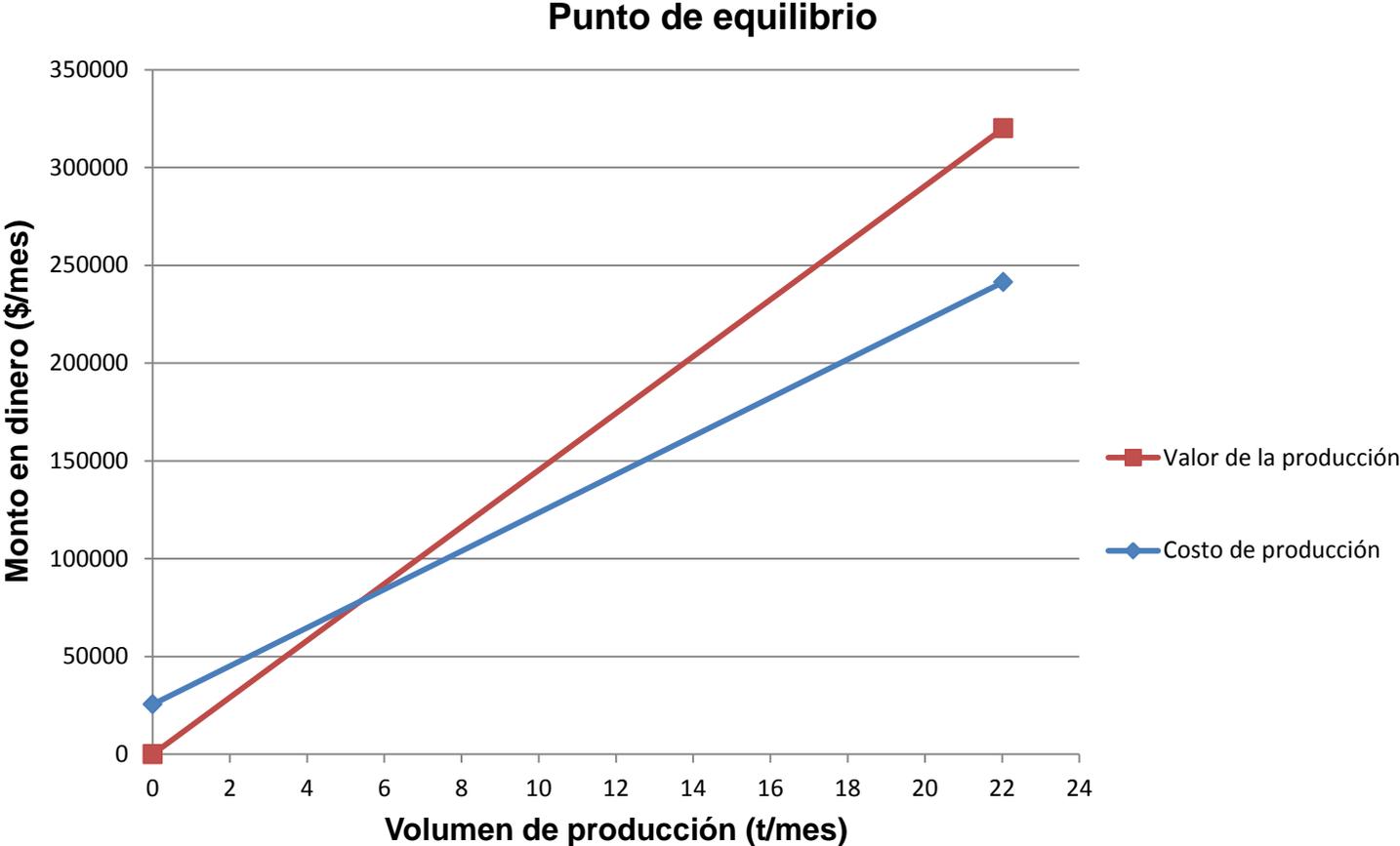
Anexo 17-Proceso de obtención de vapor.

Esta área cuenta con dos suavizadores de agua donde ocurre la descalcificación de ésta mediante resinas de intercambio catiónico que intercambian iones sodio por los iones calcio y magnesio presentes, obteniéndose agua tratada. Una vez producido el intercambio se regenera con ion sodio que aporta la solución regenerante (se realizan análisis de dureza, pH, alcalinidad) y es depositada en el tanque de almacenamiento que suministra agua al área de refrigeración, de producción y a las calderas para la generación de vapor.

El combustible se recepciona en un tanque con serpentín interior donde circula vapor para su precalentamiento. Posteriormente pasa por un intercambiador de tubos y coraza donde eleva su temperatura. El combustible calentado es bombeado a la entrada de la caldera y a su interior.

La caldera es pirotubular con un flujo de 4 ton/d y una presión de trabajo de 6 kgf/cm². El combustible se quema en el quemador, donde se mezcla con la cantidad precisa de aire y se impulsa dentro del hogar mediante un ventilador, donde se produce la combustión. Los gases calientes circulan por los tubos a su vez, la energía liberada se transfiere al agua, esta se calienta y se produce una mezcla líquido–vapor donde generalmente de forma natural, el vapor de agua por efecto de su menor densidad circula hacia las partes más altas de la caldera para ser posteriormente separado. Cuenta con una chimenea para evacuar los gases procedentes de la combustión. El vapor producido va a producción, al tanque de recepción de combustible y al de almacenamiento de agua blanda para su precalentamiento.

Anexo 18- Punto de equilibrio para el proceso de producción de queso de crema cumpliendo con las normas.



Anexo 19- Punto de equilibrio para el proceso de producción de queso de crema sin cumplir con las normas.

