

Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Técnicas
Departamento de Química



**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MASTER EN PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS**

TÍTULO: Evaluación del Comportamiento de la Disciplina
Tecnológica en el Proceso de obtención del Queso Semiduro
Caribe en La Unidad de Base Empresarial “Lácteos Matanzas” de
Matanzas

Autor: Laura Caridad Calvo Cuni

Matanzas, 2023

Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Técnicas
Departamento de Química



**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MASTER EN PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS**

TÍTULO: Evaluación del Comportamiento de la Disciplina
Tecnológica en el Proceso de obtención del Queso Semiduro
Caribe en La Unidad de Base Empresarial “Lácteos Matanzas” de
Matanzas

Autor: Ing. Laura Caridad Calvo Cuni

Tutor: Ms. Glennys Águila Hernández

Dr. C. Jesús Luis Orozco

Dr. C. Irina Pedroso Rodríguez

Matanzas, 2023

PENSAMIENTO

“..... Nuestras decisiones de hoy no pueden convertirse en letras muertas; han de tener un seguimiento concreto y resultar en la creación de efectos he instrumentos de trabajo conjunto. “

Fidel 1995

DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo incondicional en especial a mi hijo, Harley Pino Calvo.



AGRADECIMIENTO

La vida te pones pruebas y obstáculos en muchas ocasiones tristes y difíciles las cuales a veces creemos que no llegaremos a lograr y sobre todo a superar, dejamos de confiar en nosotros mismos, en nuestro valor, en nuestra capacidad de poder llegar a las metas que un día nos propusimos. Hoy le agradezco a la vida lograr una meta más, un objetivo más, porque me devolvió la salud para lograrlo.

A mi **mama**, mi hermana, mi sobrina, sobrino, mi querido y amado hijo, mi nuera y mis grandes alegrías mis dos queridos nietecitos, que han estado pendiente por mi superación profesional como de mi salud para poder lograr culminar mi maestría.

A mis compañeros de aula de maestría por su apoyo en todo momento.

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

A mi tutor el profesor Orozco por su exigencia y a mi tutora Irina, que sin ellos este trabajo no sería posible.

A los trabajadores de la UEB Matanzas y de la Empresa de Productos Lácteos Matanzas, especialmente a todas las chicas de la Dirección Técnica- Productiva por ayudarme en todo lo que he necesitado.

Y un agradecimiento súper especial a mi gran amigo, compañero, hermano Yurien Ybarra Díaz que sin su perseverancia no lo hubiera logrado.

A todos mis amigos en general, Muchas Gracias.

Resumen

Este trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de Queso Semiduro Caribe en la UEB Lácteos Matanzas “Mártires del 29 de abril” de Matanzas. En él se determinaron las causas que provocan 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) , índice de calidad del agua, e intensidad Energética. 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 produce un incremento de la afectación a la calidad ambiental y de la calidad del producto terminado.

Summary

The objective of this research work is to evaluate the behavior of the technological discipline in the process of obtaining Semi-hard Caribbean Cheese in the UEB Lacteous Matanzas "Mártires del 29 de Abril" in Matanzas. In it, the causes that cause violation of the technological discipline and its influence on quality, economy, safety and environment were determined; Simple tools collected in the literature were used for this, such as: checklists, Ishikawa diagram, control charts, Hazard Analysis and Critical Point Control (HACCP), hypothesis testing, indicator analysis Production Economics, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA), Water Quality Index, and Energy intensity. The main causes detected are poor instrumentation, non-compliance with standards, and lack of process control, little training of personnel, unfavorable socio-economic environment and maintenance problems. In addition, it was possible to detect that due to the violation of technological discipline there is an increase in the impact on environmental quality and the quality of the finished product.

Contenido

INTRODUCCION	1
CAPITULO I ANALISIS BIBLIOGRAFICO.....	4
1.1 Generalidades sobre la Industria Láctea. Principales problemas operacionales.....	4
1.2- Disciplina Tecnológica. Definición e Importancia.....	5
1.2.1- Definición.....	5
1.3-Dimensiones que inciden en la disciplina tecnológica.	5
1.3.1 Control del proceso.....	5
1.3.2 Instrumentación	6
1.3.3- Mantenimiento	6
1.3.4 Entorno socio-económico	7
1.3.5- Mano de obra.....	8
1.4 Repercusión de la disciplina tecnológica.	8
1.4.1- Calidad	8
1.4.2- Economía.	9
1.4.3- Medio Ambiente.....	10
1.4.4- Seguridad del Proceso.	11
1.5- Herramientas que existen para hacer estudios de disciplina tecnológica.	12
1.5.1- Análisis de riesgo.....	12
1.5.2- Análisis estadístico.	14
1.5.3 Balance de materiales	15
1.5.4 Balance de energía.....	15
1.5.5 índice de calidad del agua	15
1.6 Valoración de la Producción más Limpia.	16
1.7- Conclusiones Parciales.....	17
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	18
Figura 2.1. Metodología a seguir en la investigación. Fuente: Elaboración propia.....	18
2.1 Caracterización del objeto de estudio	18
2.1.1 Composición de la fuerza de trabajo de la UEB "Lácteos Matanzas"	20
2.2 Caracterización del proceso tecnológico del objeto de estudio.....	20
2.2.1 Proceso de elaboración del Queso Semiduro Caribe.	20
2.2.2 Equipos fundamentales que intervienen en el proceso.....	24

2.2.3 Variables fundamentales del proceso.....	24
2.3 Metodología de la evaluación de la determinación de la Disciplina Tecnológica.....	24
2.4 Procedimiento de evaluación de los diferentes aspectos de la disciplina tecnológica.....	25
2.4.1 Control de la calidad en el proceso tecnológico.....	25
2.4.2 Control de la Instrumentación.....	29
2.4.3 Control de Seguridad.....	30
2.4.4 Control del mantenimiento, mano de obra, entorno socio- económico y gasto de materiales.....	32
2.4.5 Situación actual medio ambiental de la Empresa.....	35
2.5 Valoración de la Economía.....	37
2.5.1 Indicadores Económicos.....	37
2.5.2 Determinación de la intensidad energética.....	38
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y ANALISIS.....	40
3.1. Factores que influyen en la disciplina tecnológica.....	40
3.2. Análisis del control de calidad en el proceso.....	42
3.3. Análisis de los resultados del estado de la instrumentación y normalización del proceso.....	47
3.4. Análisis de la repercusión sobre la seguridad del proceso.....	49
3.5. Análisis del control del mantenimiento, mano de obra, entorno socio- económico y el gasto de materiales.....	51
3.6. Análisis de la repercusión sobre el medio ambiente.....	51
3.7. Análisis económico del proceso de producción de queso Caribe.....	52
3.8. Conclusiones parciales del capítulo.....	54
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	
ANEXOS.....	

INTRODUCCION

Hoy, más que nunca, se requiere de una adecuada adaptación a los cambios que ocurren continuamente, donde se garantice la supervivencia de las organizaciones, tomando como necesidad vital la búsqueda y aplicación de nuevas y más eficientes técnicas, para la gestión, medición y control de los procesos productivos. Para ello se han definido, disímiles actividades que se efectúan continuamente en las empresas y que con el paso de los años se exigen con mayor rigor para el logro de la eficiencia de los procesos, donde el Perfeccionamiento Empresarial ha surgido como una estrategia esencial que incorpora actividades para mejorar el equipamiento en las industrias.

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, portadores energéticos, así como de los medios y equipos. Además, dentro de cualquier institución, el hombre representa el eslabón más importante, debido a que todo se rige o se controla según su capacidad, preparación, estado de ánimo y sentido de pertenencia con la labor que realiza (Orozco, 2016; Cabrera (2016).

En el mundo empresarial de hoy, son muchas las transformaciones efectuadas en diferentes ámbitos, viéndose reflejadas en el empleo de nuevas tecnologías, equipamientos sofisticados y el incremento de los costos de adquisición de materiales para la elaboración de producciones en diferentes escalas, que en su conjunto, han motivado a las empresas a estar en un constante cambio para mantenerse activas en el mercado.

Es necesario considerar los costos como un resultado que identifica los verdaderos valores agregados del producto en relación con quien los consume. Si se desea conseguir lo enunciado es importante realizar una mejora en los procesos de producción (González, 2018). 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. (Leonel 2018).

El estudio de la Disciplina Tecnológica, más que una necesidad, representa una obligación, debido a las innumerables afectaciones que puede traer a los trabajadores, la institución, el país y al medio ambiente la violación de alguno o de todos los elementos por los que esta se rige (Águila, 2007).

En los últimos años el Grupo Lácteo Empresarial se ha encaminado a potenciar las Empresas Lácteas ya que ha aumentado el consumo de leche y derivados

de esta debido al alto valor nutritivo que aportan estos productos al ser humano, así como en la búsqueda de sustituir importaciones y ampliar la gama de productos a la población, buscando a su vez una gran fuente de ingreso.

Hoy a pesar de las contrataciones realizadas entre las empresas lácteas con los proveedores para obtener mayores volúmenes de leche y con una mejor calidad esto no se ha logrado por lo que la capacitación del personal, la planificación del proceso, administración y la explotación de las tecnologías, es un aspecto sobre el que hay que trabajar muchísimo en todas las instalaciones lácteas.

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

La Unidad de Base Empresarial “Lácteos Matanzas” pertenece a la Empresa de Productos Lácteos de Matanzas la cual se subordina al Grupo Empresarial de la Industria Alimenticia perteneciente este último al Ministerio de la Industria Alimenticia, la cual tiene como objetivo producir y comercializar productos lácteos, con eficiencia y calidad.

En inspecciones realizadas por organismos rectores se han detectado numerosas deficiencias durante el proceso productivo que afecta de forma directa al medio ambiente, la calidad del producto y la normalización. Estas afectaciones pueden ser provocadas por una mala disciplina tecnológica.

Se selecciona para la investigación el área de producción de Queso porque es la que más problemas tecnológicos presenta, y se analiza la producción de Queso Semiduro Caribe, ya que es uno de los productos que tiene la finalidad de abastecer el Polo Turístico de Varadero y posee marcadas especificidades de calidad.

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

Problema científico: ¿Cómo influye la disciplina tecnológica en los problemas técnicos, económicos, de seguridad y ambientales que genera el proceso de obtención del Queso Semiduro Caribe de la Unidad de Base Empresarial Lácteos Matanzas “Mártires del 29 de Abril”, ¿de Matanzas?

Hipótesis: Si se hace una evaluación de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención del Queso Semiduro Caribe de la Unidad de Base Empresarial Lácteos Matanzas “Mártires del 29 de Abril”, de Matanzas se podrán determinar los problemas de calidad, económicos, ambientales y de seguridad que se generan.

Objetivo general:

Evaluar el comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención del Queso semiduro Caribe de la Unidad de Base Empresarial Lácteos Matanzas “Mártires del 29 de Abril”, de Matanzas.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar el proceso objeto de estudio.
2. Identificar los principales elementos que repercuten en las 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 (control del proceso, materias primas y materiales, mano de obra, entorno socio-económico, mantenimiento, energía, medio ambiente) en el proceso objeto de estudio.
5. Proponer acciones de mejoras.

El aporte social se expresa en la implementación de un procedimiento para la evaluación de la Disciplina Tecnológica, lo que facilitaría el mejoramiento de las deficiencias existentes en la industria láctea.

El valor metodológico está en la propuesta de un procedimiento con una secuencia lógica y científicamente argumentada que permite la implementación de un procedimiento para la evaluación de la Disciplina Tecnológica, dotaría a la empresa de una herramienta que contribuya a mejorar sus resultados.

El valor práctico está dado en que la aplicación de la herramienta seleccionada contribuirá al mejoramiento del proceso de planificación del Queso Semiduro Caribe y le brindará a la Empresa la posibilidad de corregir las deficiencias presentadas y detectar las oportunidades que podrían ayudar a reducir gastos y disminuir las insatisfacciones de los clientes.

Capítulo I: Comprende aspectos teóricos y científicos referentes a la Disciplina Tecnológica y la Industria Láctea. Se abordan temas como los indicadores que determinan la Disciplina Tecnológica y los elementos sobre los que esta influye.

Capítulo II: Se realiza una caracterización de la entidad objeto de estudio y se explican de manera detallada cada uno de los pasos del procedimiento para la evaluación de la Disciplina Tecnológica, así como la caracterización del proceso de obtención del Queso Semiduro Caribe y las técnicas y herramientas empleadas durante el desarrollo de la investigación.

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

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

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

CAPITULO I ANALISIS BIBLIOGRAFICO

El presente capítulo el criterio de diferentes autores que abordan temáticas actualizadas referentes a la Disciplina Tecnológica y a los factores que influyen en esta; así como los aspectos sobre los que ella influye, son de gran importancia para el trabajo investigativo.

La tecnología aporta grandes beneficios a la humanidad para mejorar las herramientas y accesorios, para facilitar los trabajos y ahorrar el esfuerzo y tiempo de las personas, controla riesgos y establece límites y disciplina.

La tecnología está presente en todos los ámbitos de la vida cotidiana. De una forma u otra, casi todas las actividades que **realizamos** a lo largo del día implican la utilización de algún dispositivo tecnológico. (Pérez Porto y Merino 2012).

La disciplina tecnológica es muy importante en el buen desempeño de cualquier industria de procesos, es una rama que se puede considerar imprescindible para el buen funcionamiento de la producción, trae asociada varios factores fundamentales que son de interés controlarlos, tales como normalización, capacitación, control del proceso, estado de la instrumentación, mantenimiento, y entorno donde se desarrolla, estos aspectos influyen directamente sobre la economía, la seguridad del proceso, la calidad del producto y el medio ambiente.

1.1 Generalidades sobre la Industria Láctea. Principales problemas operacionales.

El trabajo de industria se refiere generalmente al trabajo en una fábrica y los bienes que se producen mediante la transformación de materias primas en productos manufacturados. (Industria, 2017)

La industria láctea es un sector que genera importantes recursos económicos en numerosas partes del mundo (Mena, 2009). Es un sector de la industria que tiene como materia prima la leche procedente de animales (por regla general vacas). La leche es uno de los alimentos más básicos de la humanidad. Los subproductos que genera esta industria se categorizan como lácteos e incluyen una amplia gama que van desde los productos fermentados, como el yogur y el queso, hasta los no fermentados: mantequilla, helados. (Commons, 2018)

La leche es uno de los alimentos más nutritivos, ha sido considerada desde mucho antes de existir la historia, un alimento de primordial importancia a todo lo largo de la vida de los seres humanos.

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). 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- Disciplina Tecnológica. Definición e Importancia.

1.2.1- Definición.

Según **Orozco (2016)**: Cuando se habla de Disciplina Tecnológica se refiere al conjunto de elementos que permiten la correcta operación de un proceso y que tienen una incidencia marcada en la calidad, economía, seguridad y afectaciones al medio ambiente que dicho proceso genera, independientemente de la tecnología que se posea.

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

Estas definiciones anteriores coinciden que la disciplina tecnológica es un conjunto de elementos y factores que de cierta manera repercuten en aspectos claves y de manera significativa en las diferentes áreas de una Industria.

Es importante, por tanto, señalar que, si bien la tecnología puede colaborar muchísimo con la calidad de vida de las sociedades, de las personas depende hacer un buen uso de ella y no vivir a su disposición, sino utilizándola para vivir de una mejor forma. (Pérez, Gardey, 2008)

1.3-Dimensiones que inciden en la disciplina tecnológica.

Existen muchos factores que pueden determinar la calidad de la Disciplina Tecnológica en una industria, pero de acuerdo a los objetivos de la investigación y las características de la industria láctea se presentan como principales: mano de obra, entorno en que se desarrolla, control del proceso, el mantenimiento y la instrumentación, materiales y energía.

1.3.1 Control del proceso

El control a lo largo de muchos años ha sido empleado por ingenieros y directivos para mejorar y evaluar cada tarea propuesta, lo que contribuye a mejorarlas y a proporcionarles una idea de a dónde dirigir sus estrategias y decisiones con el objetivo de ser más eficaces y eficientes en lo que se pretenda lograr (Alonso, 2012).

- ❖ Desarrollo e implementación de medidas de control.

El conocimiento de los peligros asociados a los productos lácteos, su ecología, y sus características de crecimiento y de resistencia permiten desarrollar medidas para su prevención aplicables en programas de prerrequisito, y medidas de control que pueden ser usadas en el plan HACCP (Análisis de Peligros y

Control de Puntos Críticos) para establecer puntos críticos de control (Castillo, 2004).

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

1.3.2 Instrumentación

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

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

El objetivo central de los instrumentos, es la medición, el registro y el control de las variables de proceso, lo que permite la supervisión de los procesos de transformación de las materias primas y de manufactura, manteniéndolos dentro de los límites de seguridad y calidad adecuados. (Vega, 2004).

1.3.3- Mantenimiento

Paz Martínez en el 2011, considera: "Mantenimiento es la totalidad de las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos fijos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil económica, con una mayor disponibilidad y confiabilidad para cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el medio ambiente y la seguridad del personal".

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

Según (Palacio, 2015) dentro de las denominaciones de mantenimiento se encuentran:

- ❖ Preventivo: Aquellas tareas que se realizan con el objeto de mantener el equipo en perfecto estado de conservación, de forma que preste un determinado nivel de servicio todo el tiempo que sea posible.
- ❖ Correctivo: Aquellas tareas destinadas a devolver el equipo a sus condiciones de servicio antes de la falla.
- ❖ Predictivo: Tareas destinadas a “medir el estado de conservación” de un equipo. Se trata de predecir cuándo es posible se produzca el fallo para adelantarse a él.
- ❖ Revisión a cero (overhaul): Aquellas tareas que “llevan a nuevo” al equipo. Es decir, se sustituyen todos aquellos componentes que sufren un mayor desgaste de uso, por lo que se puede considerar e efectos de desgaste y funcionamiento cero horas de uso. Estas tareas suelen estar programadas

En la industria láctea es fundamental el plan de un mantenimiento preventivo, debido a la escasez de recursos actuales con que cuenta esta ya que en su mayoría es una tecnología totalmente obsoleta, hoy se apoyan en trabajos de innovadores y racionalizadores utilizando herramientas adecuadas y realizando reparaciones que no afecten la calidad e inocuidad de las producciones.

1.3.4 Entorno socio-económico

Entre los aspectos que inciden en un buen cumplimiento de la disciplina tecnológica está un buen estudio del medio en que se desarrolla la industria o empresa. Un buen estudio de los elementos del mercado hace que esta decida qué tipo de producto se oferta. 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, dígase 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- Mano de obra.

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

❖ Capacitación.

La capacitación en el área de trabajo es fundamental para la productividad.

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).

❖ Atención a la mano de obra.

Según (Cabrera, 2016) plantea que la atención al hombre es primordial para lograr eficiencia en la operatividad y disponibilidad. Se debe garantizar las condiciones de trabajo suficientes para lograr una operatividad correcta, como es la iluminación, ruido, carga física, confort, factores ambientales, ventilación, carencia de medios de protección e higiene, deficiente alimentación, entre otras; generan

fatiga, estrés, bajo nivel de respuesta durante el proceso productivo y ante eventos que afecten la seguridad en general.

1.4 Repercusión de la disciplina tecnológica.

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

1.4.1- Calidad

Cualquier empresa en la actualidad debe enfrentarse a un entorno empresarial muy convulso. La constante carrera por conquistar clientes genera un ambiente de competencia cada día más fuerte y la única vía para sobrevivir en ese medio es concebir productos de mayor calidad. Es por eso que no existe asunto más importante en los negocios de hoy, el futuro del país depende de la habilidad para ofrecer bienes y servicios de calidad.

A lo largo de la historia este término ha sufrido numerosos cambios en cuanto a su evolución histórica. El conocimiento de esta evolución ayuda a comprender de dónde proviene la necesidad de ofrecer una mayor calidad del producto o servicio que se proporciona al cliente y, en definitiva, a la sociedad, y cómo poco a poco se ha ido involucrando toda la organización en la consecución de este fin. La calidad no se ha convertido únicamente en uno de los requisitos esenciales del producto sino que en la actualidad es un factor estratégico clave del que dependen la mayor parte de las organizaciones, no sólo para mantener su posición en el mercado sino incluso para asegurar su supervivencia.

Según (ISO 22000, 2018) tiene la misión de satisfacer la demanda del mercado y del cliente final, respecto al cumplimiento de criterios de higiene y seguridad alimentaria. Y demuestra el cumplimiento de los requisitos normativos voluntarios para cualquier empresa de la cadena alimentaria a nivel mundial. La inocuidad de los alimentos es un aspecto fundamental de salud pública y elemento esencial para la gestión de la calidad total, por lo cual es tema de alta prioridad para todos los países y gobiernos (Arispe; Tapia, 2007).

1.4.2- Economía.

