



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA

---

---

TÍTULO DEL TRABAJO:

**“ MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS AL CONTROL DE PROCESO DEL  
ESTANDARIZADO DE UN PRODUCTO LÁCTEO ”**

INFORME TÉCNICO DE LA OPCIÓN CURRICULAR EN LA MODALIDAD DE:

**SEMINARIO DE TITULACIÓN**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN ALIMENTOS: SARAY NOEMI ESCOBAR SORIANO**

**INGENIERO BIOTECNOLOGO: CHRISTOPHER ORTIZ CONTLA**

**INGENIERO QUIMICO INDUSTRIAL: OSCAR GOMEZ MARIN**

**ASESOR INTERNO:**

Paola Zarate

**EVALUADORES:**

México, D. F. 08 de Junio de 2009

## INDICE

	<b>Página</b>
1. RESUMEN	5
2. INTRODUCCIÓN	6
2.1 Producto Lácteo	6
2.2 Características Fisicoquímicas de la Leche	6
2.3 Composición de la Leche	8
3. OBJETIVO	10
3.1 Objetivo General	10
3.2 Objetivo Particular	10
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. DESCRIPCIÓN ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA	12
5.1 Antecedentes	12
5.2 Misión	13
5.3 Visión	13
5.4 Organigrama	14
6. SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADA EN ISO 9001-2000	16
6.1 ¿Cómo puede ayudar a la solución de un problema un SGC ISO?	17
6.2 Sistemas de Gestión de la Calidad	18
7. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA EMPRESA	20
7.1 Descripción del Proceso	20
7.2 Diagrama de Bloques	22
7.3 Determinación de los factores de variación en el Proceso de Estandarización	22
8. METODOLOGÍA	24
9. RESULTADOS	29
10. ANÁLISIS DE RESULTADOS	32
11. CONCLUSIONES	34
12. PROPUESTA	34
13. BIBLIOGRAFIA	37
14. ANEXOS	39

<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>Página</b>
Tabla 1. Propiedades químicas de la leche de diversos mamíferos	8
Tabla 2. Disponibilidad per cápita de huevo, leche y miel de abeja	11
Tabla 3. Factores que afectan la viscosidad del producto terminado	22
Tabla 4. Formulación del producto lácteo	22
Tabla 5. Datos de volúmenes y viscosidades	25
Tabla 6. Incidencias en la desviación del estandarizado	26
Tabla 7. Porcentajes y acumulado para Diagrama de Pareto	26
Tabla 8. Límites inferior y superior de estabilizantes	29
Tabla 9. Límites para desviación, medias y rangos	29
Tabla 10. Límites de medias y rangos de estabilizantes	32
Tabla 11. Medias y Rangos de estabilizantes	32

## **INDICE DE FIGURAS**

	<b>Página</b>
Figura 1. Proceso de Mejora Continua	16
Figura 2. Diagrama de Ishikawa	24

## INDICE DE GRÁFICOS

	<b>Página</b>
Gráfico 1. Pareto de Viscosidad	24
Gráfico 2. Medias XR	27
Gráfico 3. Rangos XR	27
Grafico 4. Medias XS	28
Grafico 5. Desviaciones	28
Grafico 6. Medias XR	30
Grafico 7. Rangos XR	30

## **MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS AL CONTROL DE PROCESO DEL ESTANDARIZADO DE UN PRODUCTO LÁCTEO**

### **1. RESUMEN**

En el 2006, se importaron 47 mil toneladas de leche, generando pérdidas económicas por 15 millones 200 mil pesos diarios, afectando 400 mil productores, por lo que la industria lechera en nuestro país, que cuenta con aproximadamente 70 mil empresas productoras, debe reducir al máximo los costos de la no calidad.

Aproximadamente el 70% del total de este líquido es procesado y envasado para su consumo, el restante 30% es empleado para la producción de derivados lácteos. Los volúmenes de comercialización de éste alcanza 2.5 millones de litros por día.

La generación de mermas causa impactos económicos fuertes, puesto que no sólo se ha perdido el dinero invertido en el producto, sino comprende mano de obra, trabajo de máquina, utilización de servicios, etc. Lo que obliga para la rentabilidad de las empresas a disminuir al máximo ó eliminar los factores que las generan..

Por otro lado, la competencia y supervivencia en un mercado tan competido dentro de nuestro país, especialmente en derivados lácteos, no permite zonas de confort para los productos, cada unos de estos debe ser envasado con las mismas características de calidad que el anterior, es decir, se debe cuidar perfectamente cada operación dentro del proceso para mantenerlo dentro de control

Por estos motivos y para el presente trabajo, se ha tomado la problemática de un producto derivado lácteo, el cual puede generar pérdidas de aproximadas de 216,000 pesos por lote envasado con desviación, dependiendo de cada empresa.

En su mayoría, los productos derivados lácteos comprenden dentro de sus formulaciones, estabilizantes, estos confieren características reológicas especiales a cada producto lo que permite llegar ó no, a la satisfacción del cliente.

Cada empresa cuenta con sus parámetros particulares para la liberación y comercialización de sus productos; para este análisis, se ha tomado la viscosidad como el parámetro a controlar en esta tesina.

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1 Productos Lácteos**

Son aquel grupo de alimentos que incluyen la leche, así como sus derivados procesados (generalmente fermentados).

Las plantas industriales que producen estos alimentos pertenecen a la industria láctea y se caracterizan por la manipulación de un producto altamente perecedero, como es la leche, que debe vigilarse y analizarse correctamente durante todos los pasos de la cadena de frío hasta su llegada al consumidor.

Los productos lácteos elaborados a partir de leche proveniente de principalmente de bovinos conocidos comúnmente como vacas (Holstein, Suizas, etc.), así como de otros mamíferos tales como la cabra o la oveja y, en algunos países, la búfala, la camella, la yak, la yegua, y otros animales.

Los alimentos funcionales son aquellos alimentos que son elaborados no sólo por sus características nutricionales sino también para cumplir una función específica como puede ser el mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades; para ello se les agregan componentes biológicamente activos, como minerales, vitaminas, ácidos grasos, fibra alimenticia o antioxidantes. En la actualidad, por las características propias del producto animal, muchos alimentos funcionales se elaboran a partir de la leche bovina.

El consumo de productos lácteos ha experimentado, desde la década de los 50's, un considerable crecimiento en la demanda mundial que ha llevado a la industria a superar retos tecnológicos importantes.

### **2.2. Características Físico-Químicas de la Leche**

Las características físicas y químicas de los lácteos se testean en muchos casos de forma similar que en la leche, es decir, se emplean por ejemplo lactómetros para medir la densidad específica.

No obstante la elaboración de los lácteos es diferente según el proceso que se haya realizado; por ejemplo algunos de ellos se han sometido a fermentación láctica (un ejemplo son los yogures), otros por el contrario sufren un proceso mecánico de concentración de su contenido graso (mantequillas).

A veces es posible un proceso combinado de fermentación y maduración (quesos).

Estos procesos cambian la composición y la concentración inicial de ciertos macronutrientes y micronutrientes, dependiendo del lácteo en cuestión.

La leche de vaca tiene una densidad media de 1,032 g/ml. Es una mezcla compleja y heterogénea compuesta por un sistema coloidal de tres fases:

- Solución: los minerales así como los hidratos de carbono se encuentran disueltos en el agua.
- Suspensión: las sustancias proteicas se encuentran con el agua en suspensión.
- Emulsión: la grasa en agua se presenta como emulsión.

Contiene una proporción importante de agua (cerca del 87%). El resto constituye el extracto seco que representa 130 gramos (g/L) y en el que hay de 35 a 45 g de materia grasa.

Otros componentes principales son los glúcidos lactosa, las proteínas y los lípidos. Los componentes orgánicos (glúcidos, lípidos, proteínas, vitaminas), y los componentes minerales (Ca, Na, K, Mg, Cl). La leche contiene diferentes grupos de nutrientes. Las sustancias orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas) están presentes en cantidades más o menos iguales y constituyen la principal fuente de energía. Estos nutrientes se reparten en elementos constructores, las proteínas, y en compuestos energéticos, los glúcidos y los lípidos.

El pH de la leche es ligeramente ácido (pH comprendido entre 6,6 y 6,8). Otra propiedad química importante es la acidez, o cantidad de ácido láctico, que suele ser de 0,15-0,16% de la leche.

### **2.3. Composición de la Leche**

Gran parte de los lácteos provienen del procesado de la leche de la vaca que está compuesta principalmente de agua con un contenido aproximado de 4,8% de lactosa, 3,2% de proteínas, 3,7% de grasas y un 0,19% de contenido no proteínico, así como un 0,7% de cenizas.

**Tabla 1. Propiedades químicas de la leche de diversos mamíferos**

	Composición media de la leche en gramos por litro							
	Agua	Extracto seco	Materia grasa	Materias nitrogenadas			Lactosa	Materias minerales
				Totales	Caseína	Albúmina		
<b>Leche de mujer</b>								
	905	117	35	12-14	10-12	4-6	65-70	3
<b>Équidos</b>								
Yegua	925	100	10-15	20-22	10-12	7-10	60-65	3-5
Asna	925	100	10-15	20-22	10-12	9-10	60-65	4-5
<b>Rumiantes</b>								
Vaca	900	130	35-40	30-35	27-30	3-4	45-50	8-10
Cabra	900	140	40-45	35-40	30-35	6-8	40-45	8-10
Oveja	860	190	70-75	55-60	45-50	8-10	45-50	10-12
Búfala	850	180	70-75	45-50	35-40	8-10	45-50	8-10
Reno	675	330	160-200	100-105	80-85	18-20	25-50	15-20
<b>Porcinos</b>								
Cerda	850	185	65-65	55-60	25-30	25-30	50-55	12-15
<b>Carnívoros y Roedores</b>								
Perra	800	250	90-100	100-110	45-50	50-55	30-50	12-14
Gata	850	200	40-50	90-100	30-35	60-70	40-50	10-13
Coneja	720	300	120-130	130-140	90-100	30-40	15-20	15-20
<b>Cetáceos</b>								
Marsopa	430	600	450-460	120-130	-	-	10-15	6-8

Las principales familias de proteínas en la leche son las caseínas, las proteínas de los sueros de leche y las inmunoglobulinas. Casi un 80% de las proteínas son caseínas.