Durante los últimos años se ha propiciado el incremento de la necesidad de una mejora sustancial y sostenida de los resultados operacionales y financieros de todas las ramas que contribuyan al desarrollo productivo de las organizaciones. Hoy, más que nunca, se requiere de una adecuada adaptación a los cambios que ocurren continuamente, donde se garantice la supervivencia de las organizaciones, tomando como necesidad vital la búsqueda y aplicación de nuevas y más eficientes técnicas, para la gestión, medición y control de los procesos productivos. Para ello se han definido, disímiles actividades que se efectúan continuamente en las empresas y que con el paso de los años se exigen con mayor rigor para el logro de la eficiencia de los procesos, consolidando los mecanismos de control y a su vez realiza énfasis en los gastos.

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).

Otro aspecto a tener en cuenta en el ámbito económico de una empresa es el gasto de energía, en la literatura revisada se presentan procedimientos, metodologías y programas de diagnóstico o auditoría energética en el sector empresarial industrial en general y adecuados a procesos específicos los cuales, permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro y conservación de la energía y a la reducción de los costos energéticos y la contaminación ambiental asociada en una empresa.

1.4.3- Medio Ambiente.

Los principales problemas ambientales se han visto influenciados por una falta de conciencia y educación ambiental en un por ciento considerable de la población, que han traído como consecuencia en muchas ocasiones, su agravamiento. El desarrollo de estos elementos, que inciden directamente en la manera de actuar del ser humano sobre el medio ambiente, constituye un factor esencial de trabajo a corto y mediano plazo, para lograr resultados positivos.

En los últimos tiempos, el sector industrial se ha visto sometido a una gran presión para reducir en forma significativa sus emisiones contaminantes. La que se origina principalmente por los estilos de desarrollo que han predominado en el planeta. En todo el mundo surgen iniciativas alentadoras para hacer frente a la crisis medioambiental, se ha sumado una creciente sensibilidad social, traduciéndose en una mayor conciencia de los ciudadanos, consumidores, trabajadores y empresarios. La implementación del enfoque preventivo para el control y reducción del impacto ambiental de la producción de bienes y servicios, ha recibido nombre como Producción más Limpia (P+L), y está orientada a alcanzar un desarrollo industrial sostenible, a través de una eficiencia económica con un impacto ambiental negativo mínimo. Soluciona problemas ambientales a través de una estrategia ambiental preventiva, que al ser aplicada a los productos, procesos y organización del trabajo, permite usar con mayor eficiencia los recursos materiales y energéticos, y con ello incrementar la productividad y competitividad de la empresa.

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

Impacto sobre el agua.

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

El principal problema medioambiental de las industrias lácteas es el consumo indiscriminado de agua. Las industrias alimenticias utilizan grandes volúmenes de agua en sus procesos de manufactura y en las operaciones complementarias, pero dicha agua es consumida en parte en el producto manufacturado, otra parte se consume para la generación de vapor y de frío y en la limpieza y desinfección que va a formar parte de los efluentes.

Las aguas del proceso que por razones económicas 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).

1.4.4- Seguridad del Proceso.

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

Impacto sobre los trabajadores

El cuidado de vidas humanas es considerado como lo más importante de cualquier proceso industrial sin dudas, por lo que el estudio de la seguridad es siempre necesario. 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.

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).

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.

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

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

1.5.1- Análisis de riesgo

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

Los métodos más utilizados para el análisis de riesgos son:

El análisis cuantitativo: Emplea valores numéricos, (en lugar de las escalas descriptivas empleadas en el análisis cualitativo y semicuantitativo) tanto para las consecuencias como para la probabilidad se emplean datos de una variedad de distintas fuentes. Emplea formas o escalas descriptivas para describir la magnitud de las consecuencias potenciales y la posibilidad de que estas consecuencias ocurran. Su objetivo es identificar riesgos, efectos y causas

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

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

Lista de chequeo.

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

medioambiente 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)

Sistema de análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control; (Hazard Analysis and Critical Control Points; por sus sigla en inglés). HACCP es un sistema de administración en el que se aborda la seguridad alimentaria a través de la identificación, análisis y control de los peligros físicos, químicos, biológicos y últimamente peligros radiológicos, desde las materias primas, las etapas de proceso de elaboración hasta la distribución y consumo del producto terminado.

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

El sistema HACCP es un sistema preventivo de producción de alimentos inocuos que se aplica mediante la elaboración de un plan, conocido como plan de HACCP. Este sistema consta de 7 principios que se deben de cumplir mediante la conducción de tareas específicas. Los 7 principios de HACCP son:

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

Diagrama causa-efecto

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.

Prueba de hipótesis

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

Análisis de varianza

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

La distribución de t (STUDENT)

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

Carta de control

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

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

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

1.5.3 Balance de materiales

El balance de materiales es un método matemático basado en la ley de conservación de la masa. Sirve para determinar flujos de entrada y salida de un proceso o equipo en particular, así como la composición de un componente o varios en una corriente de interés. Los balances de materiales pueden ser con o sin reacción química dependiendo del proceso en que se aplique, con la

diferencia entre ellos de que en el balance con reacción química, en la ecuación que lo representa aparece un término de generación y otro de consumo por el mismo concepto y en el balance sin reacción química no sucede así, y que como consecuencia el cálculo depende de la estequiometría de la reacción (Chejne, 2007).

1.5.4 Balance de energía

La energía es la fuerza vital de la sociedad, puede definirse como la capacidad de un sistema de producir una actividad externa o de realizar trabajo, ya sea electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros similares, incluyendo la renovable, la que puede ser comprada, almacenada, tratada, utilizada en equipos o recuperada en un proceso (NC ISO 50001: 2011).

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

1.5.5 Índice de calidad del agua

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

1.6 Valoración de la Producción más Limpia.

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

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

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

Los puntos claves de la Producción Limpia son, la reducción de la generación de contaminantes en todas las etapas del proceso productivo-tecnológico; la solución al problema de los desechos industriales en “la fuente de origen”, mientras que el tratamiento convencional lo realiza “al final del proceso”. Prevención de la contaminación, reducción en la fuente y minimización de los desechos son términos utilizados para referirse a la producción más limpia. La relación “costo-beneficio” de la producción más limpia es mayor que el obtenido mediante el control de la contaminación. (Cruz, 2005; Estrategia Ambiental 2005). Instrumentar cabalmente la Producción Más Limpia es disminuir también los riesgos, mejora el ambiente laboral y el externo entre otros beneficios de los que no escapan los económicos.

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

1.7- Conclusiones Parciales

1-Los principales Factores que influyen sobre la disciplina tecnológica son: Control del proceso, Instrumentación, Entorno Socio-Económico, Mano-Obra, Mantenimiento, Materiales, Energía.

2-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.

3- Los principales aspectos sobre los que repercute la disciplina tecnológica son: economía, calidad, seguridad y medio ambiente

4-El estudio de la Disciplina Tecnológica constituye un factor de gran importancia para la industria láctea en Cuba.

CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se abordan las técnicas y métodos utilizados para dar cumplimiento al objetivo propuesto, la investigación comprende la guía de observación y las mediciones realizadas durante el desarrollo del proceso productivo de obtención del Queso semiduro Caribe. Apoyado en metodologías y auxiliado de herramientas que se recogen en el Capítulo I. El proceder metodológico se muestra a continuación de forma sintetizada en la figura 2.1:

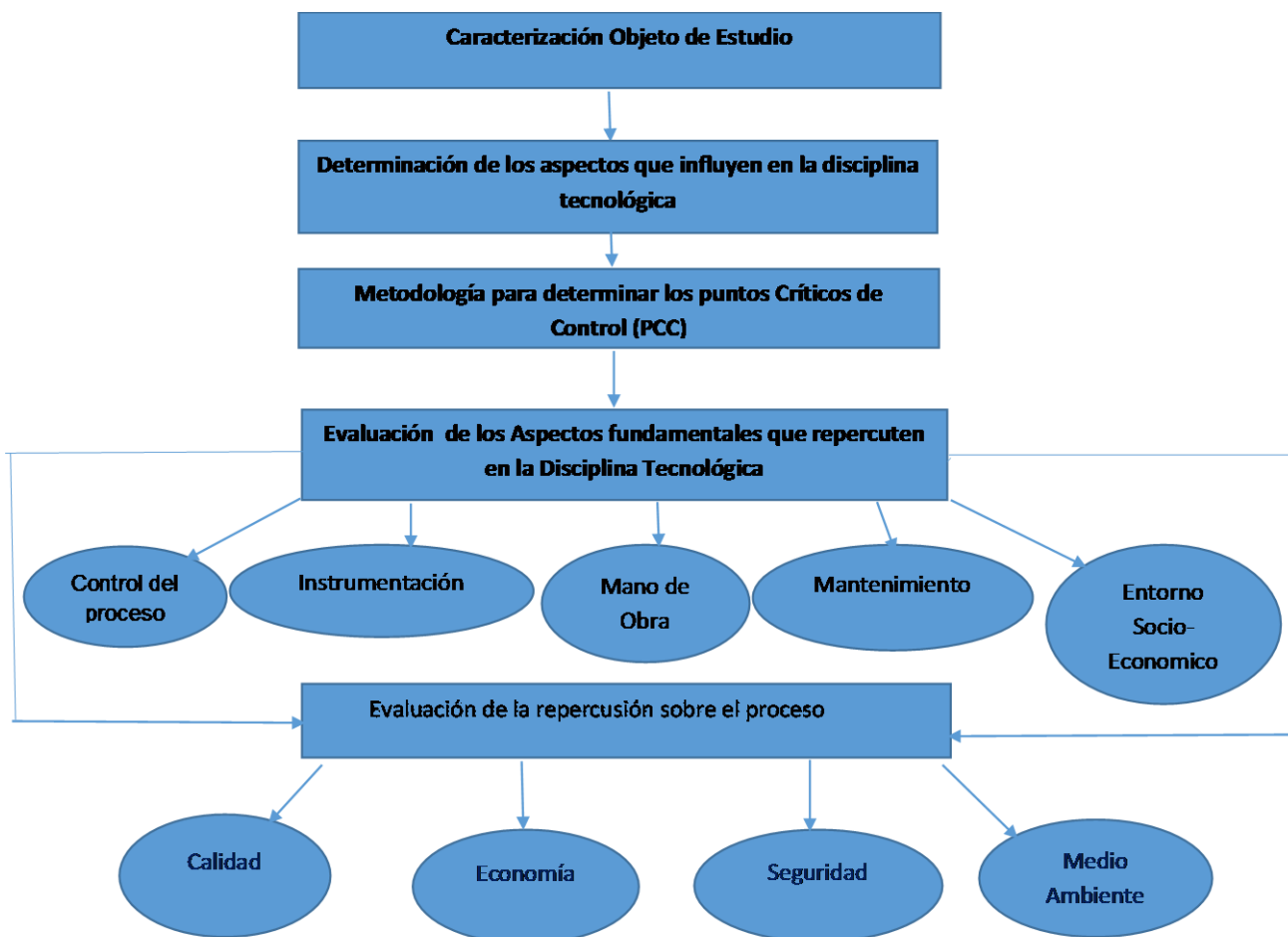


Figura 2.1. Metodología a seguir en la investigación. Fuente: Elaboración propia

2.1 Caracterización del objeto de estudio

La UEB " Lácteos Matanzas", se encuentra ubicada en la Carretera Central Kilometro 97 y Circunvalación, Municipio y Provincia Matanzas, Cuba, en el poblado de Los Molinos, a los 23 ° 26 latitud norte y 81° 61 longitud oeste, con una extensión de 10 hectáreas. Limita al norte con la base de Ómnibus Urbano

Provincial, al sur con el río San Juan, al este con la EIDE y al oeste con el IPVCE Carlos Marx. El entorno es rural, ya que se encuentra a las afueras del municipio. Existiendo una biodiversidad de plantas y animales combinados estos con la presencia industrial y urbanística de la zona según Anexo # 1. Sus inicios de

producción se remontan al 16 de septiembre de 1971, con una planta de leche pasteurizada de tecnología de la república checoslovaca, es una de las UEB que forma parte de la Empresa de Productos Lácteos Matanzas que se subordina al Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria (GEIA), subordinado este último a al Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL).

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

- ❖ Leche pasteurizada
- ❖ Yogurt natural batido
- ❖ Yogur saborizado batido
- ❖ Mantequilla
- ❖ Miragurt
- ❖ Queso fresco
- ❖ Queso semiduro
- ❖ Queso fundido cortable
- ❖ Yogurt de soya
- ❖ Derivados de la Soya y del Suero

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

Misión:

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

Objeto social:

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

- ❖ Comercializar de forma mayorista las producciones de las empresas de la industria láctea en pesos cubanos y pesos convertibles.

Principales proveedores: Nuestra principal materia prima es la leche fresca y es abastecida por el Plan Genético de Matanzas.

Principales clientes: En moneda nacional sus principales clientes son: salud, deportes, educación, gastronomía, minorista mixta, MININT y FAR. Mientras la venta para el mercado en divisas se realiza a través de la comercializadora de la empresa, la cual abastece a todo el polo turístico de varadero como a la cadena de tiendas recaudadoras de divisas.

2.1.1 Composición de la fuerza de trabajo de la UEB "Lácteos Matanzas"

La UEB "Lácteos Matanzas" tiene una plantilla aprobada de 294 trabajadores, cubierta por 261 trabajadores hasta el mes de diciembre de 2019, de los cuales el 78,93 % corresponden al sexo masculino y el 21,07 % al sexo femenino, la mayor cantidad de trabajadores de la entidad se encuentra en la categoría ocupacional obrero, todos los trabajadores cumplen con el requisito del cargo. El nivel de escolaridad que más abunda es el 9no grado, con un 34,18 % de la plantilla total, seguido por un 32 % con nivel 12 grado, seguido por un 26,55 % con nivel medio, pero hay solamente un 7,27 % de personal con nivel superior y no existe ningún caso menor de 6to grado, aunque se prevé que aumente el nivel cultural debido a que el personal se siente comprometido con su trabajo.



Figura 2.2: Composición de la fuerza de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

2.2 Caracterización del proceso tecnológico del objeto de estudio.

2.2.1 Proceso de elaboración del Queso Semiduro Caribe.

En el Anexo 2 se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción de queso Caribe, este es un producto Semiduro, elaborado con leche entera normalizada, acidificada por cultivos de bacterias lácticas y coaguladas por cuajo y/o enzimas específicas. Es aquel que no está listo para el consumo poco después de la fabricación, sino que debe mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y unas condiciones tales, que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos del queso en cuestión.

- ❖ Recepción de leche.

Tiene como objetivo principal la recepción, medición, filtración, refrigeración y almacenamiento de la leche procedente del acopio del día u otros destinos, previamente analizada y certificada por el laboratorio.

❖ Tratamiento de la leche.

En esta etapa ocurre el proceso de pasteurización de la leche almacenada, esta es impulsada a través de una bomba centrífuga a un intercambiador de calor de placas, en el cual se realiza el ciclo de pasteurización, a una temperatura de 74 ± 2 °C, con una retención de 15 segundos para su posterior enfriamiento hasta 22 °C y luego ser impulsada hacia el área de elaboración de la cuajada.

❖ Preparación del cultivo industrial.

Los cultivos que se utilizan en el proceso son el lactococcus mesófilos, los lactobacillus termófilos y cassei; estos le dan la textura, la acidez y el aroma al queso respectivamente.

El lactococcus mesófilo se prepara a partir de la leche de acopio. Se toman 40 L de leche y se calienta hasta 91 ± 1 °C, después se deja enfriar hasta 40 °C en verano y 45 °C en invierno; tiene como objetivo eliminar aquellos microorganismos que estén presentes, logrando la inocuidad del medio de cultivo. Posteriormente se le añaden 500 ml del cultivo y se pone en reposo de 1,5 - 2 horas a temperatura ambiente. Culminado la etapa de reposo se refrigera durante 12 horas a una temperatura de 4 ± 1 °C.

El lactobacillus cassei se prepara a partir de leche en polvo descremada. Se prepara añadiendo en 300 L de agua 35 kg de leche en polvo, logrando una mezcla homogénea. Se calienta hasta 91 ± 1 °C y después se deja enfriar hasta 38 ± 2 °C. Se toman varias muestras de 30 L y se les añaden 250 mL del inóculo. Se deja reposar durante 24 horas a temperatura ambiente.

El lactobacillus termófilo se prepara a partir de leche en polvo descremada. Se prepara añadiendo en 300 L de agua 35 kg de leche en polvo, logrando una mezcla homogénea. Se calienta hasta 91 ± 1 °C y después se deja enfriar hasta 31 ± 1 °C. Después se toman varias muestras de 30 L y se enfrían hasta 27 °C para ser inoculadas con 250 mL del cultivo. Se deja en reposo durante 24 horas a temperatura ambiente.

❖ Elaboración y moldeo de la cuajada.

En esta etapa del proceso se le adicionan los diferentes tipos de aditivos que se requiere para la elaboración del queso. Se comienza depositando la leche en las cubas de elaboración, donde se ponen en funcionamiento los agitadores de las mismas para la homogenización de todos los productos que le serán agregados posteriormente. El primer aditivo es el cloruro de calcio al 40% de concentración en una proporción de 20 ml por cada 100 litros de leche, a una temperatura de 22 °C. Posteriormente se le adicionan los diferentes fermentos lácteos: una simbiosis de lactococcus mesófilo dosis, que pueden oscilar entre 0.25 y 1.20 % del total de la leche a utilizar. Se eleva la temperatura hasta 30°C y se le añaden los lactobacillus cassei en dosis de 0.05% y el lactobacillus termófilo en dosis de

0.36 al 0.60%, ambos del total de la leche a trabajar. Una vez adicionados los diferentes tipos de cultivos lácteos se somete la leche a un período de pre maduración por un tiempo que oscila entre 15 y 40 minutos. Concluido este período se eleva la temperatura hasta 32 °C, donde se le adiciona la enzima coagulante y se agita de 3 a 5 minutos. Culminada la agitación se deja en reposo.

❖ Coagulación.

Es el periodo que media entre la adición del cuajo o enzima coagulante y la formación de un gel de consistencia, solida este periodo demora aproximadamente de 30 a 40 minutos.

❖ Corte de la cuajada y tratamiento del grano.

Esta etapa del proceso comienza con el corte mecánico de la cuajada (es la leche coagulada) a una temperatura de 32 °C, lo que proporciona la expulsión del suero aprisionado entre las micelas de calcio, continúa con la cocción del grano obtenido y la descarga de la cuajada en la cuba y culmina con el pre-prensado de la masa. En el primer corte se divide la cuajada en cubos de aproximadamente 1.5 cm y se deja en reposo por 10 minutos. Posteriormente se procede al segundo corte hasta obtener un grano con un tamaño aproximado entre 8 y 10 mm y se deja nuevamente en reposo para extraer el suero, que es entre el 20 y 30% del volumen total. Extraído el suero se procede a la agitación y desmenuzando de la masa hasta obtener los granos unidos. Durante el reposo se vuelven a separar los granos para comenzar el proceso de calentamiento.

El proceso de calentamiento y cocción del grano se realiza en dos tiempos, primero se aumenta la temperatura hasta 41 °C en un período de 10 minutos, después se lleva a cabo la cocción del grano adicionando agua a 70 °C y vapor por la camisa de calentamiento de la cuba de elaboración durante un período de 3 a 5 minutos con agitación constante; esto proporciona un desarrollo en la acidez del grano y a su vez una mejor sinéresis. Culminada esta etapa comienza el segundo período de calentamiento del grano que va desde 41 a 48°C en 7 minutos utilizando los mismos métodos de calentamiento que en la primera etapa. Alcanzada dicha temperatura se detiene la circulación de agua caliente y vapor, continuando la agitación del grano hasta obtener la consistencia adecuada. Cuando se logra una buena consistencia se descarga la masa de la cuba de elaboración hacia la cuba de sedimentación, donde a través de unas mallas se produce la filtración de la cuajada, que permiten escurrir el suero. Después de separado el suero, se produce el pre-prensado de la masa, la cual comienza llenando los moldes de forma manual, donde se obtiene un bloque único y uniforme por la colocación de mallas perforadas en la superficie de la masa que permita escapar el suero de la misma y se aplica una presión de 1.5kg x 2cm² durante 15 minutos.

❖ Moldeado

Tiene como objetivo principal el corte del bloque único en partes iguales de acuerdo a la capacidad de los moldes a utiliza, se coloca paños a los moldes y se introduce el trozo de masa de queso.

❖ Prensado.

Tiene como objetivo la colocación de los moldes en las prensas neumáticas, en una primera etapa se le aplica de 5 a 6 kg/cm² de presión por kg de queso durante un tiempo de 30 a 40 minutos. Transcurrido este tiempo se retiran los quesos de la prensa, se invierte su posición en los moldes y se colocan nuevamente en las prensas por un período de 1 hora aplicando una presión de 10 kg/cm² por kg de queso. En esta etapa se regula la humedad del queso y se le da la forma definitiva, la temperatura del local debe ser de 12 a 14 °C.

❖ Salado.