Las caseínas ( $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ - y  $\kappa$ -) y las proteínas del suero de la leche difieren en sus propiedades fisiológicas y biológicas.

Las caseínas forman complejos denominados micelas con el calcio. Las proteínas del suero de la leche forman glóbulos principalmente con la  $\alpha$ -lactalbumina y la  $\beta$ -lactoglobulina.

Ambas forman parte constituyente del 70–80% del total de las proteínas del suero de la leche.

El resto son inmunoglobulinas, glicomacropéptidos, serum albúminas, lactoferrina y numerosos enzimas. La leche es una fuente rica de péptidos biológicamente activos (muchos de ellos sobreviven a las condiciones del tracto intestinal).

El contenido graso de la leche de vaca es un complejo de lípidos que existe en forma de glóbulos microscópicos (1-4  $\mu\text{m}$ ) en una especie de emulsión aceite-agua a lo largo de la leche.

La gran mayoría de los lípidos lácteos son triglicéridos o los ésteres de los ácidos grasos combinados con glicerol (97–98%), y la minoría de ellos son fosfolípidos (0.2–1%), esteroles libres (0.2–0.4%) y trazas de ácidos grasos libres.

Casi un 62% de la grasa de la leche posee tipos menores de ácidos grasos, un 30% de ácidos monoinsaturados (ácido oleico), 4% de ácidos poliinsaturados y un 4% de tipos menores de ácidos grasos.

El contenido de colesterol en los productos lácteos está directamente relacionado con la concentración de ácidos grasos, de esta forma en la mantequilla con un contenido cercano al 80% existen unos 200 mg de colesterol por cada 100 gramos de producto (esta es la razón por la que es aconsejable ingerirla sólo en pequeñas cantidades).

El principal carbohidrato en la leche es la lactosa (en una proporción del 5%).

Se trata de un disacárido formado a partir de la galactosa y de la glucosa.

La lactosa forma casi un 54% del total de los contenidos no grasos sólidos de la leche.

Proporciona de igual forma un 30% del contenido calórico de la leche.

Cuando la leche se agria la lactosa se convierte en ácido láctico.

La lactosa no es soluble en agua. Además, bajo unas condiciones favorables puede servir de principal substrato en la fermentación de algunos lácteos.

Junto con su alto aporte proteínico, la leche contiene además minerales vitales y vitaminas.

Como una fuente importante de minerales puede decirse que aporta principalmente calcio, fósforo, magnesio, potasio y trazas de otros elementos como el zinc.

Los productos lácteos se analizan con el objeto de determinar la calidad y las propiedades de los mismos en contraste con su vida de consumo.

Los productos lácteos se pueden analizar por métodos químicos, físicos, microbiológicos y sensoriales.

Las técnicas físicas y químicas se utilizan con frecuencia para determinar la composición y calidad de la leche, investigando la presencia o ausencia de adulterantes.

Los métodos microbiológicos se emplean cuando el analista está interesado en indagar sólo la calidad de la leche.

Las técnicas sensoriales se utilizan para determinar la calidad de la leche, así como la aceptabilidad de los productos.

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

El análisis de los lácteos es en su gran mayoría exclusivo de ciertos lácteos, por ejemplo, la medida de contenido graso de la mantequilla, el análisis físico de quesos, la determinación de humedad en el yogurt.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

- Realizar una propuesta factible para disminuir la incidencia en la desviación de concentraciones requeridas de los estabilizantes empleados en la estandarización de un producto derivado lácteo.

#### **3.2 Objetivo Particular**

- Definir las causas que generan la desviación de concentraciones requeridas de los estabilizantes.
- Aplicar métodos estadísticos para el control en la estandarización del producto derivado lácteo.
- Proponer plan de acciones para disminuir la incidencia en la desviación de concentraciones requeridas de los estabilizantes empleados en la estandarización de un producto derivado lácteo.

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

La necesidad de proveer productos con calidad al cliente causa que el control de los procesos sea un punto de gran importancia en el sector manufacturero.

En la estandarización de un producto derivado lácteo existen variaciones que se perciben en las características del producto terminado; dichas variaciones son: producto aguado, baja viscosidad, apariencia desagradable, y que pueden ser causadas por diferentes factores.

La propuesta de un estudio estadístico en el proceso de estandarización de un producto derivado lácteo se basa en la necesidad de identificar los factores que producen desviación en la concentración de estabilizantes en el producto terminado y establecer un control efectivo que asegure las características reológicas del producto.

## 5. DESCRIPCIÓN ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA

### 5.1 Antecedentes

#### MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS AL CONTROL DE PROCESO DEL ESTANDARIZADO DE UN PRODUCTO LÁCTEO

El crecimiento demográfico en la actualidad ha incrementado la demanda de productos de consumo básico, por lo que las empresas manufactureras han tenido que reducir los tiempos de procesamiento en los diferentes ámbitos para satisfacer dicha demanda.

Por su parte la industria láctea, que en nuestro país procesa la mayor parte de este producto, ha incrementado los volúmenes de venta, sin embargo, la adquisición de tecnología para estos procesos, no aumenta a la misma velocidad, por esto las herramientas estadísticas en el control de procesos forman parte indispensable del monitoreo continuo y la prevención de acontecimientos dentro del mismo.

**Tabla 2. Disponibilidad per cápita\* de huevo, miel de abeja y leche de bovino (huevo y miel en kilogramos/habitante/año y leche de bovino en litros/habitante/año)**

	Huevo	Miel	Leche de bovino
1990	11.9	0.246	70.5
1991	13.2	0.219	75.7
1992	13.2	0.299	102.7
1993	13.8	0.287	107.5
1994	13.7	0.281	98.8
1995	13.3	0.227	94.3
1996	13.1	0.225	97.6
1997	13.9	0.317	100.9
1998	15.0	0.292	102.1
1999	16.5	0.353	108.7
2000	17.9	0.321	113.2
2001	18.7	0.388	118.2
2002	18.5	0.290	117.5
2003	18.0	0.331	117.6
2004	19.0	0.349	117.3
2005	19.1	0.296	117.2

\*Fuente: Coordinación General de Ganadería, SAGARPA, última estadística oficial.

La política actual en la industria, no solo promueve el procesamiento de grandes volúmenes de leche y sus derivados, también busca la satisfacción del cliente y el posicionamiento en el mercado con la calidad del producto, siguiendo normativas internas y externas para lograrlo, sobreponiendo su producto por el de sus competidores.

En algunos casos los producto derivados de la leche emplean dentro de su formulación estabilizantes, los cuales no solo ayudan a mantener las propiedades de este producto, sino que además, brindan una mejor apariencia para el cliente y que en medida de esta se cumpla, se ganará la preferencia por la firma que los procesa.

## **5.2 Visión**

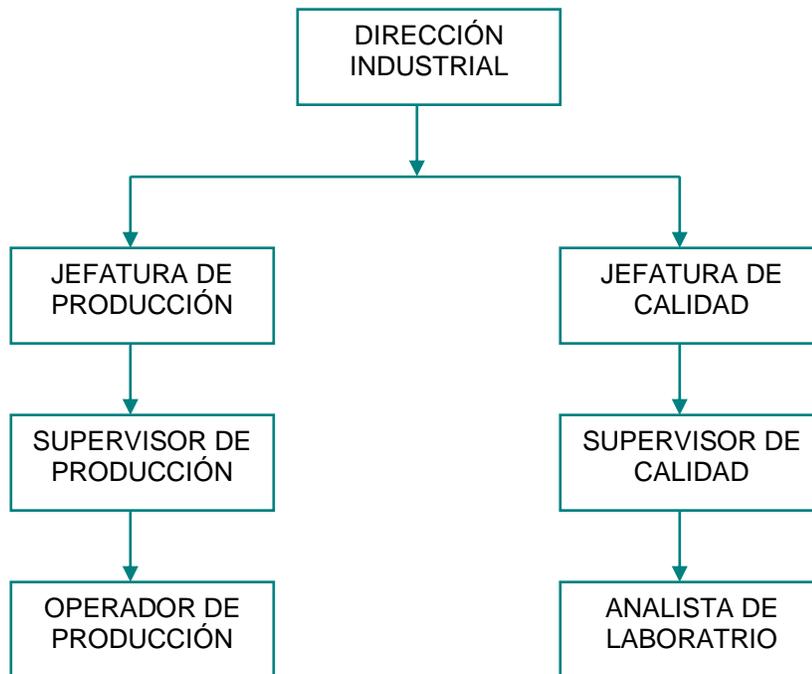
Colocarse en el mercado como la empresa más sobresaliente, en calidad y desarrollo de productos derivados lácteos.

## **5.3 Misión**

Cumplir satisfactoriamente los requerimientos de los consumidores, elaborando alimentos funcionales innovadores de la más alta calidad, que contribuyan a la salud de los consumidores proporcionando nutrición y bienestar.

## 5.4 Organigrama

En el organigrama se presentan los involucrados con el proceso de estandarizado del producto lácteo.



Responsabilidades de los diferentes cargos en la empresa:

- DIRECCIÓN INDUSTRIAL:

Evaluar las condiciones actuales del proceso y solicitar nueva maquinaria y/o herramienta para el aumento del procesamiento de la materia prima.

- JEFATURA DE PRODUCCIÓN:

Tomar decisiones sobre las condiciones de proceso.

- JEFATURA DE CALIDAD:

Evaluar los resultados y liberación del producto terminado.

- SUPERVISIÓN DE PRODUCCIÓN:

Ejecutar en piso las condiciones de proceso y supervisar las actividades de personal operativo.

- SUPERVISIÓN DE CALIDAD:

Asegurar la calidad del producto terminado de acuerdo al reglamento interno, regulaciones externas obligatorias y requerimientos del cliente.

- OPERADOR DE PRODUCCIÓN:

Seguir las instrucciones de trabajo para la preparación y procesamiento de materia prima hasta producto terminado.

- QUÍMICO ANALISTA DE LABORATORIO:

Analizar características fisicoquímicas del producto terminado y emitir resultados confiables para su evaluación.

## **6. SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADA EN ISO 9001:2000**

La adopción de un sistema de gestión de calidad como ISO 9001 permite a una organización mantener un control sobre sus procesos con el propósito de cumplir satisfactoriamente con los requisitos del cliente, los requisitos reglamentarios y los propios requisitos de la organización.

La norma internacional ISO 9001:2000 tiene un enfoque basado en procesos, lo cual significa que recomienda la aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización identificando la interacción entre ellos y determinando así su gestión.

Para este fin, un proceso la norma lo define como una actividad que utiliza recursos y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados.

El modelo de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) basado en procesos se puede visualizar mediante el diagrama de Deming “Planificar – Hacer – Verificar – Actuar” (PDCA, por sus siglas en inglés), en el cuál se remiten cuatro actividades mencionadas a continuación:

Planificar.- Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Hacer.- Implementar los procesos.

Verificar.- Realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos frente a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

Actuar.- Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

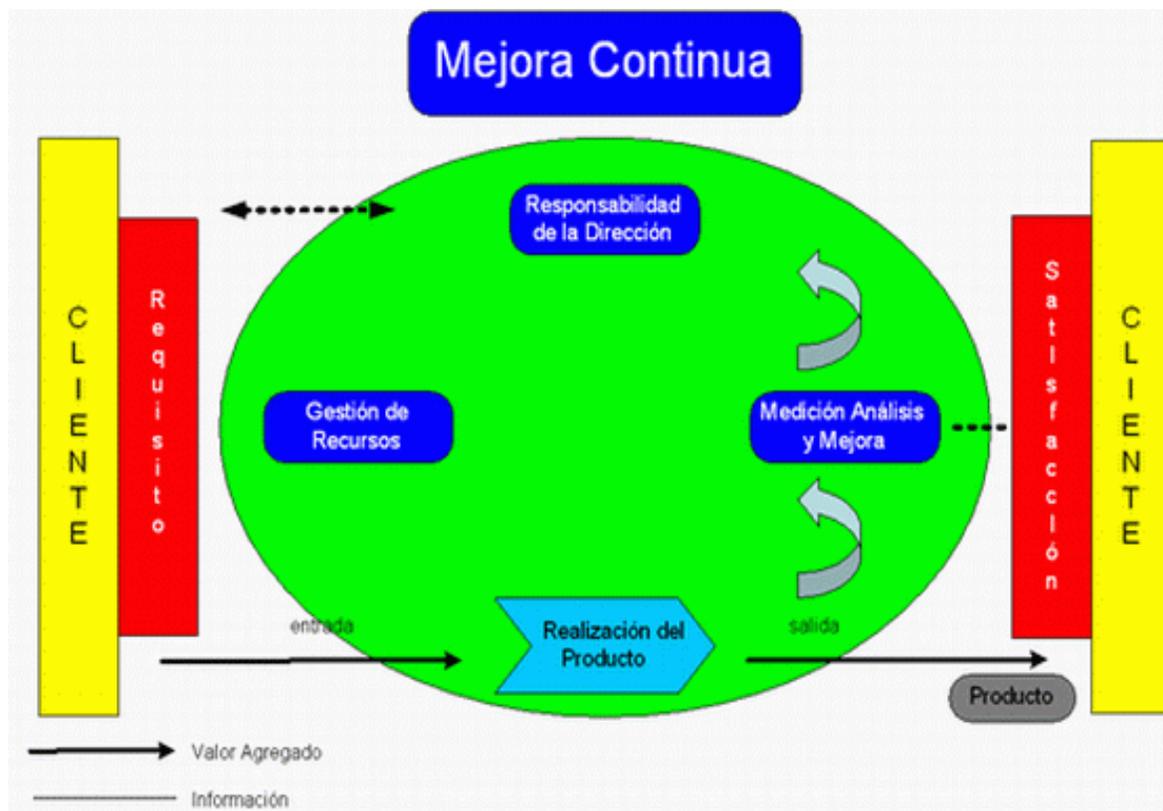


Figura 1. Proceso de Mejora Continua

### 6.1 ¿Cómo puede ayudar a la solución de un problema un SGC ISO 9001?

ISO 9001:2000 consta de OCHO puntos que permiten la implementación y mantenimiento de un SGC para la mejora continua de una organización; de estos puntos son CINCO los que se ocupan de darnos un marco de referencia para controlar los procesos de la organización y son los siguientes:

- (4) Sistemas de Gestión de Calidad
- (5) Responsabilidad de la Dirección
- (6) Gestión de los Recursos
- (7) Realización del Producto
- (8) Medición, Análisis y Mejora

A continuación se dará una explicación breve de cada uno de estos puntos, y así mismo de cómo puede ayudar cada uno de estos puntos a que la organización manufacturera de productos lácteos pueda analizar y disminuir la incidencia en la desviación de concentraciones requeridas de los estabilizantes empleados en a estandarización del producto lácteo.

## **6.2 Sistemas de Gestión de la Calidad**

La organización debe establecer un SGC que mejore continuamente su eficacia identificando los procesos que lleva a cabo determinando su secuencia e interacción determinando los métodos para el control de los mismos.

En el caso de la industria de los lácteos, se hace imprescindible un SGC para llevar a cabo organizadamente un control total del proceso y con ello encontrar, analizar y es resolver las oportunidades de mejora buscando siempre la mejora continua tanto del proceso como del producto final encontrando así la satisfacción del cliente.

Los requisitos de la documentación se presentan en la norma con el fin de plantear un parámetro para:

- El establecimiento de políticas y objetivos de calidad que se refieren a las metas de la organización en general.
- La creación de un manual de calidad que de forma global explique y dirija el alcance de los objetivos de la calidad.
- El control de la documentación.

Es importante para la organización mantener un sistema de documentación controlado, ya que cada acción documentada sirve como evidencia de lo realizado y a su vez como herramienta para el análisis y la mejora continua del sistema, mientras que los parámetros especificados en los procedimientos y en la Instrucciones de Trabajo nos dan indicación de las acciones o métodos que por experiencia o análisis han dado mejores resultados en una operación determinada.

### **Responsabilidad de la Dirección**

La alta dirección es responsable de la implementación, mejora continua y difusión de un SGC. Para ello establece una política de calidad de la que se derivan los objetivos de calidad para la empresa y los cuales al ser medibles, sirven como indicadores de la eficiencia del sistema.

La alta dirección es también responsable de designar a un Representante de la Dirección que coordine, revise, mejore y en caso de ser necesario redefina los objetivos de la calidad, así como todas las actividades de la organización relacionadas al SGC.

### **Gestión de los Recursos**

La norma ISO 9001 plantea que es deber de la organización proveer a la misma de todos los recursos necesarios para poder alcanzar los objetivos de la calidad, esto incluye: recursos humanos calificados, infraestructura y ambiente de trabajo.

Para una empresa en la que un proceso de manufactura es desarrollado en muchas de sus etapas mediante recursos humanos y es susceptible al error como en este caso el derivado lácteo, es de suma importancia que el personal esté debidamente calificado y cuente con experiencia en la operación, así como proveerlo de los recursos materiales necesarios cuidando que estos últimos estén siempre disponibles, identificados y vigentes, para evitar al máximo una desviación en una operación manual no controlada.

### **Elaboración del Producto**

Este paso es especialmente importante en cuanto a satisfacción del cliente se trata, por lo tanto la norma pide que la planificación de la realización del producto sea coherente con los requisitos de los otros procesos del SGC.

La organización debe determinar la necesidad de establecer procesos, documentación y proveer de los recursos necesarios para la realización del producto. Alrededor de este proceso principal debe establecer un sistema de control que permita la verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayo/prueba específicas para el producto, así como los criterios de aceptación del mismo.

La organización es debe ser responsable también de llevar registros de sus actividades para dar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos.

La comunicación con el cliente es vital antes de comenzar con la producción, se debe tener claro cuáles son los requisitos del cliente, los requisitos reglamentarios y los propios del producto, así como los requisitos internos de valor agregado. Inmediatamente, debe de realizarse un estudio de factibilidad para reconocer la capacidad que tiene la organización para cumplir con dichos requisitos y hacérselo saber al cliente.

La comunicación con el cliente es un paso importante en cuanto al desarrollo de un SGC, ya que la satisfacción del cliente puede funcionar como uno de los indicadores de la eficiencia del sistema. La retroalimentación del cliente es una herramienta de mejora.

Para comenzar con la realización del producto se deben determinar los requisitos funcionales y de desempeño, los requisitos aplicables y la información necesaria para el desarrollo del producto como elemento de entrada.

Para el caso del derivado de leche no es necesario determinar los elementos de entrada debido a que es un proceso ya establecido con parámetros de control de las revisiones y/o inspecciones de las características del producto.

Las revisiones conforme a la norma deben evaluar la capacidad de los resultados del desarrollo para cumplir los requisitos, identificar cualquier problema y plantear las acciones para disminuir o evitar dicho problema.

El derivado lácteo es un producto con características específicas y con operaciones definidas que pueden ser monitoreadas mediante mediciones que proporcionan datos suficientes para identificar la causa raíz de una desviación en el producto y así proponer acciones correctivas como las que se presentarán más adelante.

El producto debe ser identificado a través de toda la realización del producto para un mejor control. Debe identificarse según su estado, los materiales utilizados en su realización y poseer una identificación única para poder realizar la trazabilidad del producto una vez salido del control del sistema, ya sea con el cliente final o el consumidor.

La empresa productora del derivado lácteo cuenta con un sistema de aseguramiento de calidad que le permite realizar distintas inspecciones en diferentes etapas de la producción para evitar que el producto no conforme (o producto que no cumple con los requisitos) llegue al consumidor final. A pesar de este sistema, se corre el riesgo de no poder detectar el producto no conforme, por lo que se cuenta con un sistema de identificación del producto por fecha, hora, lote y máquina en las que se maquiló el producto para una mayor certeza de su procedencia y de la posible causa de la desviación.