En esta operación los quesos moldeados y prensados son sumergidos en baño de salmuera con una concentración de 22° Bé, un pH de 5.2 y una temperatura entre 12 y 15 °C por un período de 48 horas. Este salado por inmersión contribuye al sabor del queso y a la formación de una corteza que protegerá al queso durante el período de maduración de ataques de ácaros, bacterias, levaduras y mohos indeseados. La temperatura del local debe ser de 12 a 15 °C.

❖ Oreo o secado.

Tiene como objetivo principal secar los quesos extraídos de la salmuera. Esta etapa tiene un período de duración de 18 a 24 horas. El local debe poseer una temperatura de 12 a 14 °C y una humedad relativa del 80%.

❖ Maduración.

Los quesos cuando cumplen con el tiempo de oreo son depositados en una nevera de maduración por un período de 21 días. Durante la primera semana el queso en los estantes se voltea diariamente, la segunda semana días alternos y la tercera semana dos veces. En caso de desarrollo excesivo de mohos se frotran con una solución salina con una concentración del 10 %. La temperatura de la nevera debe oscilar entre 2-10 °C y una humedad relativa entre 85 y 90%.

❖ Lavado de quesos.

Esta operación tiene como objetivo principal, lavar los quesos con agua una vez concluidos el proceso de maduración a través del cepillado para su posterior empaque.

❖ Envasado y empaque.

Esta etapa es la culminante del proceso productivo, en la cual se empacan los quesos, se colocan las etiquetas que deben tener la fecha de producción y de vencimiento el nombre de la empresa y el tipo de queso, para pasar al área de ventas.

2.2.2 Equipos fundamentales que intervienen en el proceso.

Tabla 2.1- Equipos fundamentales del proceso.

Equipo	Cantidad	Material	Capacidad (flujo o volumen)	Función
Tanque de recepción	1	Acero inoxidable	1800 L	Recepción de la leche acopiada.
Tanque de cultivo	1	Acero inoxidable	800 L	Preparación del cultivo.
Intercambiadores de calor	2	Acero inoxidable	10 000 L/h	Enfriar la leche y la salmuera.
Tanques de almacenamiento	4	Acero inoxidable	10 400 L	Almacenar la leche acopiada.
Tanque estabilizador de flujo	1	Acero inoxidable	200 L	Estabilizar el flujo que entra al pasteurizador.
Pasteurizador	1	Acero inoxidable	10 000 L/h	Pasteurización de la leche.
Cubas de elaboración	2	Acero inoxidable	1 de 4800 L y otra de 5700 L	Elaboración de la cuajada.
Sedimentadora	1	Acero inoxidable	1800 L	Separar la masa y el suero.
Tanque de suero	4	Acero inoxidable	10 400 L	Almacenar el suero.
Bombas centrífugas	5	Acero inoxidable	4 de 10 000 L/h y 1 de 12 000 L/h	Bombeo de leche, salmuera y suero.
Prensas	2	Acero inoxidable	10 kgf/cm	Prensado de la masa.
Máquina de empaque	1	Acero inoxidable	4 quesos rectangulares o 2 cuadrados	Empacar el producto al vicio.

Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Variables fundamentales del proceso.

-Acidez (queso, leche, cultivo, suero)

-Humedad (queso, nevera, salón de oreo)

-Temperatura (pasteurización, nevera, enfriamiento, almacenamiento de la leche cruda, inoculación del cultivo, salado)

-% grasa (queso, leche, suero)

-Presión (pasteurización, prensado, caldera, refrigeración).

2.3 Metodología de la evaluación de la determinación de la Disciplina Tecnológica.

Los aspectos que influyen en la disciplina tecnológica se determinaron a través de una búsqueda bibliográfica.

Se abordan temáticas referidas al respecto y se abordan consultas a especialistas de esta rama de la producción a través de encuestas. Los parámetros que tienen una influencia son el control del proceso, la instrumentación, la mano de obra, el mantenimiento, materiales y el entorno socio-económico.

Para determinar las causas que influyen a su vez sobre cada uno de los aspectos, de forma global se emplea el diagrama causa- efecto. Esta

herramienta ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto las posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de la calidad. Su utilidad está dada para identificar los peligros relacionados con un proceso, identificando además las causas-raíz, o causas principales, de un problema o efecto, clasificando y relacionando las interacciones entre factores que están afectando el resultado del proceso.

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

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

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

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

Fuente: COVENIN, 2002

Para determinar los puntos críticos de control se seguirá una metodología simple, cuyo árbol de decisión se muestra en el Anexo 3

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

2.4.1 Control de la calidad en el proceso tecnológico.

Para el control del proceso se toman 5 muestras durante veinte días y se le realiza un análisis estadístico a partir de pruebas de hipótesis y cartas de control. La instrumentación se evalúa realizando un inventario de los equipos, destacando los que se encuentran ausentes que son indispensables para la optimización del proceso. La mano de obra, el mantenimiento, materiales y el entorno socio-económico se desarrollará comenzando con una encuesta al

personal calificado sobre los aspectos individuales que influyen sobre la disciplina tecnológica, posteriormente se procesaran los resultados para depurar aquellos que se consideran menos significativos, esto se obtiene de la opinión de los encuestados, siempre con un razonamiento posterior por parte de los integrantes de dicha investigación. En los epígrafes posteriores se analizan detalladamente cada uno de los elementos abordados.

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

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

Etapa del proceso	Parámetro	Valor normado
Tratamiento de la leche	Temperatura de pasteurización.	74 ± 2 °C
Tratamiento de la leche	Temperatura del agua de enfriamiento (banco de hielo)	1 - 2 °C
Salado	Temperatura de salado	12 - 15 °C
Elaboración y moldeo de la cuajada.	Acidez del cultivo industrial.	Mesófilo 0,50-0,80 Termófilo 1,00-1,20 Casei ≤ 2,10
Corte de la cuajada y tratamiento del grano.	Grasa del suero	0,20 - 0,40
Maduración	Temperatura de la nevera	2-10 °C
Producto terminado	Acidez	0,80 - 1,20
Producto terminado	% grasa	≤35 %

Fuente: propia

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

2.4.1.1 Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis es un procedimiento que conduce a una decisión sobre una hipótesis en particular, donde se somete a un examen estadístico, la hipótesis nula contra una o más hipótesis alternativas. Los procedimientos de prueba de hipótesis dependen del empleo de la información contenida en la muestra aleatoria de la población de interés. Se define un 5% de significación, es decir, un 95% de confianza. Se utiliza el software STATGRAPHICS Plus Versión 5.0.

2.4.1.2 Cartas de control.

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

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

Para la construcción y análisis de las cartas de control se utiliza la metodología recomendada por Gutiérrez (1997). Estas se construyen con el software STATGRAPHICS Plus 5.0 que ofrece en la carta el resultado exacto de los valores utilizados evitando de esa forma posibles errores y facilita la interpretación de los mismos.

2.4.1.3 Índices de capacidad

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

- ❖ Índice de capacidad potencial (Cp.): Se utiliza para variables de especificación de calidad simple y doble y permite definir la clase y la condición del proceso (tabla 2.7), según criterios de Gutiérrez (2002)

Tabla 2.4 Valores del CP y clase del proceso (Fuente: Gutiérrez, 2002)

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

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

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

Donde:

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

S: desviación estándar de cada variable

ES: límite superior de la especificación

EI: límite inferior de la especificación

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

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

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

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

$$C_p = \frac{MC}{3 * S} \quad (\text{ec.2.3})$$

Donde:

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

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

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

Donde:

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

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

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

2.4.2 Control de la Instrumentación

Para evaluar el estado de la instrumentación se realiza un inventario. A partir de este se recogen la cantidad de instrumentos existentes y que deberían existir, tipo de mediciones que realizan, cuántas mediciones se hacen de acuerdo a lo normado, registros existentes, entre otros; de acuerdo a los parámetros fundamentales del proceso, de modo que se pueda contabilizar a qué parámetros se le realizan menos controles; cuántos de ellos se registran y cuántos no; si las mediciones son directas o indirectas, lo que supone la introducción de un error mayor; y así emitir criterios del estado actual de la instrumentación en el proceso. Cada uno de estos elementos es mostrado en dos tablas 2.5 y 2.6 cuyos modelos se muestran a continuación:

Tabla 2.5- Formato a emplear para evaluar la instrumentación

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

Fuente: Cabrera, 2016

Tabla 2.6- Formato a emplear para evaluar la instrumentación.

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

Fuente: Cabrera, 2016

2.4.3 Control de Seguridad

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

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

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- Analizar la confiabilidad del sistema.
- Documentar el proceso.

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

1- Definir el sistema y sus características.

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

- El estudio se puede realizar a nivel de la planta, donde el análisis se debe enfocar sobre los sistemas individuales (ej: sistema de

generación de vapor, sistema de enfriamiento, sistema de almacenamiento, etc.)

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

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

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

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

- Falla total.
- Falla parcial.
- Falla intermitente
- Falla gradual.
- Sobre funcionamiento.

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

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

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

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

			del fallo					

Fuente: Elaboración propia.

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

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

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

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

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

$$NPR = O * S * D \tag{ec. 2.7}$$

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

2.4.4 Control del mantenimiento, mano de obra, entorno socio- económico y gasto de materiales

Para evaluar el estado de la mano de obra, el mantenimiento, el entorno socio-económico y el gasto de materiales en el proceso se emplean la lista de

chequeos (ver Anexos 6, 7, 8 y 9). La lista de chequeo se elabora a partir de criterios de un equipo de expertos, conformado por profesionales de la Universidad y de la empresa, así como algún profesional capacitado con las herramientas y experiencia de investigación en los temas a desarrollar (Tabla 2.9).

Tabla 2.9 Expertos que participaron en la investigación

Nombre	Ocupación	Experiencia en el sector (años)
Yurien Ybarra Díaz	Jefe de equipo de calidad	17
Marcelino Mora	Jefe de mantenimiento	25
Alexis Maso	Jefe de planta	5
Julián izquierdo	Jefe de turno	30
Glennys Águila Hernández	Espec. en productos lácteos	21
Maricel Roque	Técnica en análisis de los alimentos	30
Santiago Díaz Suárez	Profesor Universidad	39

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

- Método de Kendall

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

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

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

Se halla el factor de concordancia (τ) a través de la fórmula siguiente:

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

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

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

Para demostrar que existe concordancia entre los criterios de los expertos, se determina el coeficiente de concordancia de Kendall (ω), a partir de la ecuación 2.10

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

Donde:

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

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

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

k : número de indicadores

m : número de expertos

τ : factor de concordancia

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

- Matriz de Saaty

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

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

Se determina el valor máximo por indicador ($\emptyset_{\text{máx}}$) y se calcula la sumatoria de todos los $V_{\text{MÁX}}$ de todos los indicadores ($\sum \emptyset_{\text{máx}}$). El peso de cada indicador (P_i) de calcula por la ecuación 2.14:

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabla 2.10. Criterio de valoración del grado de consistencia.

Criterio de comparación	Valoración
$C \geq 85 \%$	Muy bueno
$70 \% \leq C < 85 \%$	Bueno
$60 \% \leq C < 70 \%$	Aceptable
$45 \% \leq C < 60 \%$	Malo
$C < 45 \%$	Muy malo

2.4.5 Situación actual medio ambiental de la Empresa

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

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

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

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

Para el cálculo del ICA se usa la ecuación 2.18.

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

Donde:

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

P_i = peso asignado a cada parámetro (Anexo 10)

K = constante que toma los valores siguientes:

1,00 para aguas claras sin aparente contaminación.

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

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

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

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

2.4.5.2. Impacto ambiental

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

2.5 Valoración de la Economía

La economía es una técnica en constante evolución basada en conocimientos razonados y lógicos que tienen como objetivo fundamental registrar y sintetizar las operaciones financieras de una entidad e interpretar los resultados.

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.

2.5.1 Indicadores Económicos

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.

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

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

producción (N) y del valor unitario del producto conocido también como precio unitario del producto (pup).

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

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

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

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

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

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

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

2.5.2 Determinación de la intensidad energética

Según la norma (NC ISO 50001:2011) El diagnóstico energético o revisión energética preliminar, es un requisito de, constituyendo el punto de partida para determinar los principales problemas energéticos que afectan los resultados de la organización, trazar la estrategia a seguir para resolverlos y demostrar así que se trabaja para mejorar su desempeño energético. En la literatura revisada se

presentan procedimientos, metodologías y programas de diagnóstico o auditoría energética en el sector empresarial industrial en general y adecuados a procesos específicos

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

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

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

Donde:

IEST= Intensidad energética

CEST= Consumo energético (\$/Kg)

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y ANALISIS

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

3.1. Factores que influyen en la disciplina tecnológica

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

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

La determinación de los puntos críticos de control a través del árbol de decisión que se encuentra en el Anexo 3, se considera de gran importancia ya que su objetivo fundamental es garantizar la protección sanitaria de los alimentos hasta alcanzar la inocuidad de los mismos, evitando así las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA). Durante el análisis se detectaron la existencia de cinco puntos críticos de control, que son aquellas etapas del proceso que no se pueden rectificar errores en etapas posteriores, los cuales fueron detectados en el Análisis de peligros e identificación de los cinco puntos críticos de control que se muestra en el Anexo 4 :

- En la etapa de recepción de la leche acopiada se considera que la temperatura de enfriamiento de la misma es un punto crítico de control, porque inhibe la fermentación de la bacteria *Lactobacilos*, la cual convierte la lactosa y otros monosacáridos en ácido láctico, que le proporciona un sabor desagradable a dicha materia prima.

- La temperatura de pasteurización se considera punto crítico de control porque es fundamental para lograr la inocuidad del producto final. Se encarga de eliminar todos aquellos agentes patógenos que puedan contener bacterias, protozoos, mohos y levaduras, los cuales dañan a la salud humana. Según Inda (2003) la pasteurización previene la presencia de las bacterias causantes de la tuberculosis, la difteria, la polio, la salmonelosis, la fiebre escarlata, brucelosis y las fiebres tifoideas. Esta es la única etapa durante todo el proceso en la que se puede evitar, disminuir o eliminar los peligros identificados anteriormente a niveles tales que no afecten la salud de los consumidores

-La dosis de aplicación de los cultivos industriales se considera de vital importancia para lograr un queso con una calidad elevada la razón de aplicación de un cultivo lácteo determina en gran parte la aptitud de la leche a la coagulación, la aptitud del coágulo y la cuajada al desuerado, el grado de mineralización de la cuajada, el contenido de azúcares residuales, la evolución del pH y muchos elementos que se logran durante el desarrollo microbiano y enzimático. Esto demuestra la necesidad de añadir la dosis adecuada, ya que es un elemento que determina la calidad del producto final y no es posible su adición en una etapa posterior, por lo cual se considera un punto crítico de control.

-La presión de prensado garantiza extraer suero al queso para lograr la humedad requerida y evitar la proliferación de microorganismos que afectan la inocuidad del producto terminado. También se encarga de atemperar el queso y alcanzar el pH deseado.

-La temperatura de la nevera es un elemento fundamental para lograr una maduración satisfactoria. Si no se logra la temperatura normada (2-10 °C) provoca un desarrollo excesivo de mohos que afecta la inocuidad del producto y también puede provocar la descomposición de elementos orgánicos.

Según plantea Caballero (2017) los procesos a que son sometidos los alimentos, con frecuencia se determinan como puntos críticos de control los tratamientos térmicos, la conservación, la elaboración, la fermentación o acidificación y la reducción de la actividad del agua. Por tanto, los puntos críticos de control

determinados en este proceso están comprendidos en las etapas que menciona la bibliografía especializada citada con anterioridad.

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

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

3.2. Análisis del control de calidad en el proceso

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

Un análisis de las cartas de control para medias y rangos, permite determinar si el proceso se encuentra bajo o fuera de control. Según Benítez (2018) para que los valores representados en una carta de control se encuentren fuera de control deben existir puntos fuera de los límites, poseer al menos 4 o 5 puntos en una misma zona del gráfico, que exista una tendencia considerable a aumentar o decrecer, o tienda a ampliarse o reducirse. En el caso de todas las variables estudiadas en las etapas de almacenamiento de leche fresca, calentamiento de la leche, acidez de los cultivos lácteos, corte agitación y desuere, sedimentación

y desuere y salado se observa estabilidad en las réplicas tomadas en cada muestra, con varianza igual a 0, por lo que no existen límites establecidos en las cartas de control (ver Figuras 12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5, 12.6, 12.7, 12.8, 12.9, 12.10, 12.11, 12.12, 12.13, 12.14, 12.15, 12.16, 12.17, 12.18, 12.19, 12.20, 12.21, 12.22, 12.23, 12.24, 12.25, 12.26, 12.27 y 12.28 del Anexo 12)

Con respecto a la temperatura de almacenamiento de la leche fresca (LF) la Figura 3.1 refleja la dispersión que existe entre los 20 días de muestreo, esto se debe principalmente a que no existe estabilidad en el funcionamiento del sistema de enfriamiento por falta de amoníaco, falta de aislantes en las tuberías en el banco de hielo . El resto de las variables de esta etapa de almacenamiento de LF muestran estabilidad en el periodo de estudio (Anexo 12)

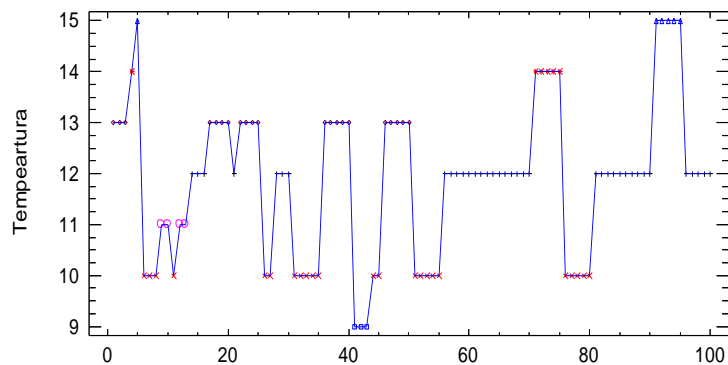


Figura 3.1. Comportamiento de la temperatura de almacenamiento de la leche fresca.

El porcentaje de acidez de los cultivos lácteos que se utilizan en la producción de queso presenta dispersión en los 20 días de muestreo (Figura 3.2, 3.3 y 3.4), lo cual que se eleva la temperatura de almacenamiento ya que no existe estabilidad en el funcionamiento del sistema de enfriamiento por falta de amoníaco, falta de aislantes en las tuberías, falta de agitadores en un banco de hielo, que provoca pérdidas de frío en el área de los quesos.

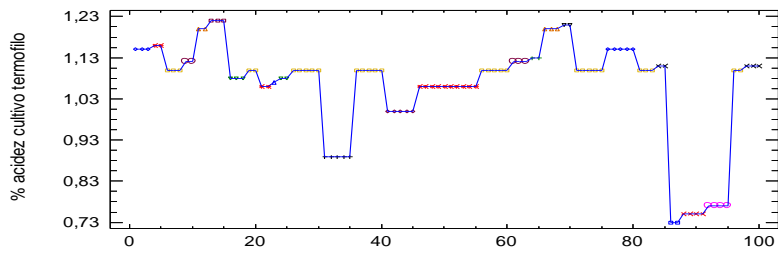


Figura 3.2 comportamiento de acidez cultivo termófilo

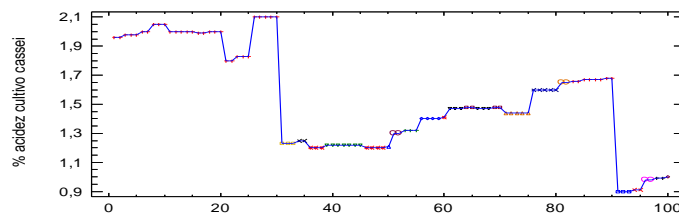


Figura 3.3 comportamiento de acidez cultivo cassei

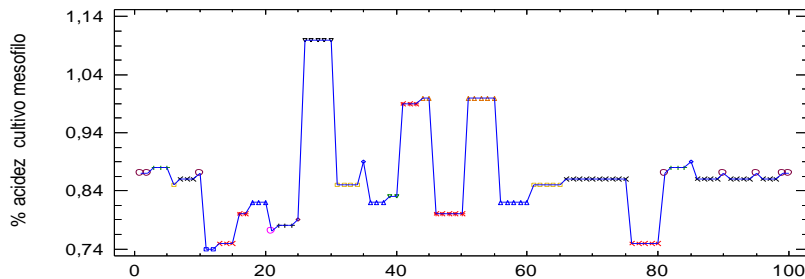


Figura 3.4 comportamiento de acidez cultivo mesófilo

En la etapa de pasteurización la Figura 3.5 refleja que la temperatura se encuentra fuera de control, pues en la carta de control existen puntos fuera de los límites. Esto se debe a la presencia de caídas de vapor de la caldera. En la actualidad se realizó una inversión en la planta, con la instalación de una nueva caldera.

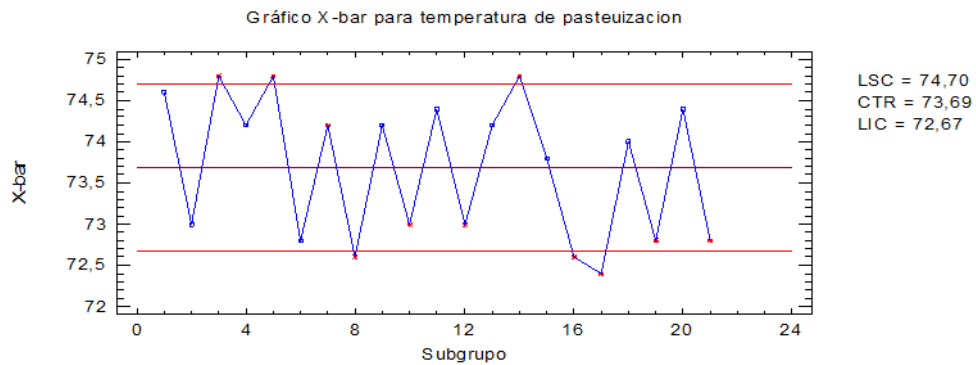


Figura 3.5 Carta de control de la temperatura de pasteurización

La figura 3.6 para el caso de la temperatura de la nevera de maduración está bajo de control, aunque hubo una pequeña irregularidad en el periodo del quinto día.

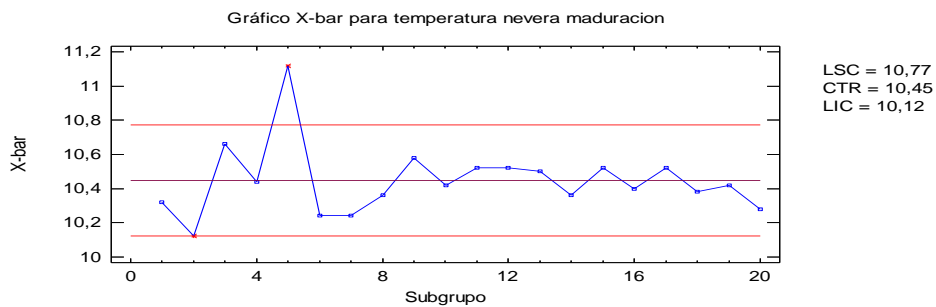


Figura 3.6 carta de control temperatura de nevera de maduración

Las pruebas de hipótesis permiten definir si las variables cumplen con las especificaciones de calidad o de operación, el Anexo 14 muestra el resultado de las mismas, las cuales arrojan los siguientes resultados:

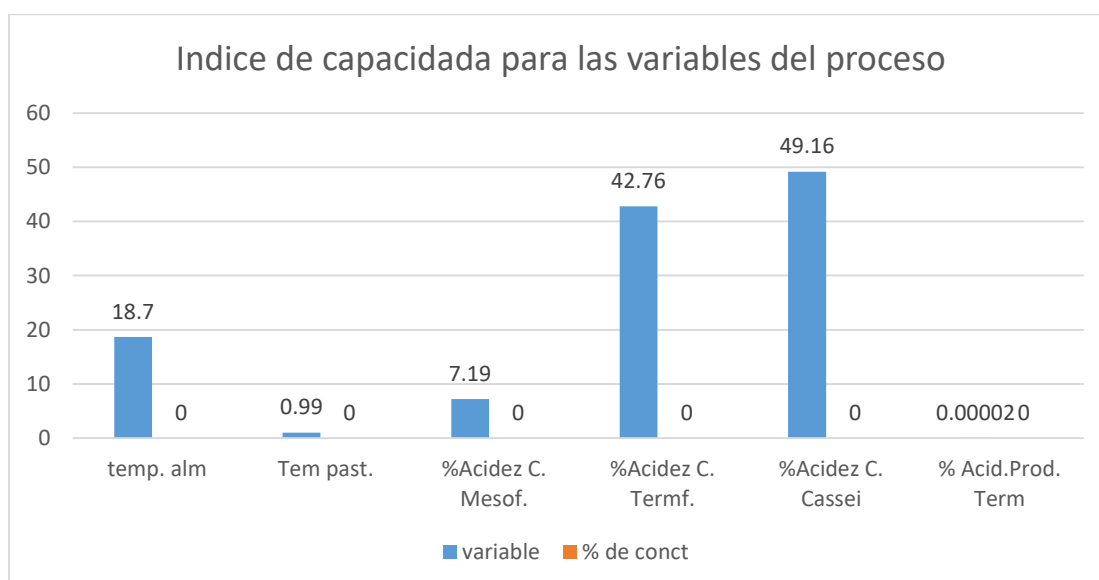
La temperatura de almacenamiento de la leche fresca, no cumplen con la norma debido a que en el período que se evalúa el sistema de refrigeración presentaba bajo nivel de amoníaco, además de existir pérdidas de temperatura de agua helada desde la sala de máquina hasta el área de quesos además de presentar este falta de aislante en las tuberías, y la falta de agitadores.

La densidad, grasa y sólidos no grasos no se cumplen tampoco con las normas por problemas de adulteraciones de la leche por parte de los productores de

leche, provocando bajos rendimientos en las producciones queseras, los mismos son penalizados, no pagándoseles el precio de la leche según contratos.

Para analizar la variabilidad y el centrado del proceso, según las especificaciones de calidad, se determinan los índices de capacidad potencial del proceso (Cp), de capacidad real del proceso (Cpk) y de Taguchi (Cpm), cuyos resultados se muestran en el Anexo 15.

Las variables con especificación doble, temperatura de pasteurización, % de acidez de los cultivos mesófilo, termófilo y cassei (Tabla 15.1 Anexo 15) presentan valores de Cpk y Cpm inferiores a 1, por lo que el proceso no cumple con las especificaciones. El comportamiento de las mismas provoca que el proceso sea de clase 4 según Gutiérrez (2002), es decir, no adecuado para el trabajo, lo que indica la necesidad de modificaciones serias. La temperatura de almacenamiento de la leche fresca su clasificación sea de clase 3 Proceso no adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario, buena posibilidad de éxito y el % de acidez del queso producto terminado nos indica un proceso clase 1 más adecuado. Las que presentan mayor variabilidad, es decir, influyen de forma más significativa sobre la situación del proceso son: la temperatura de almacenamiento de leche fresca, (T alm LF), % de acidez de los cultivos mesofilo (% acd CM), termófilo (% acd CT) y cassei (% acd CC)



En cuanto al centrado del proceso se obtiene que existen variables que influyen en que este no se encuentre centrado, las cuales son: temperatura de

almacenamiento de la leche fresca, temperatura de pasteurización, % de acidez de los cultivos mesofilo, termófilo y cassei, además el % de acidez del queso como producto terminado.

En el caso de las variables con especificación simple (Tabla 15.2, Anexo 15) todas presentan índices de capacidad inferior (Cpi) menores que 1,25, exceptuando el % de grasa de leche fresca el cual es de 1,53 e índice de Taguchi (Cpm) inferiores a 1, lo que corrobora que el proceso no cumple con las especificaciones.

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

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

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

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

En la tabla 3.1 se muestra un resumen del estado instrumental de la planta y el Anexo 16 se detalla el estado actual de la instrumentación del proceso, se informa de cada operación que se realiza, las variables que se controlan, ubicación del punto de control, el tipo de medición que se realiza, si se controla realmente o no, si se registran y la frecuencia con que se realiza la medición.

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

Parámetro	Cantidad de mediciones a controlar por norma	Controles reales	Cantidad de mediciones que no se hacen normadas	Cantidad de mediciones que se hacen no normada	Registro
Temperatura	60	30	30	0	60
Presión	30	0	30	0	0
% Acides	30	30	0	0	30
Densidad	30	30	0	0	30
% Grasa	30	30	0	0	30
% SNG	30	30	0	0	30
Humedad	30	0	30	0	0
total	240	150	90	0	180

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la instrumentación que se representa en la tabla 3.1 evidencia que en el proceso de producción de queso semiduro Caribe; excluyendo el área de generación de vapor y la de refrigeración, está normado controlar un total de 240 parámetros. De esos se controla realmente 150, lo cual representa un 62.5% del total a controlar y se dejan de chequear 90 parámetros lo que representa el 37.5% del total normado. Se registran 180 parámetros, lo que representa un 120% del total controlado y un 75% del total normado. Las principales causas que contribuyen a no controlar los parámetros son la ausencia de instrumentación, tanto en el laboratorio como “in situ”.

Las mediciones de temperatura normadas son 60, de ellas se realizan 30, lo que representa un 50%. Se dejan de realizar un total de 30 mediciones a causa de la carencia de instrumentación “in situ”, estos locales son el de recepción de la leche de acopio, el de prensado y el de oreo. De las mediciones realizadas, 3

son con instrumentación digital “in situ”, que son la nevera donde se almacena el cultivo Industrial, la nevera de maduración y el local de salado. Se realizan un total de 60 mediciones con un termómetro manual, este posee una escala acorde a las mediciones realizadas de 0 a 100 °C, pero tiene la desventaja que posee la numeración muy pequeña que dificulta a los operarios su lectura.

La medición de temperatura en el pasteurizador se realiza a través de un termómetro bimetálico que trae el equipo, el cual marca en un rango de temperatura desde 0 a 100 °C.

De las 30 mediciones de presión que están normadas no se realiza ninguna. Se debe cumplir dichas mediciones en el pasteurizador, en la etapa de pre prensado, la primera de manómetros que ofrezcan dichos valores y la etapa de pre prensado se ejecutan de forma manual, lo cual no es posible su medición.

Las mediciones de humedad no se efectúan por la ausencia de instrumentación. El laboratorio no cuenta con equipos de determinador de humedad y la estufa existente se va de rango en varias ocasiones.

La acidez se determina a través de métodos analíticos valorativos. La grasa, el %SNG y el peso específico no presentan dificultad para la realización de las mediciones. Existe escasez de instrumentos en los equipos fundamentales del proceso, se realizan mediciones de forma manual que introducen errores y hay equipos que no se encuentran calibrados; por lo que se ve afectada la calidad, economía, seguridad y medio ambiente, y se incurre en violación de la disciplina tecnológica.

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

3.4. Análisis de la repercusión sobre la seguridad del proceso

La seguridad alimentaria es la situación en que todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades nutricionales y preferencias alimentarias, a fin de llevar una vida activa y sana. No basta para obtener esta seguridad

incrementar la disponibilidad de los alimentos. Para minimizar los riesgos que indudablemente se pueden producir como consecuencia de esta necesidad y del incremento del comercio, es necesario entonces que la producción, el abastecimiento, la comercialización, manipulación y consumo se realicen en condiciones suficientes de higiene, para que los productos resultantes sean inocuos y de calidad; todo ello a fin de garantizar la salud de los consumidores y propiciar su ciclo de vida y comercio.

El método de Análisis de Modos de Falla y Efectos (FMEA) permitió identificar los posibles fallos que puede aparecer en el pasteurizador y en la nevera, sus efectos y se proponen las medidas correctivas. Atendiendo al NPR, mientras mayor sea dicho valor, mayor atención se le debe prestar por parte de los operarios.

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

En el Anexo 17 se muestran los resultados de la aplicación del FMEA en el pasteurizador, donde las posibles fallas tienen números de prioridad de riesgos de 160, 600, 360 y 48. Estos valores demuestran la peligrosidad de los efectos de fallos y las consecuencias nefastas que traen sobre la eficiencia y la calidad del proceso. Garantizar la no ocurrencia de los fallos detectados es tarea de los operarios y para ellos se debe realizar una capacitación periódica, facilitar los manuales y las investigaciones realizadas en dicho proceso, adquirir una mejor instrumentación y ejecutar mantenimientos periódicos.

En el Anexo 18 se aplicó el FMEA a la nevera de maduración y se detectaron números de prioridad de riesgos de 80 y 280, donde son menos significativos estos riesgos que los del pasteurizador de forma general. Mantener el producto terminado en buen estado de conservación durante la maduración es esencial para lograr las características organolépticas del mismo.

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

Para evaluar estos indicadores se utilizan las listas de chequeo. Se aplican el método de Kendall para determinar el nivel de concordancia entre expertos, y la Matriz de Saaty para evaluar cada uno de los indicadores. Los Anexo19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 26 muestran los resultados obtenidos. La tabla 3.2 refleja un resumen de los mismos.

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

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

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

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

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

3.6. Análisis de la repercusión sobre el medio ambiente

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

para evitar que pueda elevarse la carga contaminante con respecto a años anteriores se utiliza el suero lácteo en subproductos para la alimentación de la población como son el Miragurt, Requesón y el Suero Saborizado.

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

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

Parámetros del agua	Unidad de medida	Agua residual patrón (con todos sus parámetros en norma)	%	Agua residual del proceso	%	Peso
pH	u. pH	7	100	8,5	80	1
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	1500	70	1000	90	4
temperatura	$^{\circ}\text{C}$	24	80	26	70	1
Grasas y aceites	ppm	2	10	0	100	2
DBO5	mg/l	100	0	100	0	3
Aspecto	Subjetivo	normal	50	Desagradable	30	1
Oxígeno disuelto	mg/l	2	20	0	0	4
Coliformes totales	NMP	10000	10	2000	60	3
ICA	%	25	-	36	-	-
Calidad ambiental	-	0,25	-	0,36	-	-

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

3.7. Análisis económico del proceso de producción de queso Caribe.

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

El análisis de los indicadores ganancia, costo por peso y rentabilidad se realiza con los datos del mes de febrero del año 2020 y la intensidad energética en el

período de marzo a junio del mismo año. La Tabla 3.4 muestra los principales costos de la planta, donde los de mayor incidencia son:

Tabla 3.4. Principales costos de la planta.

Costos Fijos	Costo (\$)	Costos Variables	Costo (\$)
Salario básico	6952.73	Materia Prima leche fresca	11808
		Otras materias primas LDP	105.3
Depreciación AFT y Amortización	3250.83	Insumos químicos	825.56
		Envasase y empaque	2102.23
		Pago por resultado	5535.23
		Combustible	9128.64
Gastos indirectos	13428.36	Energía	6331.10
		Agua	2999.77
Costo de producción		62467.750	
Fuente: Ficha de costos de producción de queso caribe.			

Los resultados del análisis económico en el proceso de producción de queso caribe, indican que a pesar de las deficiencias que existen se genera una ganancia de \$ 19975.0 y el costo por peso es igual a 0.72, es decir, se invierte menos para la producción, lo cual permite mayor ganancia. Según Salazar y Vargas (2015) la rentabilidad de un proceso lácteo debe encontrarse entre el 25 y 35 %, y en el caso estudio existe una rentabilidad del 31.98 %, lo que evidencia que el mismo es rentable (Tabla 3.5).

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

Indicador económico	Unidad	Valor
CP	\$	62467.750
VP	\$	86442.75
Ganancia	\$	19975.0
C/\$	Adimensional	0.72
Rentabilidad	%	31.98

Fuente: Elaboración propia.

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

Tabla 3.6. Costos y valor de producción del proceso de producción Queso semiduro Caribe

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

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

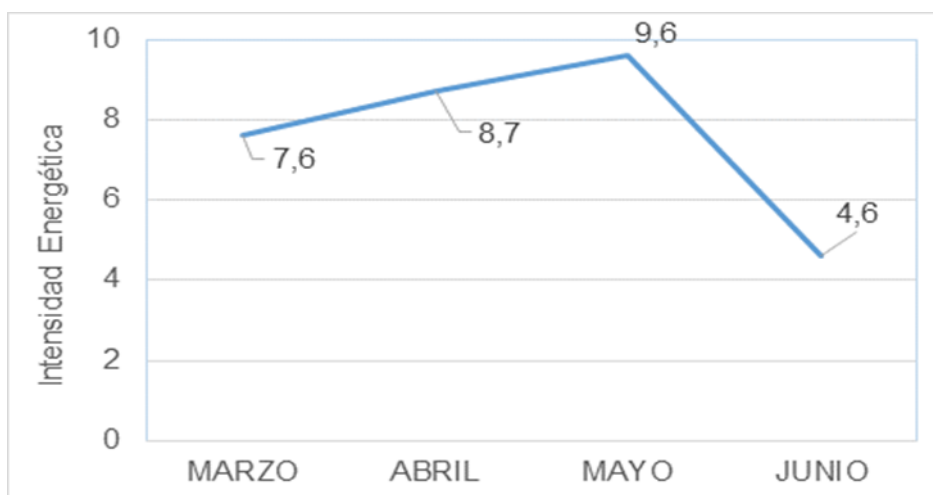


Figura 3.7. Intensidad energética de la empresa en el período comprendido entre marzo y junio del 2020

3.8. Conclusiones parciales del capítulo

- Se definen cinco puntos de control críticos en el proceso: temperatura de almacenamiento de la leche fresca, temperatura de pasteurización, dosificación de los cultivos industriales, presión de prensado de queso y temperatura de nevera durante el proceso de maduración.

- Las principales causas que influyen en la disciplina tecnológica son: mantenimiento, mano de obra, control del proceso e instrumentación.
- Dentro de los portadores energéticos, el agua es el de mayor incidencia.
- El agua residual de la planta no provoca efectos negativos sobre el Medio Ambiente.
- Los indicadores mano de obra, mantenimiento y socio-económico se evalúan con un mal desempeño, según los resultados de la lista de chequeo

CONCLUSIONES

1. La evaluación de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de Queso Semiduro Caribe en la UEB Lácteos Matanzas, **nos permitió** determinar que el mantenimiento, la instrumentación y el efecto socio-económico repercuten sobre este.
2. Las principales causas que influyen en la disciplina tecnológica son: mantenimiento, mano de obra, control del proceso e instrumentación.
3. La temperatura de almacenamiento de la leche fresca, temperatura de pasteurización, dosificación de los cultivos industriales, presión de prensado de queso y temperatura de nevera durante el proceso de maduración no cumplen con la especificaciones requeridas
4. **Podemos** definir que en el proceso se necesitan modificación para un mejor funcionamiento tecnológico.
5. El agua residual del proceso cumple con las especificaciones de la NC 27-2012, para vertimiento de residuales no afectando el Medio ambiente.

RECOMENDACIONES

Para Resultados futuros se recomienda:

- ❖ Presentar a la Empresa de Productos lácteos Matanzas el trabajo realizado con los resultados de esta investigación para que sean implementadas las medidas necesarias en función de erradicar las deficiencias detectadas.
- ❖ Que la Empresa de Productos lácteos **potencie** a través del GEIA, la adquisición de piezas y repuestos para la tecnología obsoleta con que cuenta la UEB Lácteos Matanzas.
- ❖ Continuar en estudios posteriores el análisis de esta temática para llegar a obtener una metodología que permita evaluar a las industrias Lácteas el cumplimiento de la disciplina tecnológica y su repercusión en la Producción Más Limpia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Águila, G.M. (2007). La influencia de la disciplina tecnológica en los problemas ambientales que provoca la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas. Tesis en opción al grado científico de máster Universidad de Matanzas, Matanzas.
2. Alonso, Sarmentero, y Navarro. (2012). El cambio hacia el éxito. Matanzas. Universidad de Matanzas.
3. Alasino, M. y Arana, M. (2014). Políticas y Desempeño del Sector Lechero Argentino entre 2003 y 2011. Revista Perspectivas de Políticas Públicas. Argentina, Año 3, No. 6, (Enero-Junio 2014), ISSN 1853925
4. Barahona, María. C. y Peña, 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 Azuay.
5. Berkowitz Industria alimentaria sectores basados en recursos biológicos enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/67.pdf>
6. Caballero, Ángel E. y, Troadio L. (2016). Inocuidad
7. Cabrera. (2016). Evaluación del comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso de la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas. Tesis en opción al título de Ingeniero Químico Universidad de Matanzas, Matanzas
8. Cabrera, A. (2002). El ABC del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible. Evaluación Ambiental Integrada en Indicadores de Sostenibilidad. En: Curso Doctoral, Doctorado Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible. Universidad de Matanzas. Cuba.
9. Castillo, A., (2004). Calidad e Inocuidad de Plantas Lecheras Disponible en <http://scholar.google.com> Consultado 26 de enero del 2017.
10. Commons <https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento> se editó por última vez el 12 nov (2018) a las 20:01
11. Commons https://es.wikipedia.org/wiki/Industria_l%C3%A1ctea Esta página se editó por última vez el 27 nov 2018 a las 16:10.