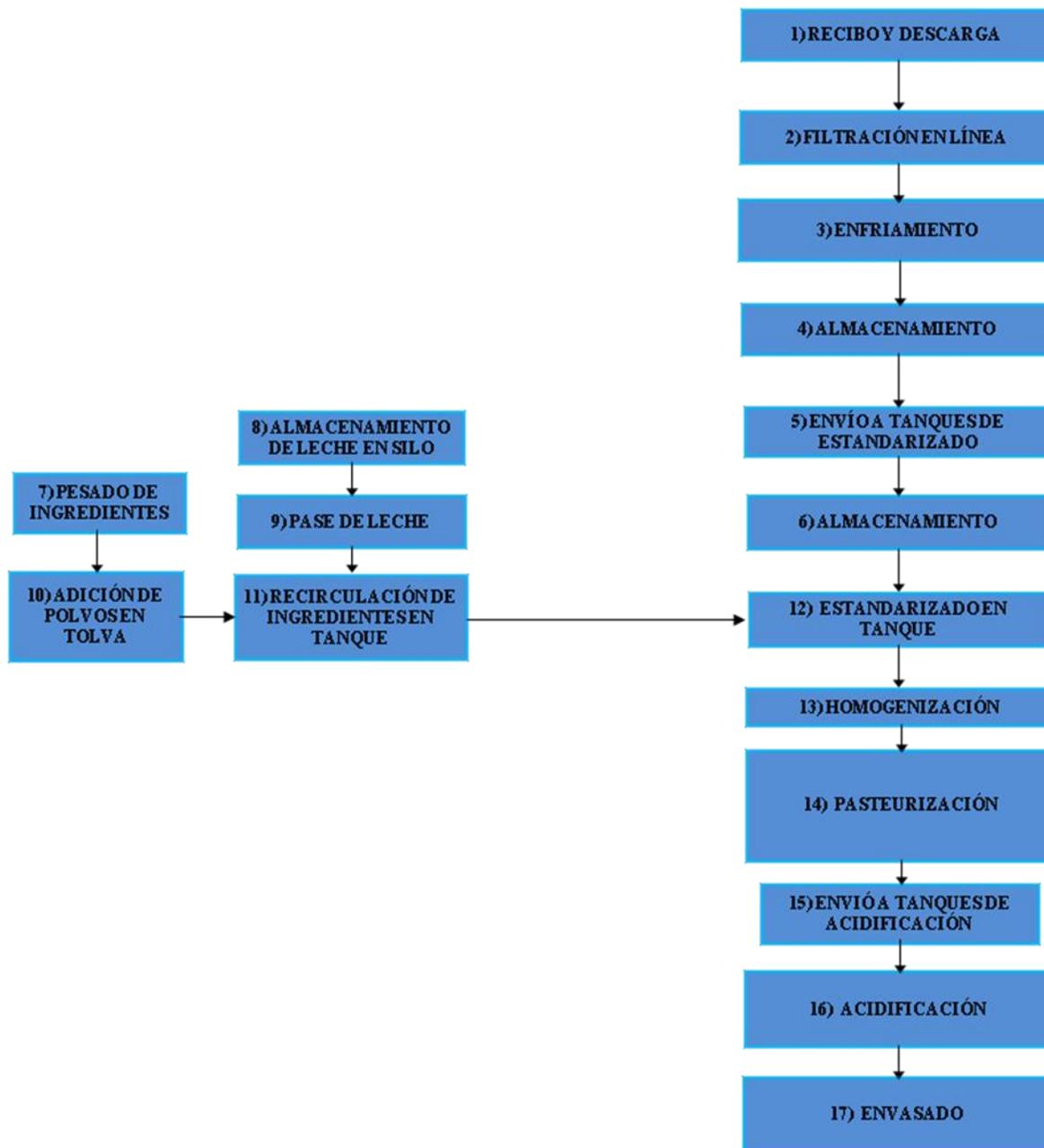
## 7. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA EMPRESA

### 7.1 Descripción del Proceso

1. **Recibo y descarga:** Actividad por la cual son analizados los termos contenedores de materia prima proveniente de ranchos ganaderos y autorizados para su descarga, los cuales son conectados a líneas de descarga.
2. **Filtración en línea:** Durante la descarga del termo, la materia prima se hace pasar por una barrera física (malla), la cual asegura que ninguna partícula sólida continúe en el proceso.
3. **Enfriamiento:** Se retira calor de la materia prima hasta temperaturas de conservación (4°C a 6°C), por medio de un intercambiador de calor de placas.
4. **Almacenamiento:** La materia prima enfriada es almacenada en tanques por tiempos cortos para su procesamiento.
5. **Envío a tanques de estandarizado:** La materia prima se transfiere desde los tanques de almacenamiento y es dirigida a tanques de estandarización, (*desde este punto comienza el proceso de estandarizado*).

6. **Almacenamiento:** La materia prima es almacenada el tiempo mínimo necesario hasta finalizar la recirculación de leche con ingredientes (paso 11).
7. **Pesado de ingredientes:** Son pesadas la cantidades de ingredientes respetando la formulación.
8. **Almacenamiento de leche en silo:** Materia prima almacenada en silos después de centrifugación; esta cuenta con una cantidad menor de grasa que la primera.
9. **Pase de leche:** Pase de materia prima baja en grasa, desde los silos de almacenamiento hasta tanque de mezclado.
10. **Adición de polvos en tolva:** Actividad manual realizada por operador de proceso por la cual adiciona los ingredientes anteriormente pesados por la tolva de adición de polvos hacia el tanque mezclado.
11. **Recirculación de ingredientes:** En este paso se mezclan perfectamente la materia prima con bajo porcentaje en grasa y los ingredientes formando una suspensión, que permita la mejor hidratación de estabilizantes.
12. **Estandarización en tanque:** Adición de volúmenes de materia prima hasta alcanzar el % de grasa requerido para cada producto.
13. **Homogenización:** Se hace pasar la mezcla por un equipo homogenizador para que uniformizar los diámetros de las partículas de grasa contenidas menores a 1  $\mu\text{m}$ .
14. **Pasteurización:** Elevación de temperatura de la mezcla hasta una temperatura determinada de 70°C y un tiempo de sostenimiento de 20 seg. Con esta temperatura se asegura la muerte de microorganismos patógenos y la activación de algunos estabilizantes.
15. **Envío a tanques de acidificación:** El producto es enviado a temperaturas bajas (12° - 18°C) a tanques de acidificación hasta que termine el tiempo de pasteurización de todo el lote.
16. **Acidificación:** En esta etapa es agregada una cantidad específica de ácido cítrico.
17. **Envasado:** El producto después de su procesamiento es enviado por diferentes líneas hasta las máquinas envasadoras de acuerdo a la presentación deseada; presentaciones de 250ml, 500ml y 1100ml, en vasos de poliestireno termoformado.

## 7.2 Diagrama de Bloques



## 7.3 Determinación de los factores de variación en el proceso de estandarizado del producto derivado lácteo.

Como se ha explicado anteriormente, el parámetro que atiende este estudio es la viscosidad, por lo que se ha delimitado el proceso; del anterior diagrama de flujo, se han seleccionado los pasos del 5 al 14 como foco de estudio para la

determinación de las causas y/o variaciones que afectan la viscosidad en el producto terminado.

La siguiente tabla muestra cada operación unitaria y la posible repercusión en el comportamiento de la consistencia como producto terminado.

**Tabla 3. Factores que afectan la viscosidad en el producto terminado.**

OPERACIÓN	POSIBLES CAUSAS DE BAJA VISCOSIDAD	DESCRIPCIÓN	FACTIBILIDAD
5. Envío a tanques de estandarizado	Flujometro	No calibrado	Bajo
	Electroniveles	No calibrado, espuma detectada	Bajo
	Mala práctica operativa	Capacitación	Alto
6. Almacenamiento	Aumento de temperatura	Sinéresis	Muy bajo
7. Pesado de ingredientes	Báscula	No calibrado	Bajo
	Mala práctica operativa	Capacitación	Alta
8. Adición de polvos en tolva	Mala práctica operativa	Capacitación	Media
9. Almacenamiento de leche en silos	Ninguna	-	-
10. Pase de leche	Flujometro	No calibrado	Bajo
	Electroniveles	No calibrado, espuma detectada	Bajo
	Mala práctica operativa	Capacitación	Alto
11. Recirculación de ingredientes en tanque	Corto tiempo de recirculación	Mala hidratación de estabilizantes	Media
12. Estandarizado en tanques	Bajo / Alto % de grasa	Bajas / altas cantidades de materia prima (leche) empleada	Alto
14. Homogenización	Tamaño grande de partícula de grasa	Presiones bajas de homogenización	Bajo
15. Pasteurización	*Baja temperatura de enfriamiento	Retardo en la conformación de redes de estabilizante	Media

**Tabla 4. Formulación del producto lácteo.**

INGREDIENTE	CANTIDAD Kg
Estabilizante A	40.0
Estabilizante B	32.0
sal	4.8
Saborizante	0.2
Antiespumante	4.0
Ácido Cítrico	40.0

**Nota:** Las cantidades son referidas a un batch de 9000 L.

En el Formato 1 (ANEXO – FORMATO 1) se han registrado 59 datos correspondientes cada uno a un proceso independiente de estandarización y adición de ingredientes, estos se presentan en la Tabla 1 de resultados con volúmenes expresados en litros y viscosidades presentadas en cp (Centipois).

## 8. Metodología

### DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Una vez obtenidos estos resultados se continúa con el análisis de causas, diagrama de Ishikawa.