12. Cruz, E. C. (2005). Producción más limpia en el proceso de obtención de ácido sulfúrico. Tesis de doctorado presentada por el Programa de Doctorado en Gestión Ambiental y Desarrollo sostenible. Universidad de Girona. España.
13. Chejne, Farid. (2007). Uso eficiente de la energía: conceptos termodinámicos básicos. [on line]. Disponible en Internet en <http://www.metropol.gov.co>
14. COVENIN (2002) Análisis de peligros y puntos críticos de control.
15. De Prada, C., (2014). Instrumentación para Control de Procesos Disponible en <http://www.isa.cie.uva.es> Consultado 26 de enero del 2017
16. Díaz Suárez, S. (2016). Consultas personales del autor con el MSc. Santiago Díaz Suárez.
17. Domenech, J., (2015) <http://www.jomaneliga.es/>. Obtenido de [http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Espina de pesca do](http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Espina_de_pesca_do)
18. Escobar, G (2012) La ingeniería en la seguridad de procesos <http://www.indisa.com/indisaonline/anteriores/Indisa%20On%20line%20109%20-20La%20ingenier%C3%ADa%20en%20la%20seguridad%20de%20procesos.pdf>
19. Estrategia Ambiental Nacional (2005-2010). Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (2005). Dirección de Medio Ambiente. Ed. Academia, La Habana. 28 pp.
20. Falagán, 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
21. Galáctica, (2013) <http://laenciclopediaagalactica.info/2013/02/07/principios-haccp/>
22. González, L (2018) Evaluación del comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso semiduro Caribe en el Combinado Lácteo Mártires del 29 de Abril de Matanzas

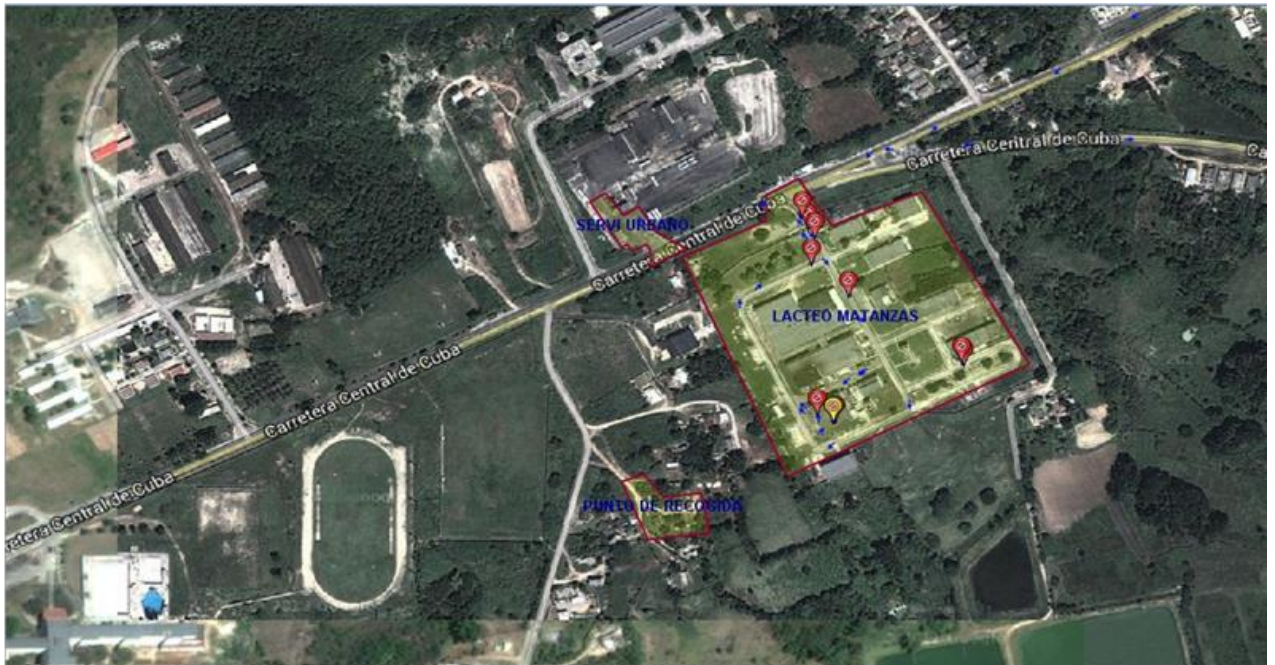
23. Gutiérrez, Humberto (2002). Calidad Total y Productividad. México: Editorial McGraw-Hill.
24. II Seminario Internacional de Producción Limpia. Octubre (2000). Dirección de Tecnología Procesos y Servicios Ambientales.
25. Ina Cunningham, A., (2003). Aseguramiento de inocuidad en la industria de productos lácteos Disponible en <http://www.ucipfg.com> Consultado 26 de enero del 2017.
26. Industria <https://www.significados.com/industria/> Fecha de actualización: 17/12/2017.
27. ISO 22000:(2018) sistemas-de-gestión-de-inocuidad-alimentaria <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2018/09/publicada-la-nueva-Norma-iso-22000-2018-sistemas-de-gestion-de-inocuidad-alimentaria>
28. ISO 2446:2003 Leche determinación del contenido de materia grasa método de rutina.
29. ISO 22000,2018 Mercado, higiene y seguridad alimentaria.
30. Industria láctea con el paso de los años y otras carencias a cuesta. www.cu/cuba 2016-05-19
31. Julián y Ana. Publicado: (2008). Actualizado: 2008. Definicion.de: Definición de proceso de producción (<https://definicion.de/proceso-de-produccion/>)
32. 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.
33. Mena, E. P. (2009). Diseño de un sistema de administración ambiental (SIAA) en la industria procesadora de leche "FLORALP" ubicada en el Cantón Ibarra. Tesis en opción al título de Ingeniero Agroindustrial Escuela Politécnica Nacional.
34. Montañez, S.(2015) Métodos, Análisis y Valoración de Riesgos Laborales <https://prezi.com/bxjvxrwdg0b/metodos-analisis-y-valoracion-de-riesgos-laborales>
35. NC 1133: (2016) Leche cruda – requisitos sanitarios generales.
36. NC 119: (2018) Leche determinación de densidad.

37. NC 27: (2012) Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado.
38. NC 488: (2009) Limpieza y desinfección en la cadena alimentaria procedimientos generales.
39. NC 71: (2019) Leche determinación de acidez.
40. NC 827:(2017). Agua potable – requisitos sanitarios.
41. NC ISO 2446: (2003) Leche. Determinación del contenido de materia grasa. Método e rutina.
42. NC 227: (2002) Quesos Requisitos Generales.
43. NC 136:(2007) Análisis de peligros y puntos críticos de control HACCP.
44. NC ISO 50001:(2011). Balance de Energía.
45. NRIAL 1599.13. (2009) Limpieza y desinfección procedimiento en el establecimiento de Matanzas.
46. NRIAL XXX (2009) Quesos Semiduros. Requisitos de Calidad.
47. NOM-251-SSA1(2009) <https://www.globalstd.com/certificacion/sistema-haccp>
48. Normey, J. E., & Camacho, E. F. (2006). Predicción para control: una panorámica del control de procesos con retardo, Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, Vol. 5. España.
49. NRIAL 170:(2000) leche determinación del contenido de sólidos no grasos uso de la fórmula de Richomond. Método de ensayo
50. Núñez, 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.
51. Orozco, J. L. (2016). Consultas personales del autor con el Dr. C. Jesús Luis Orozco.
52. Palacios, O., (2017). Procedimiento para la evaluación de la Disciplina Tecnológica en el proceso de obtención de queso de la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas. Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial. Universidad de Matanzas.
53. Pérez P., J., & Merino, M., (2012). Definición de instrumentación Disponible en <http://definicion.de/instrumentacion>

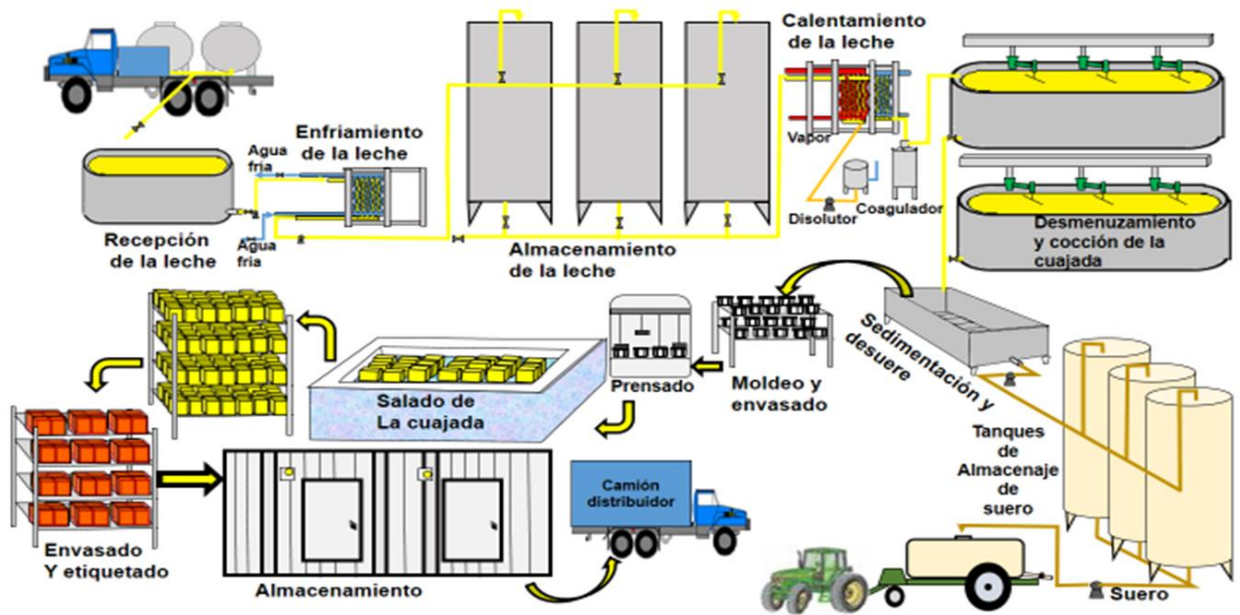
54. Perez, J., & Gardey, A. (2008). Definición de pyme. Disponible en: <https://definicion.de/pyme>
55. PNUMA / IMA. (2003). Un paquete de recursos de capacitación: Producción más limpia. Documentos técnicos de apoyo. Parte 3. p 28.
56. Palacios, A., (2015)
<http://www.rosmann.es/Libros/Tipos%20de%20Mantenimiento.pdf>
57. Ray, E., (2014). Disponible en: <https://es.slideshare.net/eduar2200000/cartas-de-control-38336732>
58. Ribot, Ariel. et al. (2011). Manual de Laboratorios Lácteos. Centro Nacional de Seguridad Alimentaria (CENSA). San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
59. Salazar, David X. y Vargas, Darío J. (2015). Diseño de una planta para elaboración de dos productos lácteos y la evaluación de la influencia de la leche producida mediante el método “Rotativo Racional” en el rendimiento, composición y calidad. Tesis en opción al título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos. Universidad de las Américas.
60. Serrano, J, H., Tortosa, Terri Berro C., C. (b) (2007). Protección Ambiental y Producción Más Limpia. Parte 2. Folleto Universidad Para Todos
61. Torres, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano, Revista Ingenierías Vol. 8. Medellín, Colombia
62. Tecnología fácil y ahora. La tecnología y otras disciplinas. [https://site glooble.com](https://site.glooble.com)
63. Vega, Luis R. (2004). Factores que han impulsado la innovación en la instrumentación industrial, un estudio de caso. Revista INGENIERÍA Investigación y Tecnología. México, UNAM.

ANEXOS

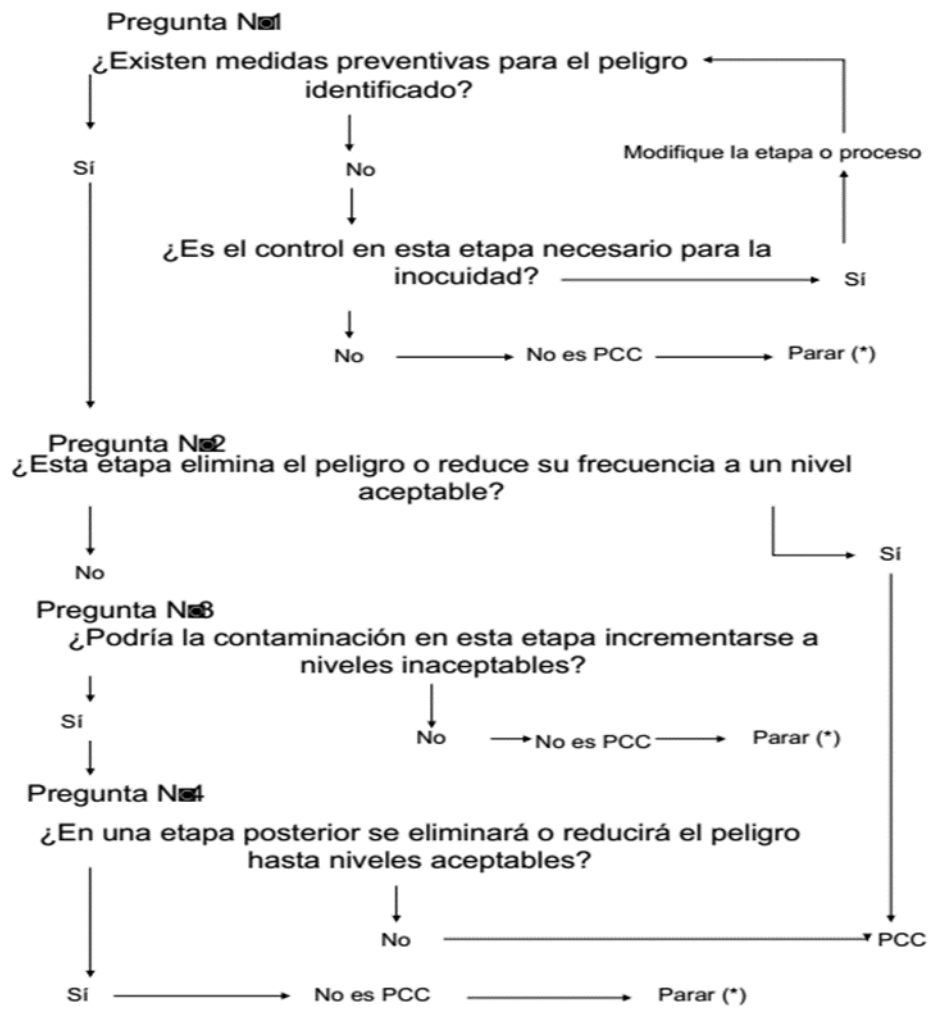
Anexo # 1 ubicación objeto de estudio



Anexo # 2 flujo tecnológico del queso semiduro caribe



Anexo # 3 árbol de decisión para determinar los puntos críticos de control (PCC)



(*) Pase a la etapa siguiente

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

Anexo # 4 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 Contaminación con microorganismos patógenos durante la transportación y en los equipos de almacenamiento en la industria.	Si	Los microorganismos patógenos afectan la inocuidad de la leche cuando proliferan en temperaturas elevadas (superiores a 8°C).	Recogida de la leche en horas tempranas para aprovechar las bajas temperaturas al amanecer. Climatizar los tanques de traslado. Buenas prácticas de fabricación.	No
	Químicos Residuos de antibióticos y/o plaguicidas	Si	Los antibióticos provocan alergias e intoxicaciones alimentarias.	Establecer un control en la recepción de la leche.	No
	Elevada acidez de la leche	Si	Afecta el sabor de la leche y provoca intoxicación.	Refrigerar la leche durante la recogida y almacenamiento. Establecer horarios de recogida tempranos en la mañana para aprovechar las bajas temperatura.	Si
	Físicos Pelos, insectos, tierra, hojas.	Si	Transportan microorganismos.	Filtración de la leche.	No

Almacenamiento	Biológicos Crecimiento de microorganismos patógenos por deficiencia en la refrigeración	Si	La leche estar refrigerada a una temperatura no mayor que 8°C y no por más de 24 horas.	Controlar el tiempo y la temperatura de refrigeración en los tanques de almacenamiento.	No
	Químicos Ninguno	No			
	Físicos Ninguno	No			
Tratamiento de la leche (pasteurización)	Biológicos Sobrevivencia de microorganismos patógenos .	Si	La pasteurización asegura la eliminación de microorganismos viables patógenos presentes en la leche cruda.	La pasteurización debe ser a una temperatura de 72±2°C durante 15 segundos. Revisar las condiciones técnicas del intercambiador de calor. Evaluar la generación del vapor de la industria.	Si
	Químicos Ninguno	No			
	Físicos Mala formación de flóculos.	Si	El PT no va a tener la calidad requerida.	Regular la temperatura de pasteurización que no supere los 74-76°C. Elevado intercambio de calor.	Si

Anexo 4. Continuación. Análisis de peligros e identificación de los puntos críticos según el árbol de decisión.

Elaboración y moldeo de la cuajada.	<p>Biológicos Contaminación de la cuajada</p> <p>Químicos Ninguno</p> <p>Físicos Ninguno</p>	<p>Si</p> <p>No</p> <p>No</p>	Presencia de microorganismos en el equipo que puede provocar ETA.	<p>Analizar el agua utilizada. Evaluar la limpieza de los equipos. Usar la ropa sanitaria por parte de los obreros.</p>	No
Coagulación	<p>Biológicos Prevale la liquidez de la leche.</p> <p>Químicos Ninguno</p> <p>Físicos Ninguno</p>	<p>Si</p> <p>No</p> <p>No</p>	Deficiente homogeneidad de la mezcla y pobre proceso fermentativo que puede causar ETA.	<p>Renovar los fermentos lácticos. Aumentar el tiempo de maduración siempre cumpliendo con la norma establecida. Añadir mayor cantidad de enzima coagulante siempre que no incumpla la norma. Aumentar la velocidad de agitación nunca acercándola al valor crítico.</p>	Si
Corte de la cuajada y tratamiento del grano.	<p>Biológicos Ninguno</p> <p>Químicos Elevada acidez del grano obtenido.</p>	<p>No</p> <p>Si</p>	La elevada acidez del grano va a incidir en la acidez del PT.	<p>Revisar las propiedades termodinámicas del agua y del vapor que se utiliza como medio de calentamiento. Regular el tiempo de cocción.</p>	No

Anexo # 4 Continuación. Análisis de peligros e identificación de los puntos críticos según el árbol de decisión.

	Físicos Deficiente extracción del suero	Si	La masa no queda compacta y no tiene la consistencia apropiada afectando la calidad del PT.	Aumentar el tiempo de reposo durante la etapa de cortado. Revisar la separación de las cuchillas y la velocidad de estas. Revisar que las mallas de la sección de moldeo estén bien colocadas. Revisar la presión de prensado y el tiempo de dicha operación.	Si
Salado	Biológicos Presencia de microorganismos en la salmuera.	Si	Los microorganismos puede provocar ETA.	Cambiar la salmuera. Revisar la calidad de la sal para poder lograr la concentración establecida. Controlar la temperatura de la etapa. No violar el tiempo de salado.	No
	Químicos Escasa presencia de cloruros en el PT.	Si	Afecta el sabor del PT y puede provocar la proliferación de microorganismos y causar ETA.	Cambiar la salmuera. Revisar la calidad de la sal para poder lograr la concentración establecida.	No
	Físicos Ninguno	No			
Oreo	Biológicos Proliferación de microorganismos. Químicos	Si	Los microorganismos puede provocar ETA.	Revisar la temperatura y humedad del local de oreo. Revisar el tiempo de esta etapa.	No

	Elevada humedad del queso. Físicos Ninguno	Si No	Afecta la calidad del PT.	Revisar la temperatura y humedad del local de oreo. Revisar el tiempo de esta etapa.	No
Maduración	Biológicos. Proliferación de microorganismos.	Si	Los microorganismos producen ETA y afectan la calidad del PT.	Voltear los quesos con mayor frecuencia. Frotar los quesos con una solución salina con una concentración del 10%. Mantener a temperatura de la nevera entre 12-14°C y la humedad relativa entre 85-90%.	Si
	Químicos. Ninguno	No			
	Físicos. El PT toma una coloración amarillenta.	Si	Afecta la calidad para su posterior venta debido a la pérdida de agua.	Revisar la humedad de la nevera.	No
<p>Leyenda: ETA- Enfermedades transmitidas por alimentos. PT- Producto terminado.</p>					

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

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

Fuente: Gutiérrez (2002)

Anexo 6 Lista de chequeo para la evaluación de materiales.

UEB lácteos Matanzas

Cuestionario de materiales

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

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

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

Anexo 7 Lista de chequeo para la evaluación de la mano de obra.

UEB lácteos Matanzas

Cuestionario de Mano de Obra

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

6. Nunca
7. Casi nunca
8. Algunas veces
9. Casi siempre se realiza
10. Siempre se realiza muy bien

No	Preguntas	1	2	3	4	5
1	Los trabajadores de nuevo ingreso son idóneos para el puesto a ocupar según la ley 116					
2	Los trabajadores de nuevo ingreso conocen sus instrucciones específicas de su puesto de trabajo según la NC: 702: 2009					
3	Se realiza chequeo médico periódico al personal que manipula alimentos según la NC: 702: 2009					
4	Son capacitados los trabajadores que manipulan alimentos según la NC 455:2014					
5	Los trabajadores son evaluados mensualmente según el anexo 2 evaluación de desempeño para verificar su grado de destreza y idoneidad para su puesto de trabajo según la ley 116					
6	Existe un presupuesto para la capacitación de los trabajadores					
7	Existe un presupuesto para la compra de medios de protección y seguridad en el trabajo					
8	Los trabajadores conocen del plan de capacitación					

Anexo 8 Lista de chequeo para la evaluación del mantenimiento.

UEB lácteos Matanzas

Cuestionario de Mantenimiento Fabril

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

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

No	Preguntas	1	2	3	4	5
1	Existe un programa de mantenimiento					
2	Existe un presupuesto para el plan de mantenimiento					
3	Se realizan los mantenciones periódicas de los equipos de proceso					
4	Existe un sistema para medir la eficacia del mantenimiento					
5	Se verifica la calidad del manteniendo					
6	Se utilizan los productos normados durante el proceso de limpieza					
7	Existe un cronograma de limpieza y desinfección de las instalaciones y de los equipos tecnológicos					
8	Existe un plan de reparaciones para los edificios y alrededores					
9	Los equipos tecnológicos tienen su documentación, auxiliar o independiente, como manuales o catálogos del fabricante					
10	Existe un plan de lubricación para los equipos con el lubricante apropiado así como de engrase					

Anexo 8 Lista de chequeo para la evaluación del mantenimiento.

11	Se planifica el manteniendo de los equipos de refrigeración					
12	Son preservados los equipos, tuberías, obras civiles contra la corrosión y los efectos de la naturaleza, así como otros provenientes de los procesos industriales mediante la aplicación de pinturas y sustancia anticorrosiva					
13	Se planifica las inspecciones (interiores y exteriores) y reparaciones de la caldera					
14	El operador de la caldera tiene instrucciones relacionada con el mantenimiento de la caldera					
15	Existe los materiales y herramientas para llevar a cabo el mantenimiento de las maquinarias					
16	Los equipos de mantenimiento están correctamente calibrados					
17	Se respetan las condiciones de diseños durante los mantenimientos					
18	Se evalúa al personal que interviene en los mantenimientos					
19	Existe informes de los mantenimientos para su posterior discusión					
20	Existe un cronograma de reparaciones de envergadura teniendo en cuenta las condiciones mecánicas reales de los equipos					
21	Se aplica un mantenimiento de actualización con el objetivo de compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias					

Anexo 9 Lista de chequeo para la evaluación del entorno socioeconómico.

UEB lácteos Matanzas

Cuestionario de Entorno Socio –Económico

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

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

No	Preguntas	1	2	3	4	5
1	Existen contratos, por escrito y actualizados, de los proveedores y transportistas externos					
2	Existe una amplia base de datos que permita a la empresa evaluar sus resultados, y los documentos necesarios para confrontar el control de los resultados					
3	Existe copia de los informes, permisos, y autorizaciones administrativas que rigen el funcionamiento de la planta					
4	Existe un sistema, actualizado y escrito, y la documentación necesaria para una gestión correcta de las materias primas					
5	Existe un estudio de mercado donde se desarrolla la empresa y resultados concretos					
6	Se cuenta con registros de calidad, así como las declaraciones de conformidad de las materias primas entregadas por los proveedores de forma de determinar cuál es la más idónea para el proceso productivo					

Anexo 9 Lista de chequeo para la evaluación del entorno socioeconómico

7	Los proveedores garantizan la cantidad y calidad de las materias primas con la que trabaja la planta					
8	Existe correspondencia entre la oferta que se produce y la demanda del mercado					
9	Los trabajadores conocen del presupuesto con que cuenta el establecimiento					
10	Conocen los trabajadores de los ingresos y gastos generados en el mes por cada departamento					
11	Existe un plan de venta mensual y anual					
12	Son estimulantes los salarios que devengan los trabajadores					
13	Cuenta el territorio con ofertas laborales de mayor preferencia					
14	Existe una alta competencia para la industria en el territorio					
15	Constituye la industria un sector de preferencia de la fuerza de trabajo en el territorio					

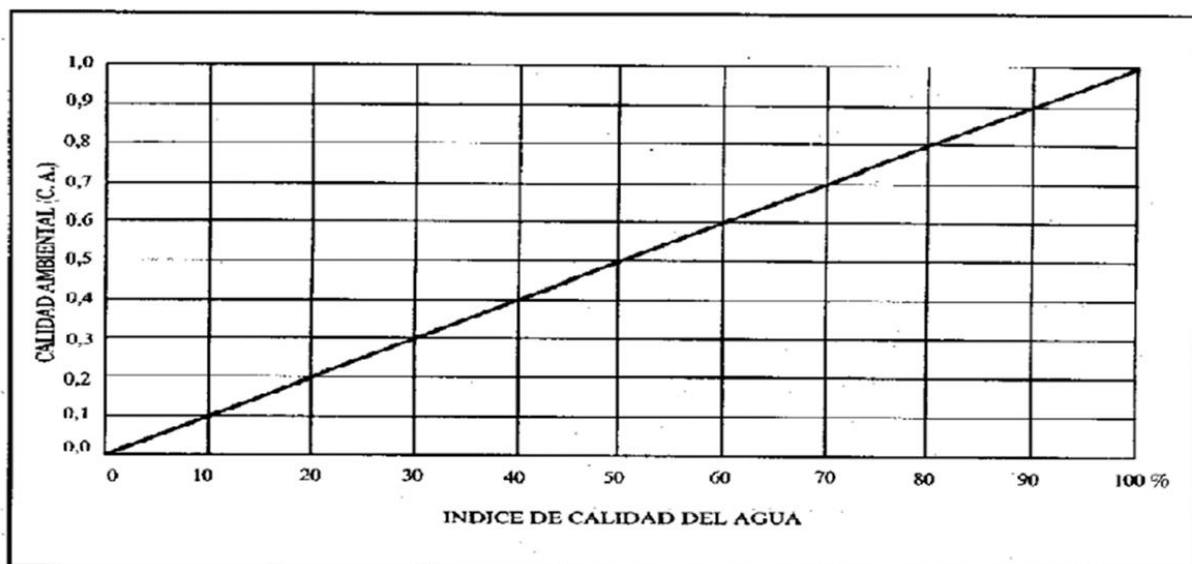
ANEXO 10. Valor porcentual y peso asignado a los parámetros de calidad del agua

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

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

Fuente: Conesa (2000).

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

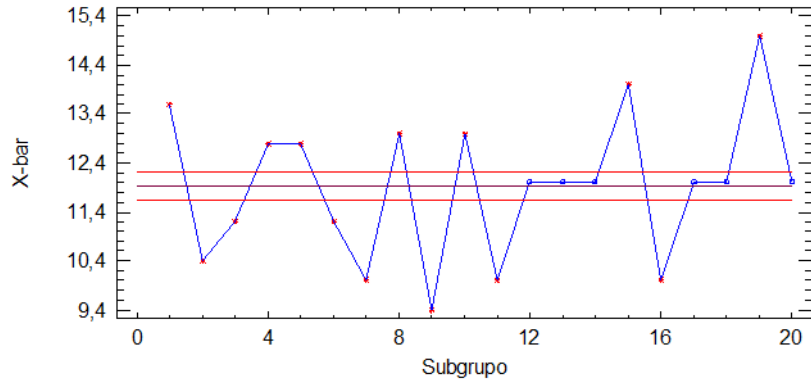


Fuente: Conesa (2000)

Anexo # 12 Resultados de las cartas de control para medias y rangos

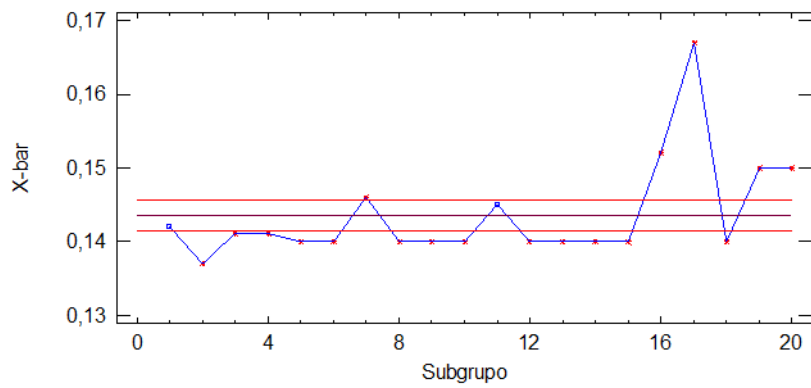
Proceso de almacenamiento leche fresca

Gráfico X-bar para temperatura leche fresca



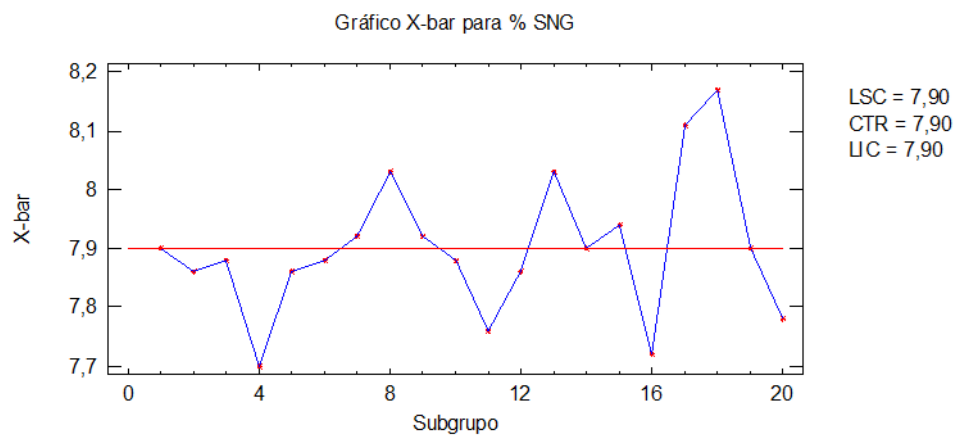
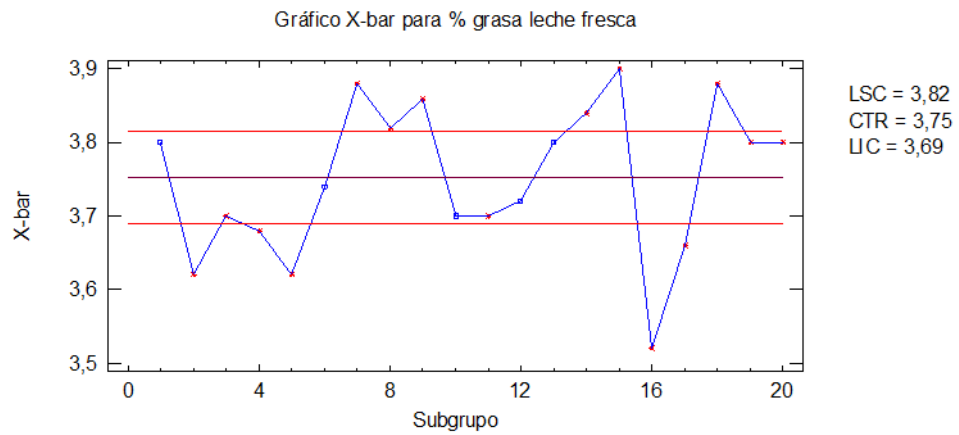
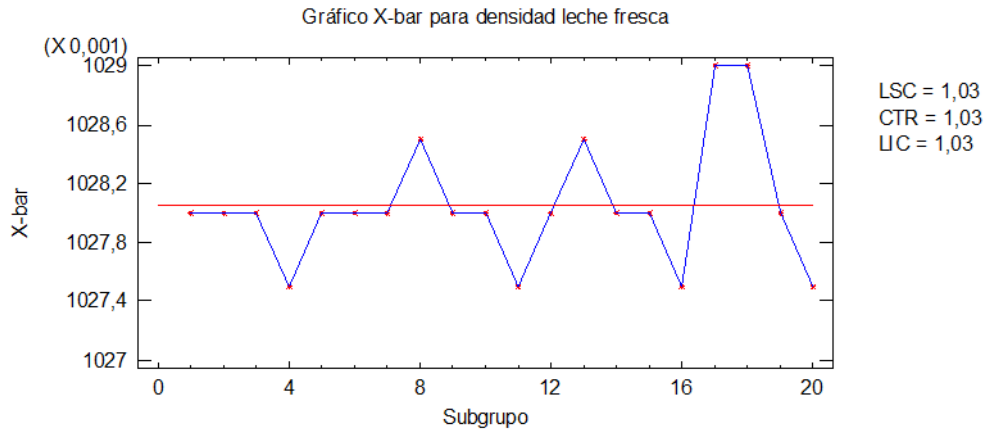
LSC = 12,21
CTR = 11,92
LIC = 11,63

Gráfico X-bar para Acides leche fresca



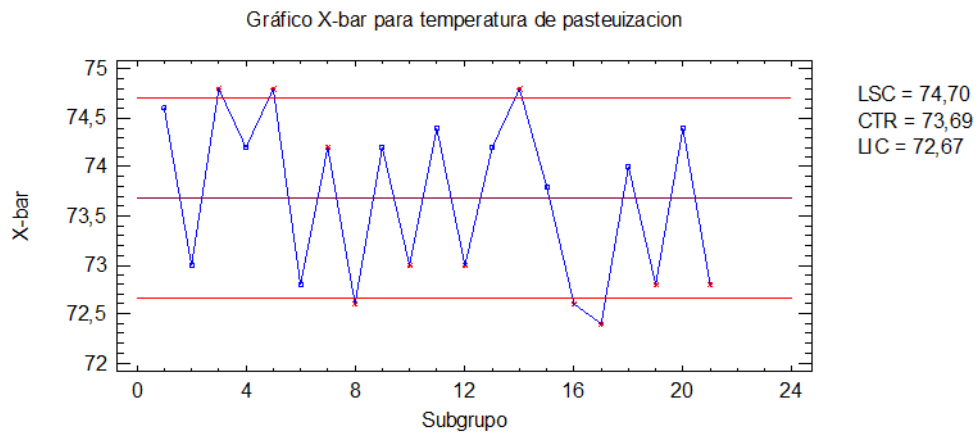
LSC = 0,15
CTR = 0,14
LIC = 0,14

Anexo # 12 Resultados de las cartas de control para medias y rangos

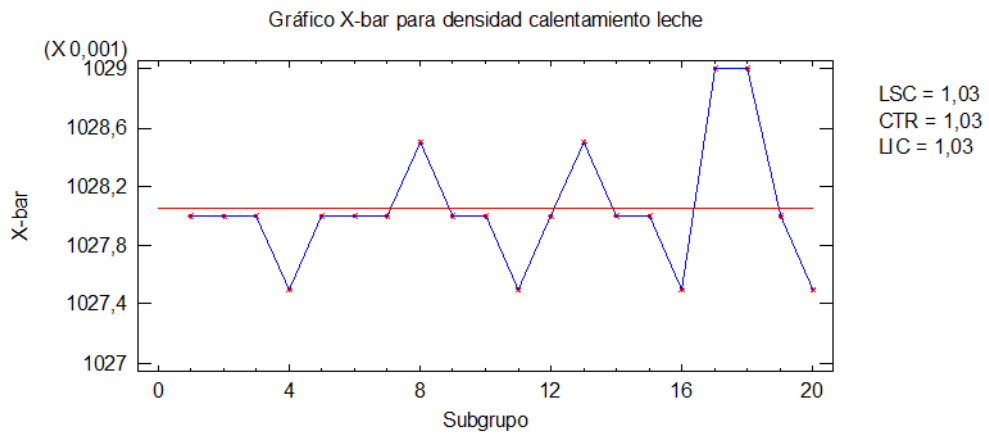


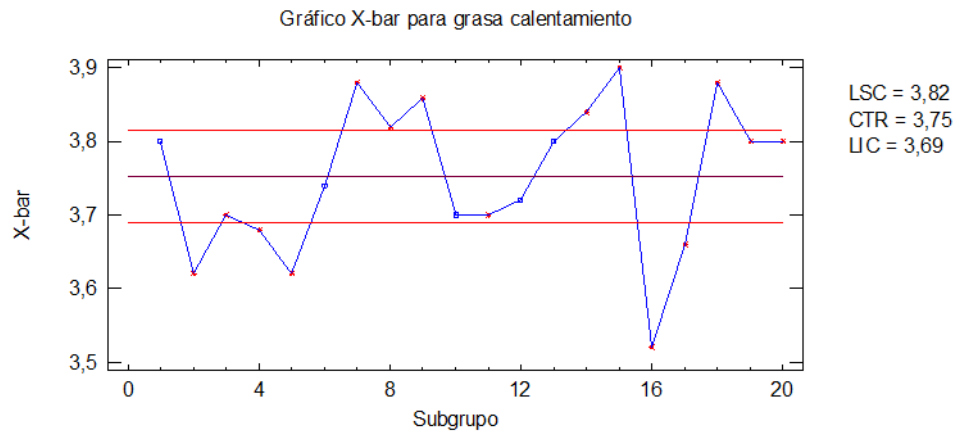
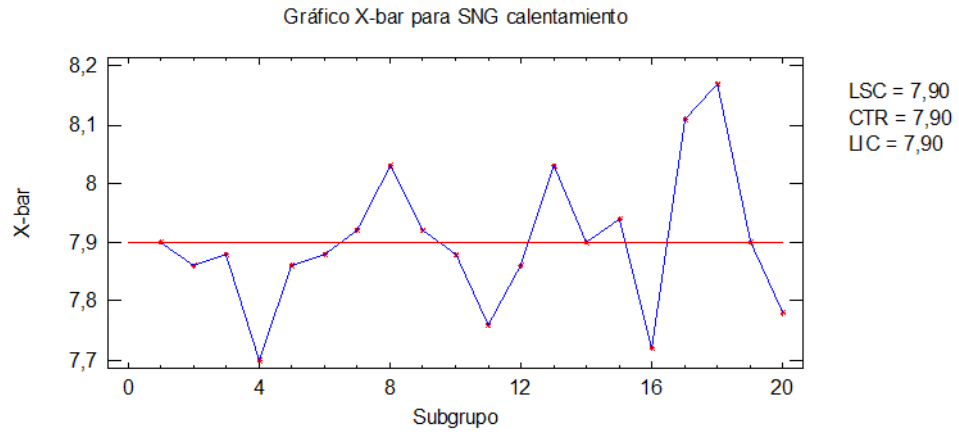
Anexo # 12 Resultados de las cartas de control para medias y rangos

Proceso de pasteurización



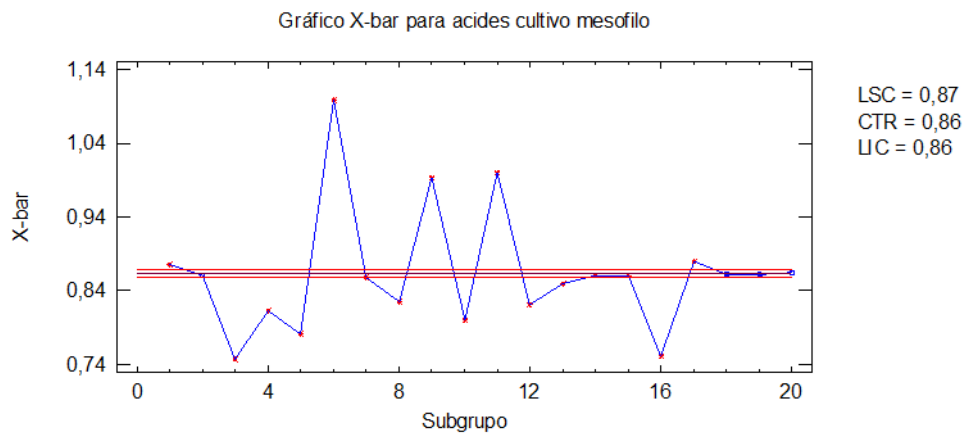
Proceso de calentamiento de la leche

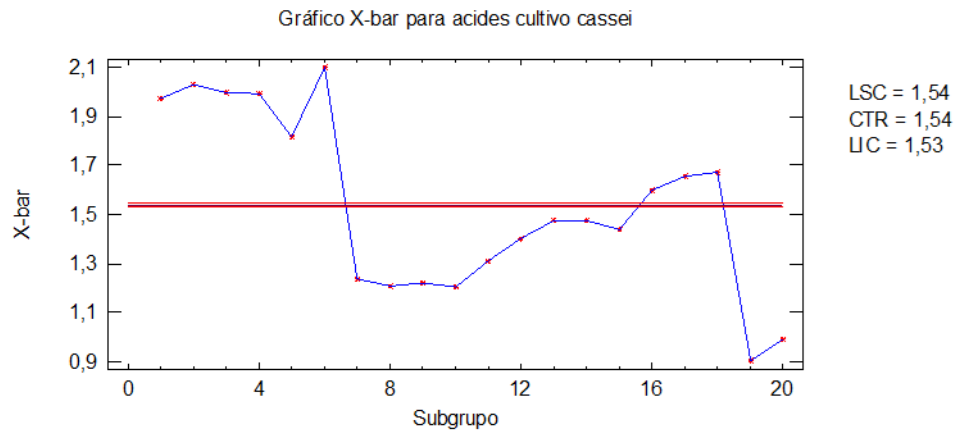
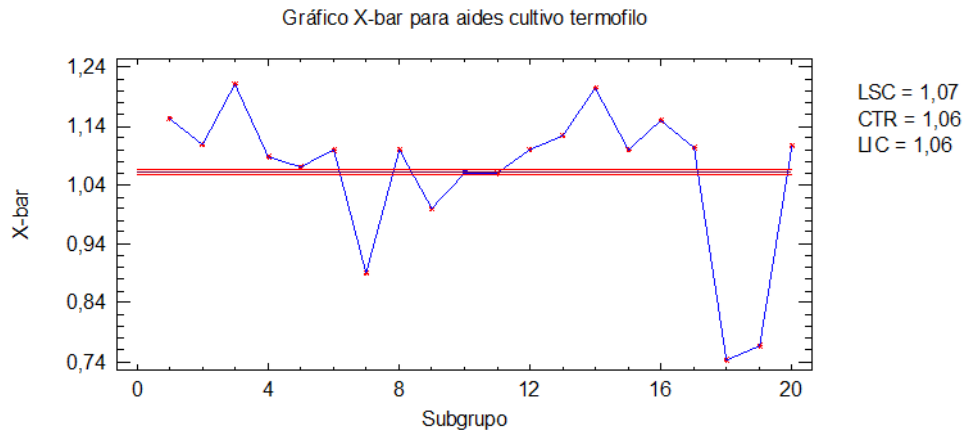