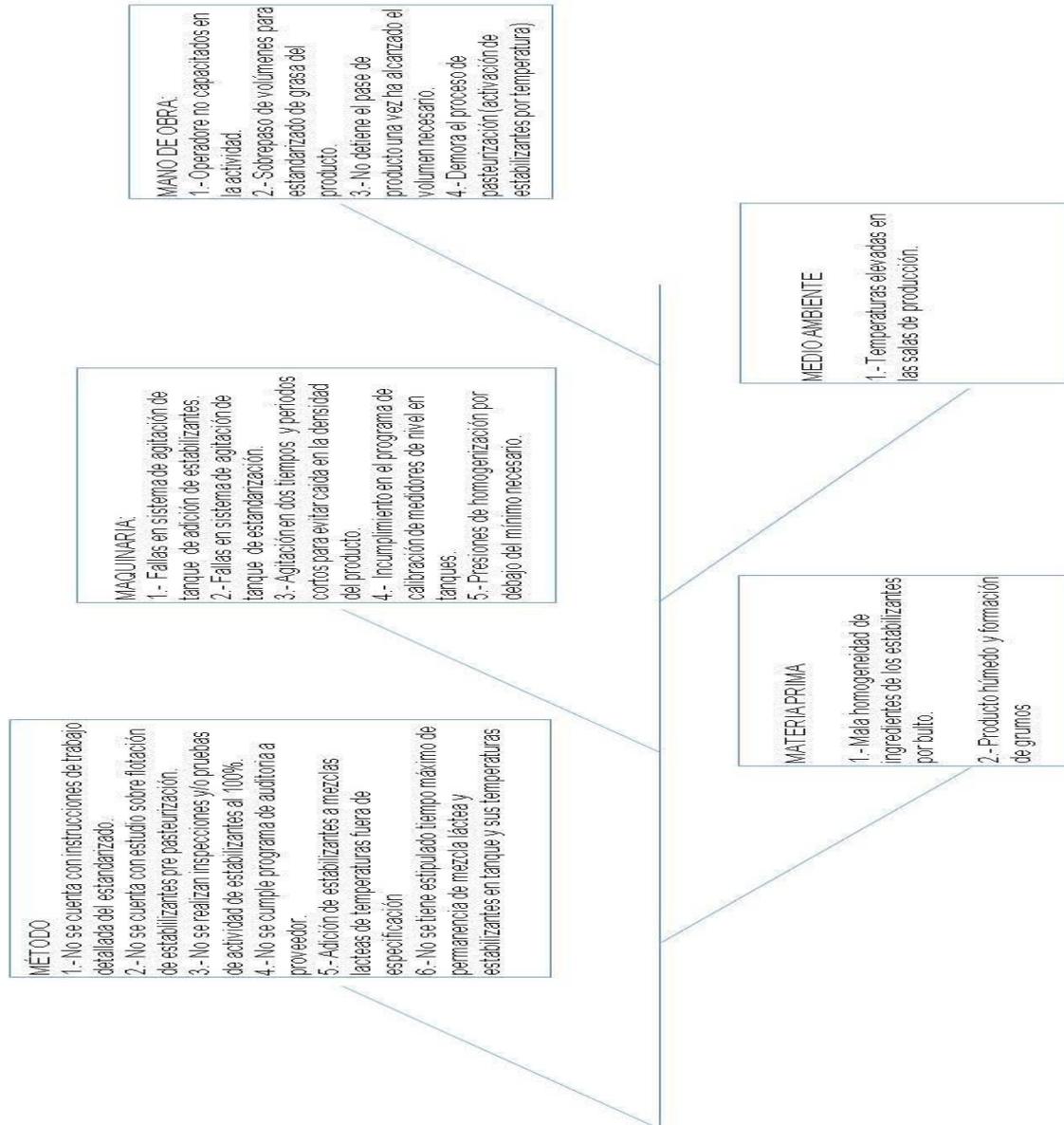


Figura 2. Diagrama de Ishikawa.

**Tabla 5. Datos de Volúmenes y Viscosidades.**

Partida	Volumen Final	Viscosidad
1	8600	10320
2	8800	7392
3	8800	7392
4	8800	7392
5	8900	6319
6	8900	6586
7	8900	6230
8	9000	5477
9	9000	5631
10	9000	5323
11	9000	6017
12	9000	5786
13	9000	5940
14	9000	5709
15	9000	5400
16	9100	4778
17	9100	4778
18	9200	3373
19	9200	3128
20	9200	3312
21	9200	3251
22	9200	3496
23	9200	3557
24	9200	3005
25	9200	3373
26	9300	2957
27	9300	2902
28	9300	2734
29	9300	2511
30	9300	3292
31	9300	3348
32	9300	3069
33	9300	2790
34	9300	2902
35	9300	2846
36	9300	3013
37	9339	2481
38	9400	2307
39	9400	2410
40	9400	2800
41	9400	2205
42	9400	2307
43	9500	2500
44	9542	3549
45	9550	3438
46	9600	3367
47	9600	3456
48	9637	2984
49	9700	3035
50	9700	2993
51	9750	3066
52	9800	3058
53	9850	2822
54	9900	2784
55	10100	2660
56	10100	2256
57	10235	2063
58	10300	2040
59	11300	2034

## DIAGRAMA DE PARETO

De acuerdo a lo anterior, se realiza una nueva obtención de datos para realizar un diagrama de Pareto para enfocar las causas que han suscitado dichas desviaciones, ya que el volumen final debe ser 9000 L.

De lo cual se obtuvieron los siguientes datos:

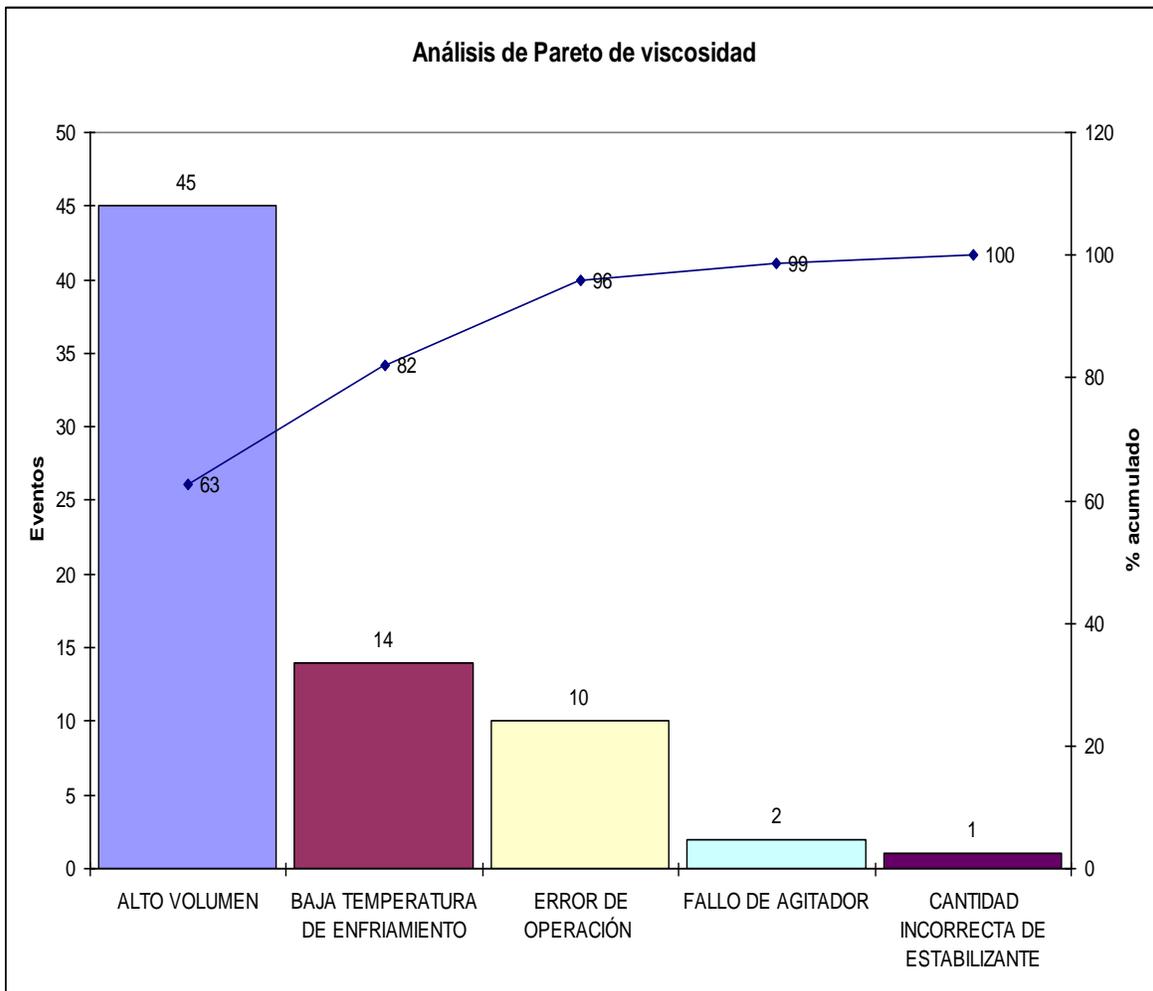
**Tabla 6. Incidencias en la desviación del estandarizado**

DEFECTOS EN LA ESTANDARIZACIÓN				
DESVIACIÓN	RECuento			TOTAL
Alto volumen	11111	11111	11111	45
Error de operación		11111	11111	10
Fallo de agitador			11	2
Baja temperatura de enfriamiento	11111	11111	1111	14
Cantidad de estabilizante incorrecta			1	1

Con los datos de incidencia obtenidos se realizan los siguientes cálculos:

**Tabla 7. Porcentajes y acumulado para diagrama de Pareto.**

	# DE EVENTOS	% DESVIACIÓN	% ACUMULADO
ALTO VOLUMEN	45	63	63
BAJA TEMPERATURA DE ENFRIAMIENTO	14	19	82
ERROR DE OPERACIÓN	10	14	96
FALLO DE AGITADOR	2	3	99
CANTIDAD INCORRECTA DE ESTABILIZANTE	1	1	100
TOTAL	72		



**Gráfico 1. Pareto de Viscosidad.**

De la gráfica 1 podemos ver que el 80% de los eventos que causaron una desviación son debidos a “alto volumen y baja temperatura de enfriamiento” lo que sugiere que estas sean las primeras variables a estudiar para mejorar el proceso.

## **METODOLOGÍA DE ANÁLISIS PARA VISCOSIDAD DE PRODUCTO TERMINADO.**

### **Objetivo del análisis:**

Determinación de la viscosidad del producto lácteo como producto terminado.