Anexo # 12 Resultados de las cartas de control para medias y rangos

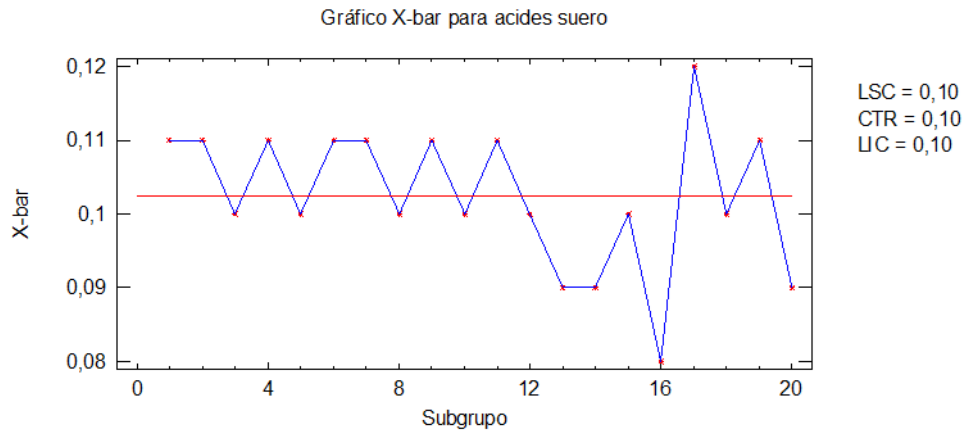
Acides cultivos lácticos

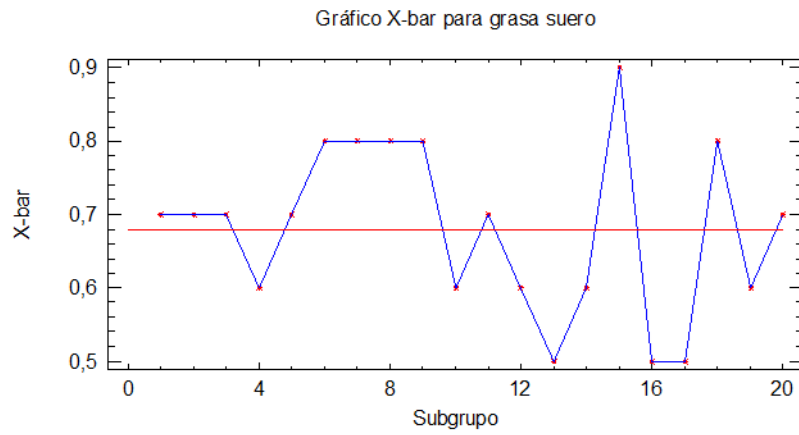
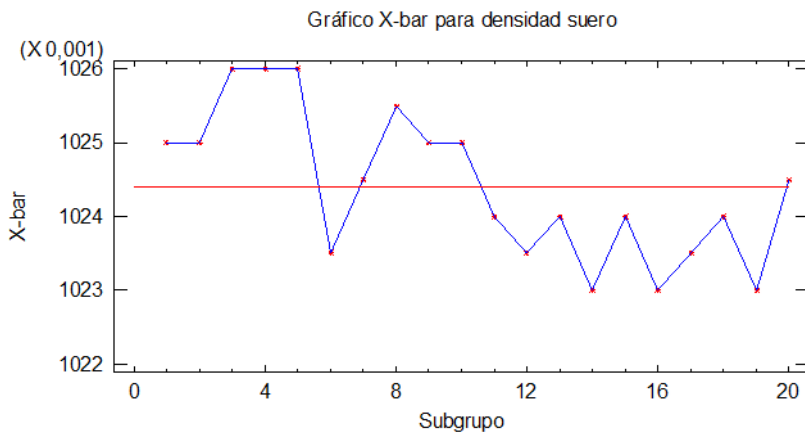




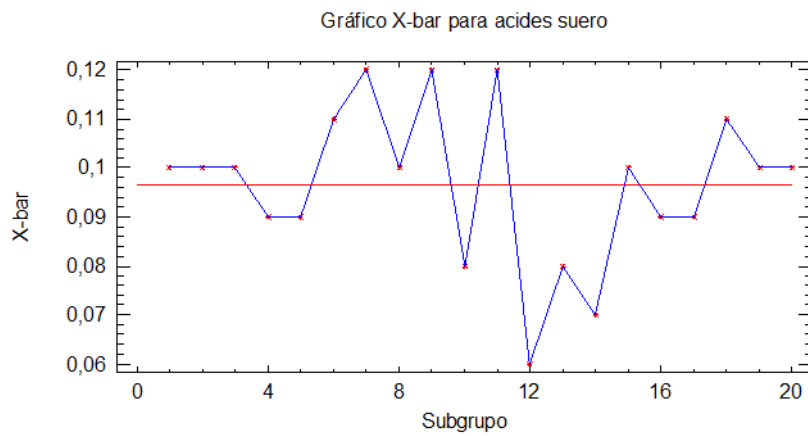
Anexo # 12 Resultados de las cartas de control para medias y rangos

Proceso de corte agitación y desuere

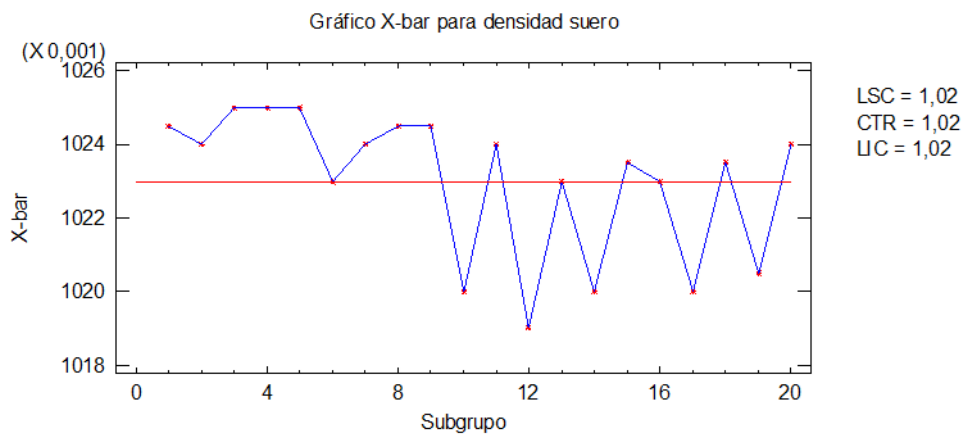
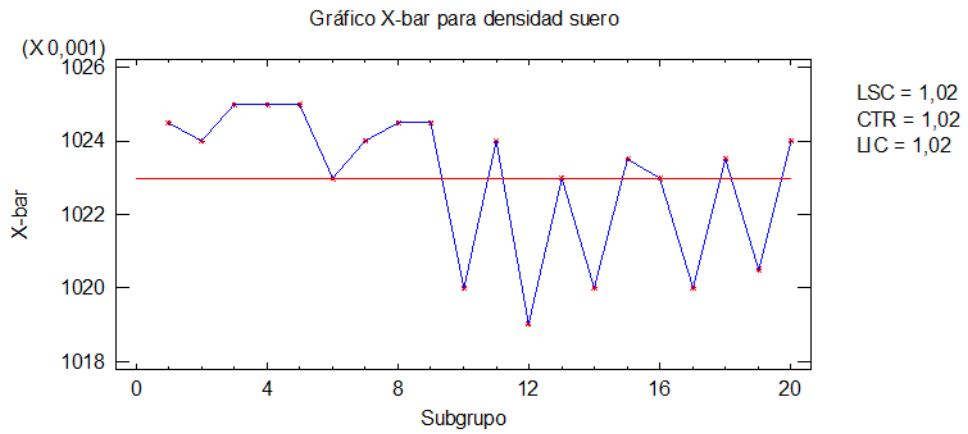




Proceso de sedimentación y desuere



Anexo # 12 Resultados de las cartas de control para medias y rangos



Proceso de prensado

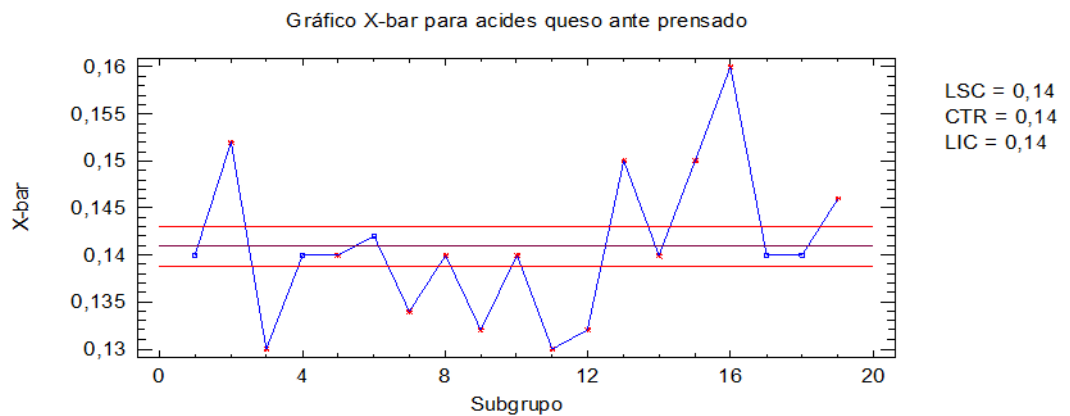
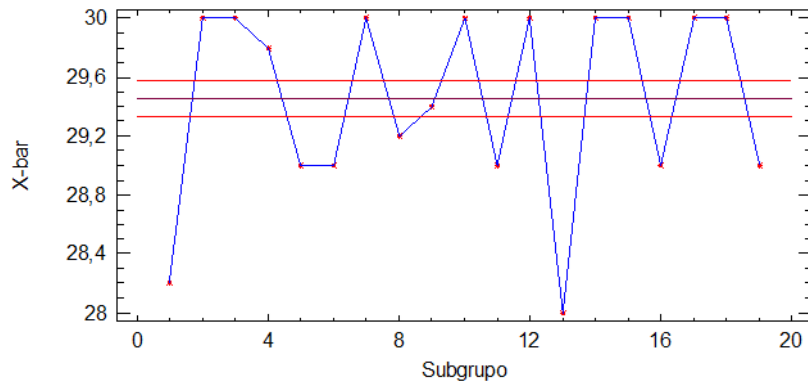
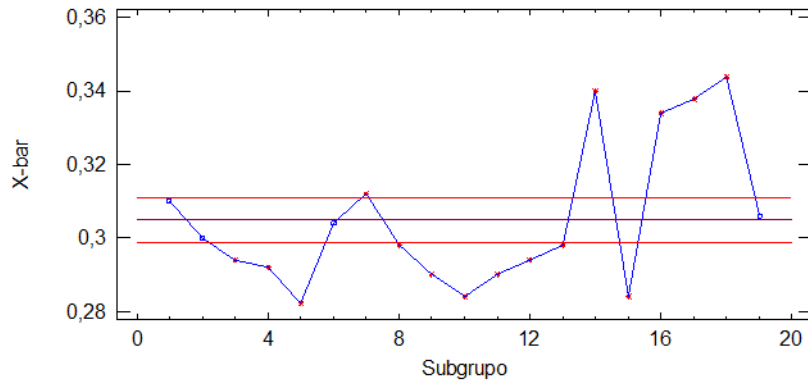


Gráfico X-bar para grasa queso antes del prensado



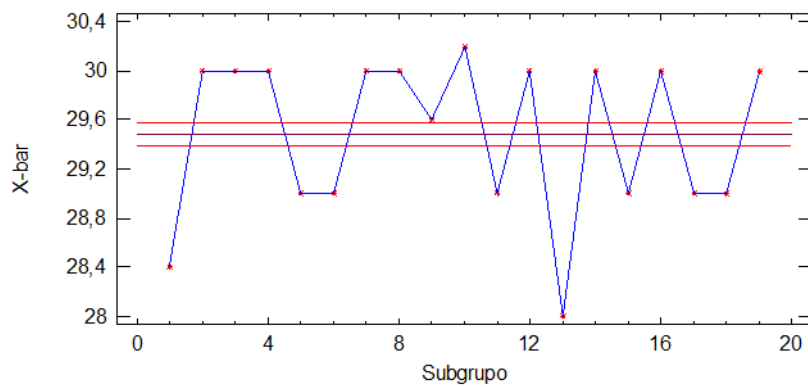
LSC = 29,57
CTR = 29,45
LIC = 29,33

Gráfico X-bar para acides queso despues de prensado



LSC = 0,31
CTR = 0,30
LIC = 0,30

Gráfico X-bar para grasa queso despues de prensado

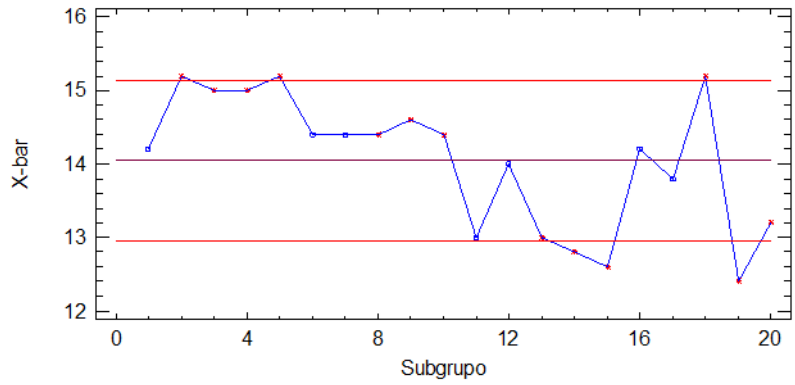


LSC = 29,58
CTR = 29,48
LIC = 29,39

Anexo # 12 Resultados de las cartas de control para medias y rangos

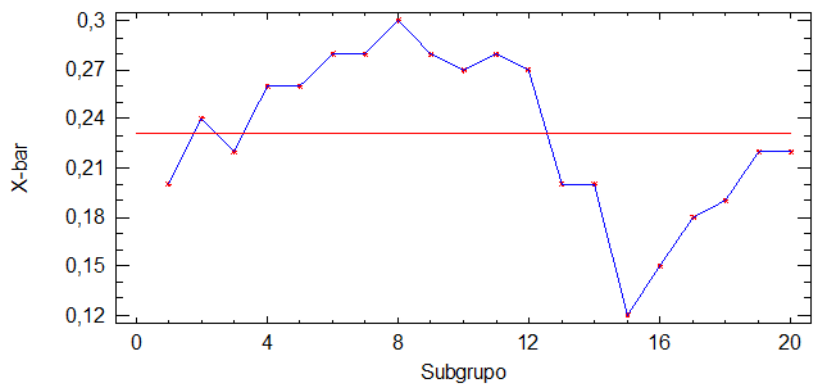
Proceso de salado

Gráfico X-bar para temperatura salmuella



LSC = 15,15
CTR = 14,05
LIC = 12,95

Gráfico X-bar para acides de salmuella



LSC = 0,23
CTR = 0,23
LIC = 0,23

Anexo # 12 Resultados de las cartas de control para medias y rangos

Proceso de maduración

Gráfico X-bar para temperatura nevera maduración

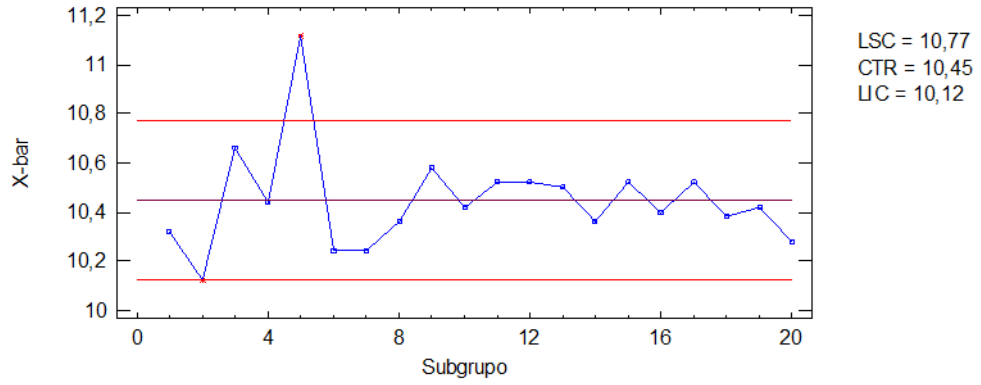
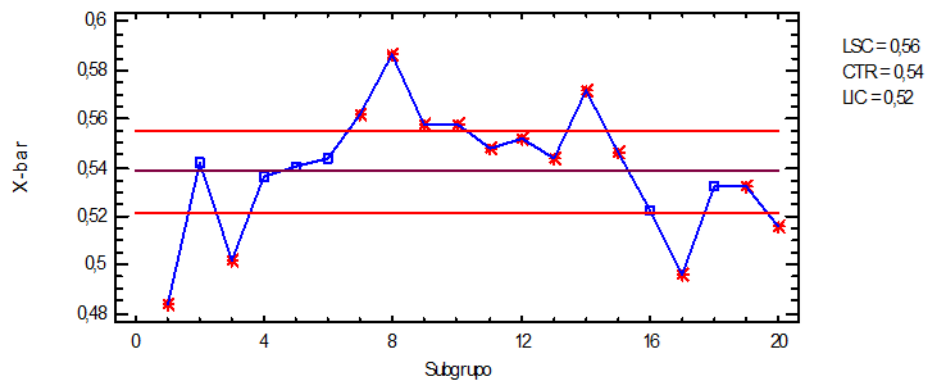
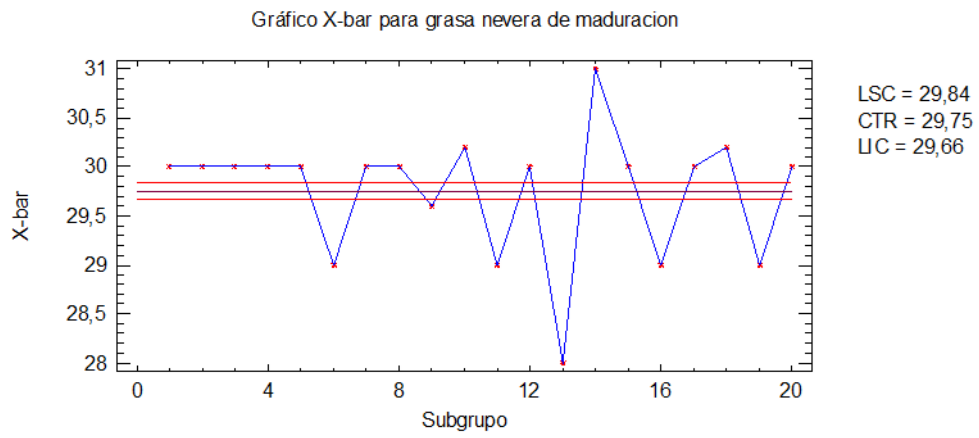