### **Equipo:**

Viscosímetro Brookfield DV-E

Aguja # 7

Cronómetro

Determinación de la viscosidad:

La muestra debe tener las siguientes características:

- Tiempo de envasado no mayor a 10 minutos
  - Temperatura de 18° C
  - No haber sido agitada
1. Montar la aguja # 7 en el equipo
  2. Ajustar la velocidad de giro a 20 RPM
  3. Ajustar el # de montada en pantalla de equipo
  4. Introducir la aguja a la muestra hasta que se cubra perfectamente el disco de la aguja y justo a la altura siguiente señalada en la misma aguja.
  5. Prender el viscosímetro y cronometrar dos minutos.
  6. Terminado el tiempo apagar el motor del equipo y apuntar resultado.

Nota: La introducción de la aguja se debe hacer cuidando no rozar las paredes del vaso del producto o que esta toque el fondo del vaso ya la lectura se verá afectada.

## 9. RESULTADOS

### Análisis de media y rangos para datos de volumen.

De los datos presentados en la tabla 1 se forman 7 grupos de 8 corridas que fueron ordenadas cronológicamente para su estudio. Se trabajó con las medias aritméticas de esos 7 grupos y los rangos fueron obtenidos de la diferencia entre el mayor de los valores contra el menor de los valores de cada grupo.

El objetivo de este análisis es saber si el proceso tiene un comportamiento centralizado o disperso, así como entender si el control del proceso favorece alcanzar los valores deseados en cuanto a volumen final.

En la tabla 8 se presentan las constantes utilizadas para el cálculo de los límites inferior y superior (LI y LS) de las gráficas de medias y rangos “XR” y medias y desviación “XS”.

**Tabla 8. Constantes adimensionales para cálculo de Límites Inferior y Superior**

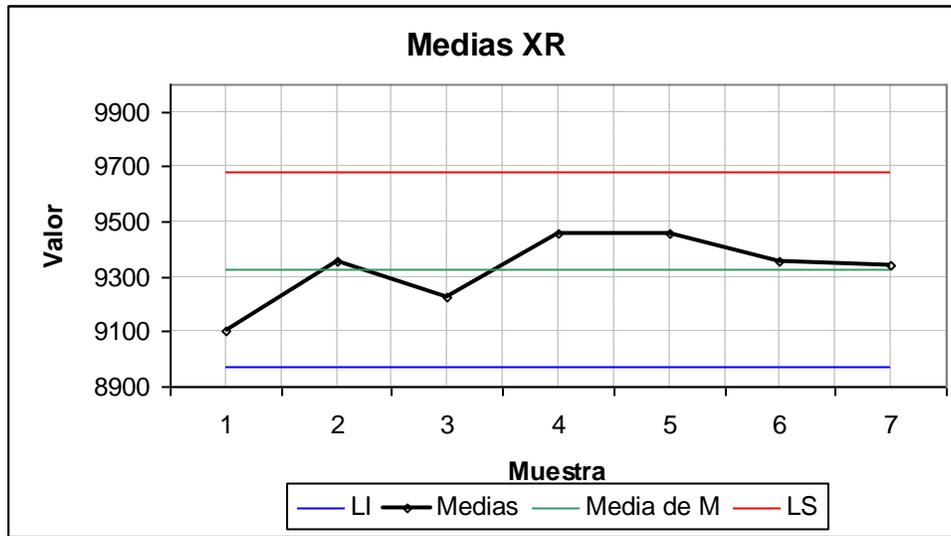
A2	0.373	A1	1.061
D3	0.136	B3	0.185
D4	1.864	B4	1.815

En la tabla 9 se observan los límites obtenidos para las gráficas de medias, rangos y desviación.

**Tabla 9. Límites para Desviación, Medias y Rangos**

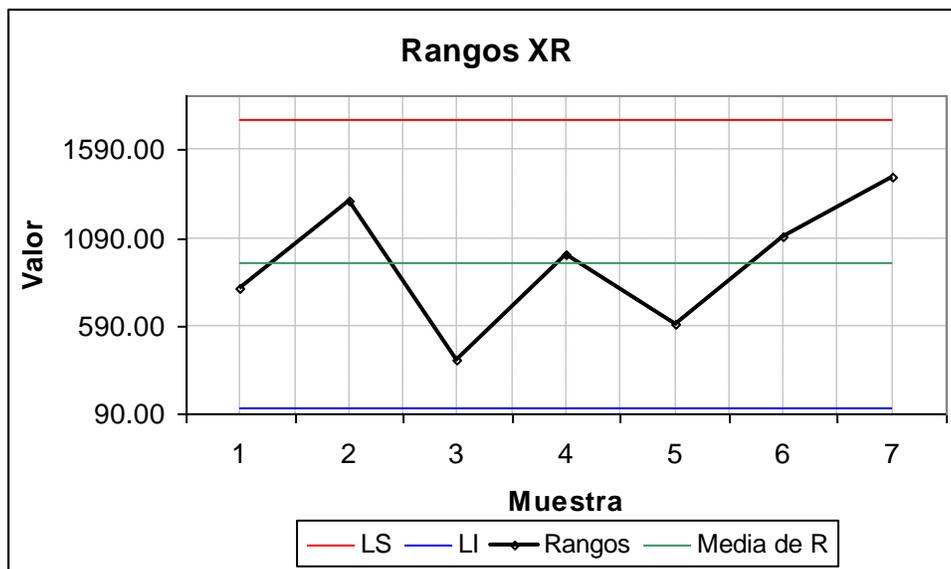
XR	media	LS	9680.39
		LI	8973.29
	Rango	LS	1766.805714
		LI	128.9085714
XS	Media	LS	9601.619339
		LI	9052.059232
	Desviación	LS	470.0525893
		LI	47.91169643

En la gráfica de medias (gráfica 2) se puede observar que los puntos están cerca de la media calculada y no tienen una tendencia fija. La mejora que se puede hacer es llevar ese control hacia el valor deseado de volumen final que es de 9000 L ya que actualmente es de 9300 L.



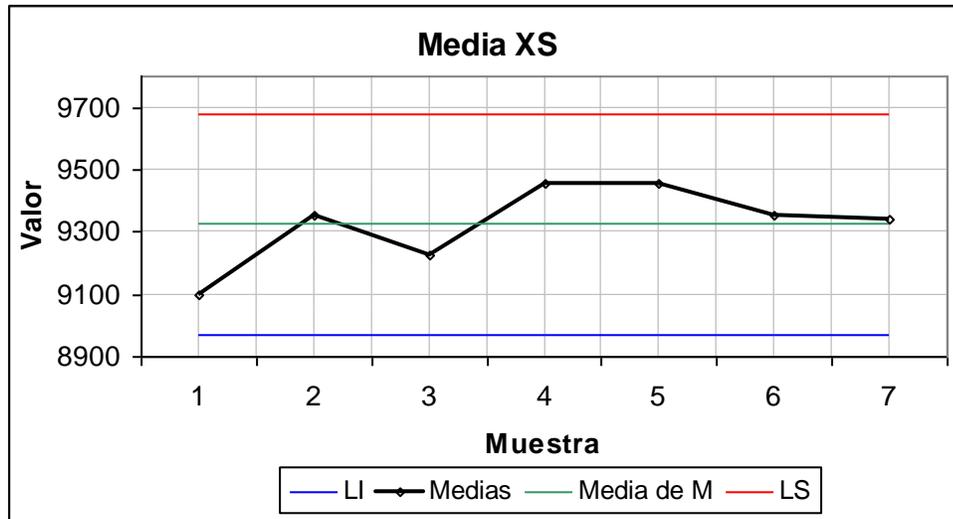
**Gráfica 2. Medias XR**

En la gráfica de rangos (gráfica 3) se puede observar que los rangos no tienen una estabilidad o una cercanía a la media calculada de rangos. Los puntos más bajos son los que mas satisfactorios son ya que implican una estabilidad que tiende hacia los valores de volumen deseados en el proceso. Actualmente hay un promedio de casi 1000 litros.



**Gráfica 3. Rangos XR**

En la gráfica de medias (gráfica 4) que se obtiene con los datos de medias y desviaciones se nota el mismo comportamiento que en la de medias y rangos.



Gráfica 4. Media XS

De la gráfica de desviaciones (gráfica 5) se puede confirmar lo que notamos en la gráfica de rangos ya que los valores tienden mas a estar desviados del valor deseado. En este caso no se notan desviaciones muy altas ya que se trabajó con el promedio de grupos de 8 corridas de datos y dentro de esos grupos hay datos muy altos y muy bajos que en promedio dan un valor que no está muy alejado de los 9000 lt. De la gráfica de rangos (gráfica 3) se puede observar que los rangos son muy grandes y el promedio de estos bloques de datos hace ver el proceso mas controlado en la gráfica de desviaciones.



Gráfica 5. Desviaciones

## 10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Análisis de media y rangos para datos de viscosidad.

De los datos presentados en la tabla 1 se forman 7 grupos de 8 corridas que fueron ordenadas cronológicamente para su estudio. Se trabajó con las medias aritméticas de esos 7 grupos y los rangos fueron obtenidos de la diferencia entre el mayor de los valores contra el menor de los valores de cada grupo.

El objetivo de este análisis es saber si el proceso tiene un comportamiento centralizado o disperso, así como entender si el control del proceso favorece alcanzar los valores deseados en cuanto a volumen final.

En la tabla 10 se presentan las constantes utilizadas para el cálculo de los límites inferior y superior (LI y LS) de las gráficas de medias y rangos “XR”.

**Tabla 10. Constantes adimensionales para cálculo de Límites Inferior y Superior**

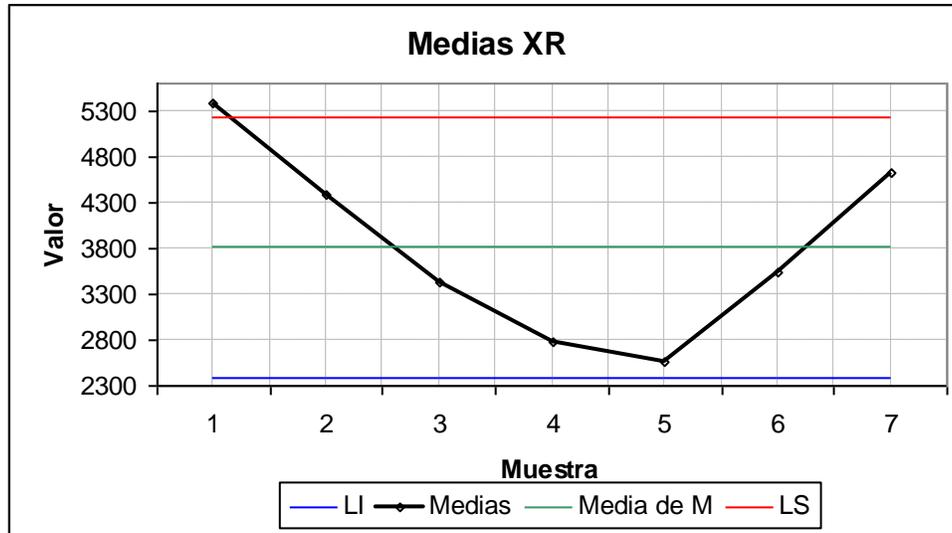
A2	0.373	A1	1.061
D3	0.136	B3	0.185
D4	1.864	B4	1.815

En la tabla 11 se observan los límites obtenidos para las gráficas de medias y rangos.

**Tabla 11. Medias y Rangos**

	media	LS	5229.81
		LI	2397.46
XR	Rango	LS	7077.075429
		LI	516.3531429

En la gráfica de medias (gráfica 6) se puede observar 2 tendencias muy claras, la primera es decreciente y desde el punto 5 es creciente. Un lote producido es liberado cuando tiene un mínimo de viscosidad de 2200 cp. En este caso no tenemos puntos que estén fuera de especificación. Las altas viscosidades reflejan un proceso mal controlado ya que puede tener problemas de operación o de adición de componentes.



Gráfica 6. Medias XR

De la gráfica de rangos (gráfica 7) se puede observar que los rangos son muy grandes, el promedio de estos rangos es de 4000cp que es muy grande si consideramos que el mínimo de viscosidad es de 2200cp. Esta gráfica tiene un comportamiento parecido a la gráfica 6 aunque en el centro tiene una estabilidad en los valores de 1500 a 2000 cp.

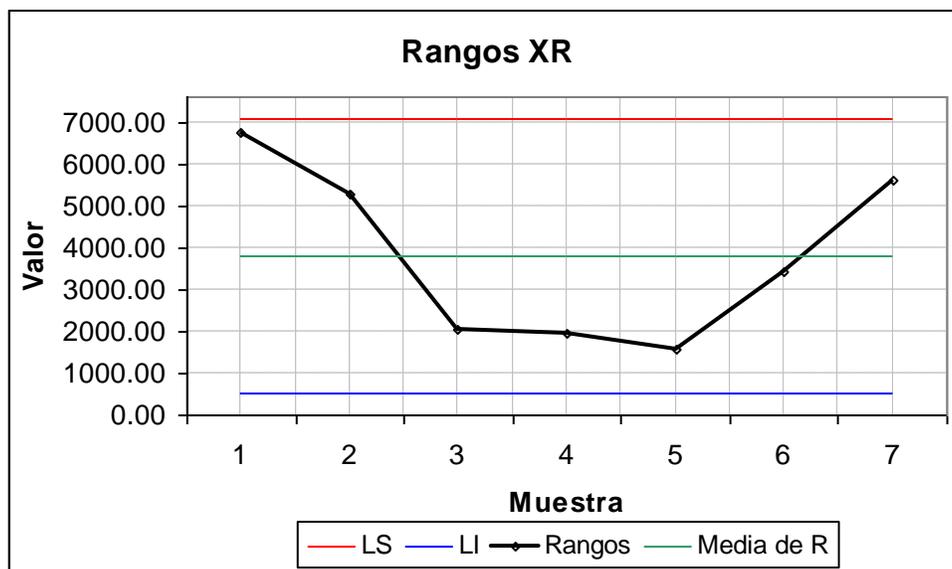


Gráfico 7. Rangos XR

## 11. CONCLUSIONES

Se determinan de forma concreta las causas por las cuales un producto lácteo puede variar su viscosidad de un lote a otro aún cuando se emplea el mismo diagrama de flujo, equipos, bombas, tiempos, temperaturas, etc.

Se han aplicado métodos estadísticos con datos reales de un proceso de estandarización de un producto lácteo, de los cuales se han obtenidos los límites de control.

Los límites de control encontrados fueron X, Y y Z.... determinados por métodos estadísticos en la estandarización de un producto lácteo

Se da una propuesta para evitar a la desviación, como acción correctiva inmediata para un lote con las características de volumen determinadas y que afecten su comportamiento como producto terminado.

Las acciones correctivas que se le sugirieron a la planta fueron en el volumen del producto

Del análisis de las variables a controlar y con los métodos estadísticos elaborados es posible notar que la variación de viscosidad y volúmenes es directamente debida a la adición de los componentes de la mezcla.

En este caso no es posible establecer un estricto control en la cantidad de grasa que contienen los componentes que se agregan en mayor volumen pero si podemos medir la cantidad de grasa que se adiciona por batch para adicionar con ello las cantidades correspondientes a esa grasa. Se pretende cumplir con la variable viscosidad.

### **Las acciones para un mejor control consisten en:**

- Elaborar balance de materia del batch con cantidades ideales.
- Recopilar datos de volúmenes de grasa mas frecuentes o hacer rangos.
- Elaborar tabla con cantidades de componentes correspondientes a cada rango o volumen frecuente.
- Establecer límites de viscosidad.
- Evaluar la mejora con los métodos estadísticos ya utilizados.

## 12. Propuesta.

La presente propuesta se realiza basándose en la normativa oficial mexicana, pues esta es contundente en cuanto el contenido de grasa en los productos lácteos, haciendo entonces este parámetro el más importante a cumplir en cuanto a la liberación del proceso y envasado de estos productos.

Dado que no es factible realizar re ingeniería del proceso, se considera el error en la estandarización como un hecho, es decir, un error presente en todas las corridas de estandarización, por mínimo que este pueda resultar, causando una disminución o aumento, este último imposible de corregir por tiempos programados de proceso, en la concentración de los estabilizantes necesario en cada batch. Así entonces, se realizan tablas de correlación del aumento del volumen de mezcla y el aumento en kilogramos de estabilizantes necesario para conservar la concentración de estos últimos de acuerdo a formulación original.

La siguiente tabla muestra las cantidades de volumen que pueden excederse entre la preparación de un batch sencillo y uno doble en litros, para entenderlo mejor, un batch está comprendido en los 4411 litros y un doble en 8822 litros.

Tabla 12 .-Volumen excedido y su cantidad de estabilizante requerido para conservar la concentración de formula original

ESTABILIZANTE A (Kg)	ESTABILIZANTE B (Kg)	VOLUMEN (Lts)
0.889	0.711	98.04
1.778	1.422	196.08
2.667	2.133	294.12
3.556	2.844	392.16
4.445	3.555	490.20
5.334	4.266	588.24
6.223	4.977	686.27
7.112	5.688	784.31
8.001	6.399	882.35
8.89	7.11	980.39
9.779	7.821	1078.43
10.668	8.532	1176.47
11.557	9.243	1274.51
12.446	9.954	1372.55
13.335	10.665	1470.59
14.224	11.376	1568.63
15.113	12.087	1666.67
16.002	12.798	1764.71
16.891	13.509	1862.75
17.78	14.22	1960.78
18.669	14.931	2058.82
19.558	15.642	2156.86
20.447	16.353	2254.90
21.336	17.064	2352.94
22.225	17.775	2450.98
23.114	18.486	2549.02
24.003	19.197	2647.06
24.892	19.908	2745.10
25.781	20.619	2843.14
26.67	21.33	2941.18
27.559	22.041	3039.22
28.448	22.752	3137.25
29.337	23.463	3235.29
30.226	24.174	3333.33
31.115	24.885	3431.37
32.004	25.596	3529.41
32.893	26.307	3627.45
33.782	27.018	3725.49
34.671	27.729	3823.53
35.56	28.44	3921.57
36.449	29.151	4019.61
37.338	29.862	4117.65
38.227	30.573	4215.69
39.116	31.284	4313.73
40.005	31.995	4411.76

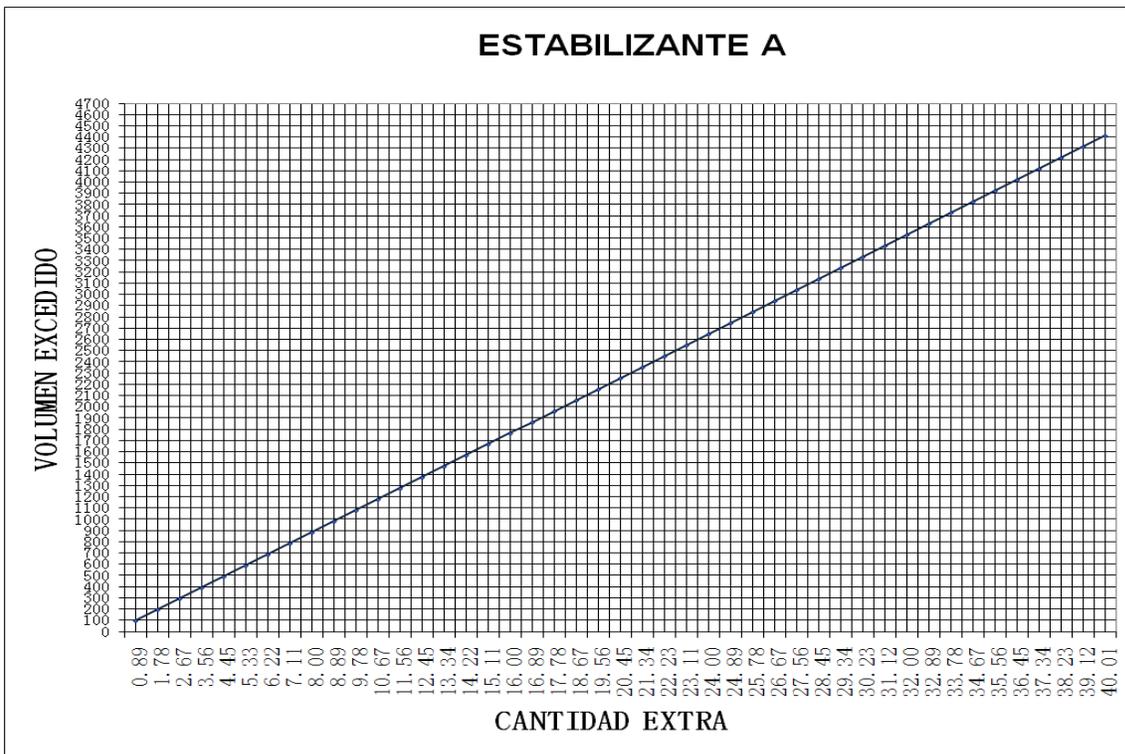


Figura 8.- Gráfica de correlación entre la cantidad de volumen mezcla excedido y estabilizante A necesario para conservar concentración de fórmula original