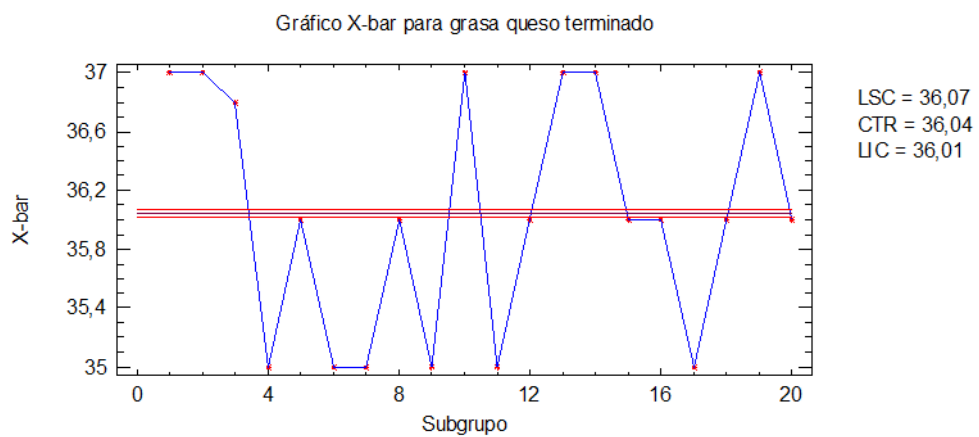
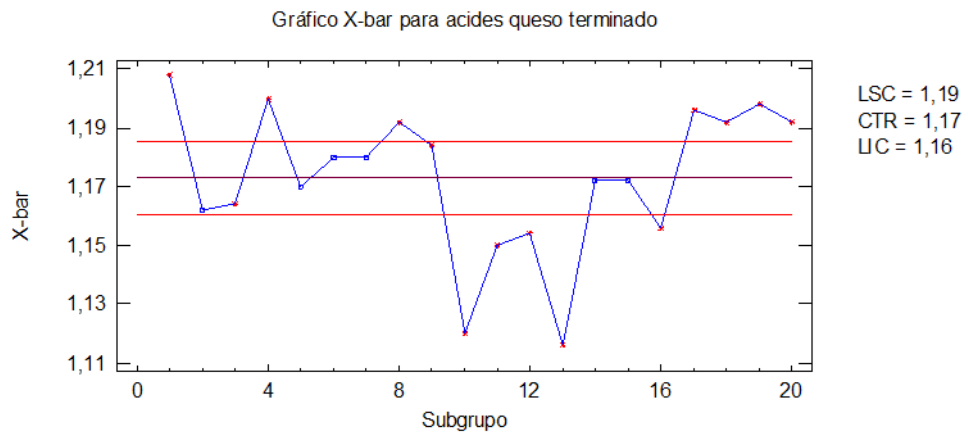
Gráfico X-bar para acides queso nevera maduración



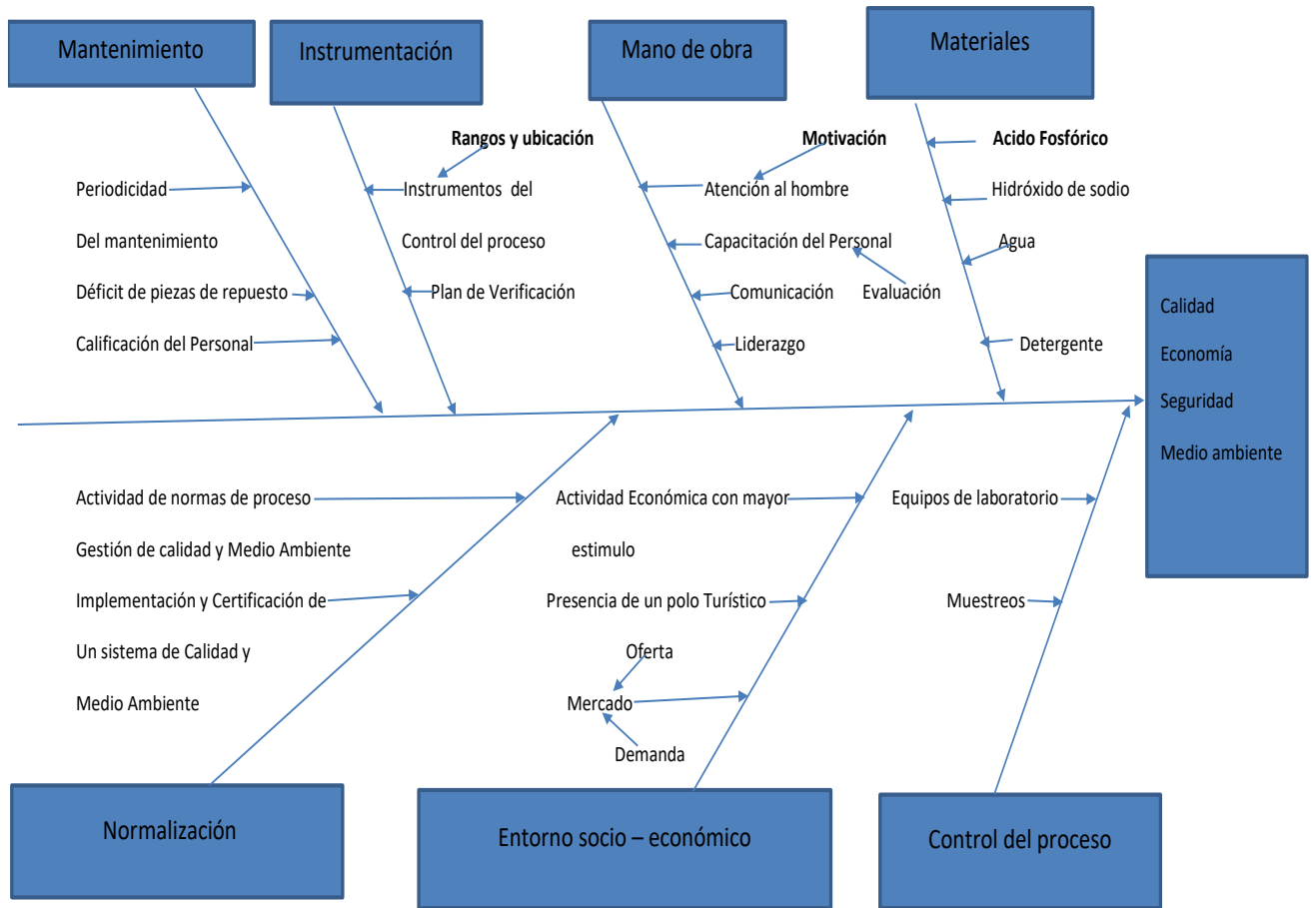
Anexo # 12 Resultados de las cartas de control para medias y rangos



Proceso de empaque y producto terminado



Anexo # 13 diagrama causa efecto



Anexo 14 pruebas de hipótesis

<i>Etapa del proceso</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Norma</i>	<i>CV (%)</i>	<i>Media</i>	<i>hipótesis</i>	<i>Valor p</i>	<i>Cumple con la norma</i>
Tratamiento de la leche	Temperatura de almacenamiento de leche fresca (°C)	2 - 8	24.85	10.2	$H_0: \geq 2$ $H_1: < 2$	1,00	No
					$H_0: \geq 8$ $H_1: > 8$	0	
Tratamiento de la leche	% acidez	0.17	5.03	0.14	$H_0: \leq 0.17$ $H_1: > 0,17$	1,00	Si
Tratamiento de la leche	% grasa	3.20	3.20	3,75	$H_0: \geq 3,2$ $H_1: < 3,2$	1,00	No
Tratamiento de la leche	Densidad específica (g/cm)	1.0290	0.041	1,0281	$H_0: \geq 1.029$ $H_1: < 1,029$	0,00	No
Tratamiento de la leche	% SNG	8.20	1,47	7,90	$H_0: \geq 8,20$ $H_1: < 8,20$	0,00	No
Tratamiento de la leche	Temperatura de pasteurización (°C)	72 – 76 °C	1.55	73.69	$H_0: \geq 72$ $H_1: < 72$ $H_0: \leq 76$ $H_1: > 76$	1	Si
Tratamiento de leche	Adición del cultivo mesofilo	0.50 – 0.80 %	9,63	0.86	$H_0: \geq 0.50$ $H_1: < 0.50$ $H_0: \leq 0.80$ $H_1: > 0.80$	1	Si
Tratamiento de leche	Adición del cultivo termófilo	1.00 – 1.20%	11.57	1.06	$H_0: \geq 1.00$ $H_1: < 1.00$ $H_0: \leq 1.20$ $H_1: > 1.20$	1.0	Si

Tratamiento de leche	Adición del cultivo cassei	1.40 - 2.00%	24.0	1.54	$H_0: \geq 2.00$ $H_1: < 2.00$	1.0	Si
Maduración	Temperatura de nevera	11°C	2.99	10.45	$H_0: \geq 11$ $H_1: < 11$	1.0	Si
Producto terminado	Acidez el queso	0.80- 1.20 %	2.30	1.17	$H_0: \geq 0.80$ $H_1: < 0.80$ $H_0: \leq 1.20$ $H_1: > 1.20$	1.0	Si
Producto terminado	% de grasa del queso	≤ 35 %	2.23	36.04	$H_0: \leq 35$ $H_1: > 35$	1.0	Si

Anexo. 15 índices de capacidad para las variables del proceso

Tabla 15.1 Índices de capacidad para variables con doble especificación

Variable	Norma	C _p	Clase del proceso	Decisión	% fuera de especificación	C _{pk}	C _{pm}
Temperatura de almacenamiento leche fresca (°C)	2- 8	0,67	3	Proceso no adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario, buena posibilidad de éxito	18,70	0,49	0,13
Temperatura de pasteurización (°C)	72-76	0,58	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	0,99	0,49	0,09
% de acides del cultivo mesofilo	0.50 – 0.80	0,60	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	7,19	0,24	0,10
% de acides del cultivo termófilo	1.00 – 1.20	0,27	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	42,76	0,16	0,04
% de acides del cultivo cassei	1.40 – 2.00	0,28	4	Proceso no adecuado para el trabajo se requiere de modificación seria	49,16	0,13	0,77
% de acides del queso producto terminado	0.80 – 1.20	2,47	1	Más adecuado	0,00002	0,37	0,06

Tabla 15.2. Índices de capacidad con una sola especificación

Variable	Norma	C _{pi}	C _{pm}
Densidad proceso de almacenamiento leche fresca (g/cm)	≥1,0290	0,69	0,34
% grasa proceso de almacenamiento leche fresca (%)	≥3,20	1,53	0,25
% Sólidos no grasos (SNG) proceso de almacenamiento leche fresca (%)	≥8,20	0,86	0,36
% grasa del producto terminado queso semiduro	≥ 35	0,40	0,31

Anexo 16 Control de la instrumentación y parámetros críticos.

Operaciones	Variable que se controla	Punto de control	Tipo de medición	Control real	Se registra	Frecuencia
Recepción y almacenamiento de la leche	% Grasa	Tanque de recepción	Indirecta	Sí	Sí	por cada acopio
	Acidez	Tanque de recepción	Indirecta	Sí	Sí	por cada acopio
	Peso específico	Tanque de recepción	Indirecta	Sí	Sí	por cada acopio
	% SNG	Tanque de recepción	Indirecta	Sí	Sí	por cada acopio
	Temperatura de almacenamiento	Tanque de almacenamiento	Directa	Sí	Sí	1 vez al día (por cada lote)
Tratamiento de la leche	Temperatura de pasteurización	Pasteurizador	Directa	Sí	Sí	siempre que se pasteurice
	Temperatura de enfriamiento	Cuba de elaboración	Directa	Sí	Sí	siempre que se pasteurice
	% Grasa	Cuba de elaboración	Indirecta	Sí	Sí	1 vez al día
	Acidez	Cuba de elaboración	Indirecta	Sí	Sí	1 vez al día
	Peso específico	Cuba de elaboración	Indirecta	Sí	Sí	1 vez al día
	% SNG	Cuba de elaboración	Indirecta	Sí	Sí	1 vez al día
Elaboración y almacenamiento del cultivo	Temperatura de pasteurización	Recipiente de elaboración	Directa	Sí	No	por cada lote
	Temperatura de inoculación	Recipiente de elaboración	Directa	Sí	No	por cada lote
	Temperatura de almacenamiento	Nevera	Directa	Sí	No	1 vez al día

	Acidez	Recipiente de elaboración	Indirecta	Sí	Sí	por cada lote
Elaboración y moldeo de la cuajada	% Grasa	Cuba de elaboración	Indirecta	Sí	Sí	por cada lote
	Acidez	Cuba de elaboración	Indirecta	Sí	Sí	por cada lote
	Peso específico	Cuba de elaboración	Indirecta	Sí	Sí	por cada lote
	Temperatura	Cuba de elaboración	Directa	Sí	Sí	por cada lote
Coagulación	Temperatura	Cuba de elaboración	Directa	Sí	No	por cada lote
Corte de la cuajada y tratamiento del grano	% Grasa	Cuba de elaboración	Indirecta	Sí	Sí	por cada lote
	Acidez	Cuba de elaboración	Indirecta	Sí	Sí	por cada lote
	Peso específico	Cuba de elaboración	Indirecta	Sí	Sí	por cada lote
	Temperatura	Cuba de elaboración	Directa	Sí	Sí	por cada lote
Prensado	Acidez	Prensa	Indirecta	Sí	Sí	por cada lote
Salado	Acidez	Local de salado	Indirecta	Sí	Sí	1 vez al día
	Temperatura	Local de salado	Directa	Sí	Sí	1 vez al día
Maduración	Temperatura nevera	Nevera	Directa	Sí	Sí	1 vez al día
	Acidez	Nevera	Indirecta	Sí	Sí	por cada lote
Envasado y empaque	Acidez	Área de empaque	Indirecta	Sí	Sí	por cada lote
	Grasa	Área de empaque	Indirecta	Sí	Sí	por cada lote

Anexo 17 Resultados de aplicación del FMEA en el pasteurizador de la leche.

Elemento	Descripción del equipo	Modo de fallo	Forma de detección del fallo	Efecto de fallo	(O)	(D)	(S)	NPR	Acciones correctivas
Termómetro	Control de la temperatura de pasteurización de la leche.	Termómetro fuera de calibración o averiado.	Formación de una cuajada inconsistente.	-El producto provoca ETA. -Proliferación de microorganismos patógenos.	5	8	4	160	-Verificar el estado del equipo. -Realizar la prueba de reacción negativa con fosfatasa alcalina. -Sustituir el instrumento.
Placas	Placas de transferencia de calor	Formación de incrustaciones	Bajas temperaturas en la leche.	-Disminución de la transferencia de calor. -El producto provoca ETA. -Proliferación de microorganismos. -Mala coagulación.	10	10	6	600	-Aplicarle un mantenimiento general al pasteurizador. -Sustituir las placas que se encuentren en mal estado. -Aplicar mantenimientos periódicos.
Válvula del agente de calentar.	Control agua caliente.	Válvula cerrada, atascada o semicerrada.	Bajas temperaturas de la leche.	Proliferación de microorganismos. -Mala coagulación.	6	6	10	360	-Capacitar al personal sobre la importancia de la pasteurización. -Cambiar la válvula. -Realizar inspecciones frecuentes por el instrumentista.

Bomba de la leche almacenada.	Bomba que impulsa leche almacenada.	Deficiencias en la bomba.	Flujo insuficiente de leche.	-Aumento del intercambio de calor. -Mala coagulación	2	3	8	48	-Sustituir la bomba. -Darle mantenimiento a la existente.
-------------------------------	-------------------------------------	---------------------------	------------------------------	---	---	---	---	----	--

Anexo 18 Resultados de la aplicación del FMEA en la nevera de maduración.

Elemento	Descripción del equipo	Modo de fallo	Forma de detección del fallo	Efecto de fallo	(O)	(D)	(S)	NPR	Acciones correctivas
Termómetro	Control de la temperatura de la nevera.	Termómetro fuera de calibración o averiado.	Deficiente enfriamiento en la nevera.	-Exuberante proliferación de mohos. -Aumento de la acidez del producto terminado.	2	4	10	80	-Verificar el estado del equipo. -Sustituir el instrumento.
Ventiladores	Equipo de enfriamiento.	Equipo obstruido o averiado.	Deficiente enfriamiento en la nevera.	Exuberante proliferación de mohos. -Aumento de la acidez del producto terminado.	4	7	10	280	-Realizar mantenimientos periódicos. -Sustituir el equipo. -Abastecer de gas.

Anexo19. Método de Kendall para el indicador mano de obra

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

$$T=90$$

$$\omega = 0,7$$

ANEXO 20. Matriz de Saaty para el indicador mano de obra

	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	v max	peso	LI
I1	1	1/4	1/5	1/7	1/3	1/5	1	1	1/2	1	1	1/4	1	1/4	1/5	1/2	1/2	1	1/2	1	0,01	3
I2	4	1	1/5	1/2	1/3	1	1	1/2	1/4	1	1/2	1	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1	1	7	0,09	2
I3	5	5	1	1/7	1	1	1/3	1/2	1	1/2	1	1/5	1/5	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1	4	0,05	3
I4	7	2	7	1	1/5	1/2	1/2	1	1	1	1/4	1	1	1	1/2	1	1	1	1/2	3	0,04	3
I5	3	3	1	5	1	1	1	1/2	1	1/2	1/5	1	1	1	1/3	1	1	1	1/2	4	0,05	3
I6	5	1	1	2	1	1	1/3	1	1	1	1/4	1	1/5	1/5	1	1	1/2	1/2	1	8	0,10	5
I7	1	1	3	2	1	3	1	1	1	1	1/7	1	1/5	1/5	1/4	1	1	1	1/2	7	0,09	3
I8	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/3	1/2	1/5	1	1	1/2	1	7	0,09	2
I9	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1/3	1	1	1	1/2	1	1	1/2	1	1/2	3	0,04	3
I10	1	1	2	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1/4	1/4	1	1	1	1/2	1/2	4	0,05	3
I11	1	2	1	4	5	4	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1/2	1	1	1	5	0,06	2
I12	4	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3	1/3	1/4	1	1	1/2	1	6	0,07	1
I13	1	3	5	1	1	5	5	3	1	4	1	3	1	1/7	1/7	1	1/2	1/2	1	5	0,06	2
I14	4	3	4	1	1	5	5	2	2	4	1	3	7	1	1/7	1/2	1/2	1/2	1	5	0,06	3
I15	5	2	4	2	3	1	4	5	1	1	1	4	7	7	1	1/2	1	1	1/2	6	0,07	3
I16	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	7	0,09	4
I17	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1/3	6	0,07	2
I18	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	6	0,07	5
I19	2	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	3	1	1	6	0,07	3
																				74	1,32	

$$V_m = 6,75$$

$$V_r = 3,96$$

$$C = 58,7$$

Anexo 21. Método de Kendall para el indicador mantenimiento

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

$$T=99$$

$$\omega = 0,53$$

ANEXO 22. Matriz de Saaty para el indicador mantenimiento

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

$$V_m = 6,55$$

$$V_r = 3,75$$

$$C = 57,3$$

Anexo 23. Método de Kendall para el indicador gasto de materiales

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

$$\tau=40,5$$

$$\omega = 0,95$$

ANEXO 24. Matriz de Saaty para el indicador gasto de materiales

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

$$V_m = 6,55$$

$$V_r = 3,75$$

$$C = 57,3$$

ANEXO 25. Matriz de Saaty para el indicador socio – económico

	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	v max	peso	LI	Li *Pi
I1	1	1/5	1/5	1/7	1	1/7	1	1	1/3	1	1/3	1	1/7	1	1	1	0.02	1	0.02
I2	5	1	1/7	1	1	1/7	1	1/2	1/2	1/2	1/4	1	1/3	1/3	1/2	5	0.10	5	0.5
I3	5	7	1	1	1/2	1	1/2	1	1/2	1	1/2	1	1/4	1/5	1/3	7	0.14	5	0.7
I4	7	1	1	1	1/2	1/3	1/2	1	1	1/2	1/2	1	1/3	1/4	1/2	7	0.14	7	0.98
I5	1	1	2	2	1	1/2	1	1	1	1/2	1	1	1	1/2	1/4	2	0.04	1	0.04
I6	7	7	1	3	2	1	1/3	1	1/2	1	1/5	1	1/3	1/4	1/2	7	0.14	7	0.98
I7	1	1	2	2	1	3	1	1	1	1/2	1/4	1/5	1/2	1/4	3	0.06	1	0.06	
I8	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1/2	1/3	1	1/5	1/6	1/2	2	0.04	1	0.04
I9	3	2	2	1	1	2	1	1	1	1/2	1/2	1	1/3	1/2	1	3	0.06	3	0.18
I10	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1/2	1/5	1/4	1/3	2	0.04	1	0.04
I11	3	4	2	2	1	5	2	3	2	1	1	1	1/4	1/5	1/3	5	0.10	3	0.3
I12	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	1	1	1/3	1/3	1	4	0.08	1	0.08
I13	7	3	4	3	1	3	5	5	3	5	4	3	1	1/7	1/3	7	0.14	7	0.98
I14	1	3	5	4	2	4	2	6	2	4	5	3	7	1	1/3	6	0.12	1	0.12
I15	1	2	3	2	4	2	4	2	1	3	3	1	3	3	1	4	0.08	1	0.08
																50	1.3		5.1

$$V_m = 6,5$$

$$V_r = 5,1$$

$$C = 78,5$$

ANEXO # 26 Método de Kendall para el indicador socio – económico

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