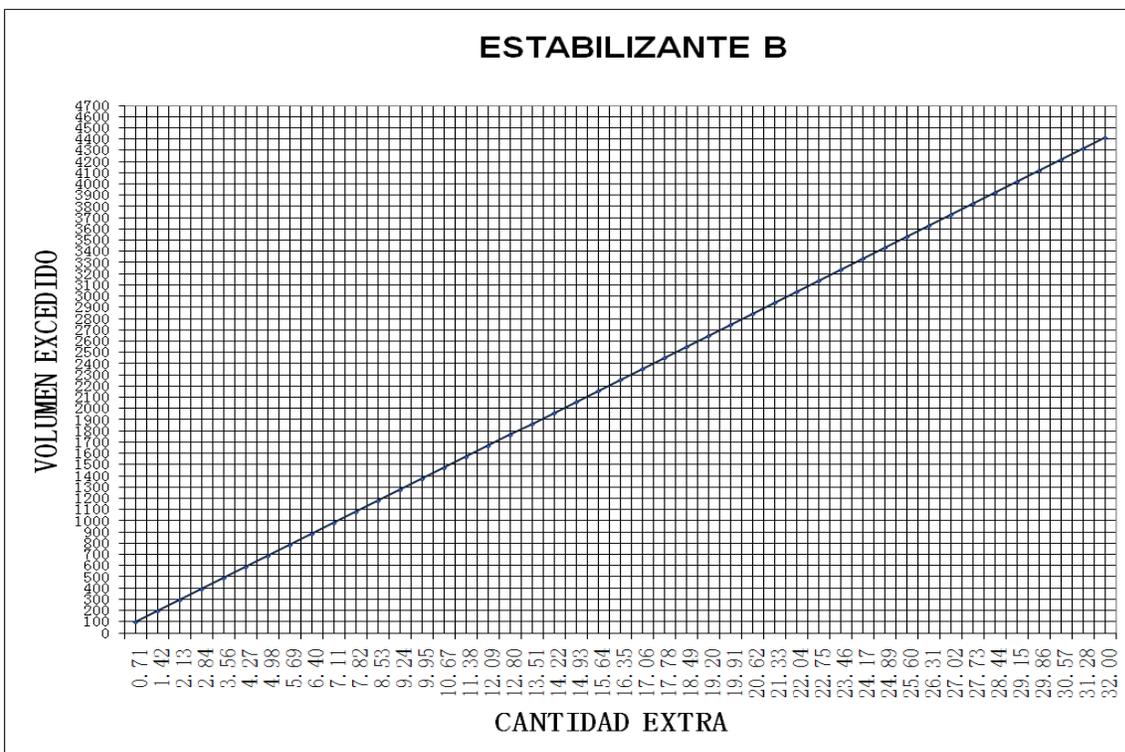


Figura 9.- Gráfica de correlación entre la cantidad de volumen mezcla excedido y estabilizante B necesario para conservar concentración de fórmula original

### 13. Bibliografía.

- a. "Productos lácteos", García-Garibay, Revah S, Gómez-Ruiz L.; Biotecnología Alimentaria (García-Garibay M, Quintero R y López-Munguía Canales A, eds.) Editorial Limusa, S.A., México D.F., pp. 153-223,1993.
- b. "Effect of Feed on the Composition of Milk Fat", Ric R. Grummer, Journal of Dairy Science Vol. 74 No. 9 3244-3257, 1991
- c. *Productos lácteos: Tecnología*, Roser Romero del Castillo Shelly, Josep Mestres Lagarriga; 2004; Ediciones UPC;
- d. *Manual para la elaboración de productos lácteos*, Óscar Valencia Montes; 2001 ; UCOL
- e. NOM-086-SSA1-1994 Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- f. NOM-120-SSA1-1994 Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.
- g. NOM-127-SSA1-1994 Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. NOM-130-SSA1-1995 Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- h. Charbonneau, H. C., and Webster, G. L. ( 1990 ). Control de Calidad. Segunda edición, Interamericana, México.
- i. Montgomery C.D.(2001). Introduction to Statistical Quality Control. 4<sup>TH</sup> Edición, John Willey and sons, INC., USA.

Geoff Tennant. Six Sigma: Control Estadístico del Proceso y Administración Total de la Calidad. Editorial Panorama Edit

## 14. ANEXOS

### FORMATO 1

FECHA: \_\_\_\_\_

### INSPECCIÓN ESTANDARIZADO Y ADICIÓN DE INGREDIENTES

PASE DE MATERIA PRIMA							
Crema / Leche	Sale del silo:	Entra al tanque:	Volumen	% Grasa	Densidad	Acidez	Producto

TANQUE, EQUIPO, LÍNEA	LAVADO	
	si	no

ADICIÓN DE INGREDIENTES			
Ingrediente	Lote	Cantidad	Agregado

FISICOQUIMICOS DE ESTANDARIZADO		
% Grasa	Densidad	Volmune final

% error	# ajustes

INSPECCIÓN VISUAL
Observaciones:

PASTEURIZACIÓN						
Pasteurizador	Temperatura	Enfriamiento	Presión	Tiempo proceso	Envío a TQ:	** Anexos

TANQUE, EQUIPO, LÍNEA	LAVADO	
	si	no

ACIDIFICACIÓN					
No de tanque	Vol. real en TQ	TQ del ácido	Vol. ác. Agregado	Acidez final	% Grasa

ENVASADO							
# de Producción	Máquina	Piezas	Hora inicio	Hora final	Acidez final	% Grasa	Viscosidad

### **Instrucciones de llenado:**

**Pase de materia prima:** En esta parte se anotarán los datos de leche descremada o leche con alto contenido de grasa, provenientes de silos de almacenamiento.

Como anexo sobre su parte derecha serán palomeados o tachados los espacios si los equipos, líneas y/o tanques que fueron empleados para esta operación del proceso.

**Adición de ingredientes:** Serán numerados y ordenados de forma descendiente los ingredientes empleados, el lote que los identifica, la cantidad y alguna adición extra de los mismos.

**Fisicoquímicos de estandarizado:** Espacio destinado a los resultados de los análisis fisicoquímicos de la mezcla estandarizada.

**% error y # de ajustes:** El primer dato se obtiene con entre el dato real y el ideal de un batch; el segundo es el número de veces que fue adicionada materia prima para estandarizar el contenido de grasa en la mezcla.

**Inspección visual (observaciones):** Serán anotadas aquellas actividades en las cuales se perciba alguna diferencia a la forma habitual de la operación, como ejemplo, adición de ingredientes por entrada hombre de tanque y no por tolva de adición de ingredientes, etc. O bien el buen o mal funcionamiento de equipos, tanques, agitadores de tanques, bombas, etc.

**Pasteurización:** Datos del proceso térmico que son registrados en ordenador de control de proceso.

Como anexo sobre su parte derecha serán palomeados o tachados los espacios si los equipos, líneas y/o tanques que fueron empleados para esta operación del proceso.

**Acidificación:** Serán anotados los datos del proceso de acidificación, el número de tanque en el cual se encuentra el producto, etc.

**Envasado:** Cada batch (lote) es identificado en registros de proceso y corresponden a un número de producción y esta será envasada en una o varias máquinas, además, serán incluidos los datos fisicoquímicos de liberación del Producto Terminado. Entre ellos la **Viscosidad**.

**Anexo 2. Constantes para gráfica de control**

Constantes para Gráficos de Control																
n	A	A2	A3	e4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	d3	1/d2	D1	D2	D3	D4
2	2.121	1.880	2.639	0.798	1.253	0.000	3.267	0.000	2.606	1.128	0.853	0.886	0.000	3.686	0.000	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	1.128	0.000	2.568	0.000	2.276	1.693	0.888	0.591	0.000	4.338	0.000	2.575
4	1.900	0.729	1.628	0.921	1.085	0.000	2.266	0.000	2.088	2.059	0.880	0.486	0.000	4.698	0.000	2.282
5	1.942	0.577	1.427	0.940	1.064	0.000	2.089	0.000	1.964	2.326	0.864	0.430	0.000	4.918	0.000	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.952	1.051	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0.395	0.000	5.079	0.000	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	1.042	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.370	0.203	5.304	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	1.036	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.351	0.388	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.337	0.547	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	1.028	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.325	0.686	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	1.025	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.315	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.978	1.023	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.307	0.923	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	1.021	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	0.300	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	1.019	0.406	1.594	0.398	1.563	3.407	0.763	0.294	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.982	1.018	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	0.288	1.203	5.740	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.983	1.017	0.448	1.552	0.440	1.527	3.532	0.750	0.283	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.985	1.016	0.466	1.534	0.459	1.510	3.588	0.744	0.279	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.985	1.015	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	0.275	1.424	5.856	0.391	1.609
19	0.688	0.187	0.698	0.986	1.014	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.733	0.271	1.489	5.889	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	1.013	0.510	1.490	0.503	1.470	3.735	0.729	0.268	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.988	1.013	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.724	0.265	1.606	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	1.012	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.720	0.262	1.660	5.979	0.435	1.565
23	0.626	0.162	0.633	0.989	1.011	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.716	0.259	1.711	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	1.011	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.712	0.257	1.759	6.032	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	1.010	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.708	0.254	1.805	6.056	0.459	1.541

n= Tamaño de la muestra. Constantes adimensionales.