



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE CONCEPCIÓN

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE
AUTOCONTROL EN LA ETAPA DE FORMULACIÓN DEL
PRODUCTO LÁCTEO CREMA PARA BATIR ANDARIA,
PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS POR PRODUCTOS
BLOQUEADOS.”**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Ingeniería de Ejecución en Gestión de la Calidad.

Alumno; Carlos Mollo Valenzuela.

Profesor Guía; Rafael Solar Arcos.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Propuesta de mejora de sistema de autocontrol de la etapa de formulación del producto lácteo Crema para batir ANDARIA, para la reducción de costos por productos bloqueados.

Nombre del candidato(a): Carlos Maxiimilano Mollo Valenzuela.

Carrera / Grado: Ingeniería de ejecución en Gestión de la Calidad

Campus: San Joaquín. **Departamento:** Química y Medioambiente.

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, RAFAEL SOLAR ARCOS, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

6 meses 12 meses 2 años 3 años 5 años 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 11 ENERO 2026 **Firma:** 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 10/01/2026 **Firma:** 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.



Dedicatoria.

“Este trabajo no nació de la perfección, sino del esfuerzo diario, de los errores que me enseñaron y de la decisión de seguir adelante incluso cuando el cansancio fue mayor que la motivación, más que un requisito académico, este es un testimonio de constancia, compromiso y de todo lo aprendido durante un camino lleno de desafíos.”

Con una inmensa gratitud y admiración, dedico esto a;

Mi madre por su apoyo incondicional.

A mi pareja por su amor y contención.



Agradecimientos.

A los profesores que fueron parte de mi formación académica, cuya dedicación, sabiduría y apoyo profesional son invaluableles.

A mis amigos, compañeros y colegas por su constante apoyo y risas que siempre fueron terapéuticas a la hora del colapso mental y emocional.



ÍNDICE

SIGLA Y SIMBOLOGIA	6
GLOSARIO	8
Resumen.	9
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1; ANTECEDENTES GENERALES	12
1.1 Servicios que entrega.	12
1.2 Justificación.....	13
1.3 Objetivo general.	17
1.4 Objetivos específicos.	17
1.5 Alcance.....	18
1.6 Limitaciones	18
CAPÍTULO 2; EL ESTADO DEL ARTE.	18
2.1 Misión y visión.	19
2.1.1 Misión.	19
2.1.2 Visión.	19
2.2 Política de calidad	19
2.3 Organigrama.	19
2.4 Marco teórico	20
2.4.1 El sistema de autocontrol en la industria alimentaria.....	22
2.4.2 El diagrama de Ishikawa como técnica de diagnóstico	23
2.4.3 La trazabilidad en procesos de formulación	23
2.4.4. Indicadores técnicos en la elaboración de crema para batir	24
2.4.5. Capacitación operativa y estandarización de formatos.....	25
2.5 Ciclo de gestión del PDCA.	26
2.5.1 Cuatro pasos del ciclo de Deming aplicados al análisis y mejora del proceso	27
2.5.2 Ejemplo de implantación del ciclo PDCA.....	28
CAPÍTULO 3; DESARROLLO.	29
3.1 FODA de la empresa.....	29
3.2 Información recopilada	30
3.2.1 Descripción del proceso productivo en Lácteos Andaria.....	30
3.2.2 Area de formulación.	31
3.3 Creación del FOCUS GROUP con personal de formulación,	32
3.3.1 Lluvia de ideas.	33
3.4 Diagrama de Ishikawa.....	34
3.4.1 Análisis diagrama Ishikawa.	35
3.5 Recurrencia y frecuencias de incidentes.	40
3.5.1 Distribución de los defectos.....	42
3.5.2. Interpretación del Pareto	43
3.5.3 Análisis de datos.	43
3.6. Diagnóstico inicial sistema de autocontrol	46
CAPÍTULO 4; PROPUESTA DE MEJORA.....	48
4.1 Valoración de propuestas de mejoras.	50



4.2 Impacto esperado.....	52
4.3 Plan de implementación.	53
4.4 Evaluación económica post-implementación.....	56
CONCLUSIÓN	58
Bibliografía	60
ANEXOS	61



SIGLA Y SIMBOLOGIA

T°: Temperatura.

%MG; porcentaje de materia grasa.

%H: Humedad relativa.

RPM: Revoluciones por minuto

kg/h: Kilogramos por hora.

min: Minutos de operación o tiempo de proceso.

INDICE DE GRAFICOS.

Gráfico 1-1 Comparativo toneladas bloqueadas semanales.

Gráfico 3-1 Diagrama de Pareto.

Gráfico 3-2 Series de tiempo, comparativo de %MG.

Gráfico 3-4 capacidad del proceso.

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1-1 Matriz de priorización.

Tabla 1-2 Comparativa motivo y destinos.

Tabla 1-3 Cotos asociados al bloqueo.

Tabla 3-1 Lluvia de ideas.

Tabla 3-2 Causas identificadas.

Tabla 3-3 Criticidad de las causas.

Tabla 3-4 Compilación causas críticas.

Tabla 3-5 Frecuencia problemas

Tabla 3-6 Indicadores técnicos.

Tabla 4-1 Propuestas de mejora.

Tabla 4-2 Desglose de las propuestas de mejoras.

Tabla 4-3 Resumen de las propuestas valorizadas en periodo de 6 meses, 1 año y 2 años.

INDICE DE FIGURAS.

Figura 2-1 flujo organizacional gerencial.

Figura 2-2 flujo organizacional área formulación.

Figura 3-1 FODA área formulación.

Figura 3-2 Diagrama de flujo, formulación crema para batir.

Figura 3-3 Diagrama Ishikawa.

GLOSARIO

PDCA: Metodología sistemática que permite planificar, ejecutar, evaluar y mejorar

UHT; alta temperatura por corto tiempo

Autocontrol; Conjunto de actividades realizadas por los propios operadores para verificar el cumplimiento de parámetros operativos y de calidad durante el proceso.

Desviación; Cualquier diferencia entre el valor real de un parámetro y el valor estándar definido para el proceso.

Estandarización; Proceso de definir y documentar parámetros, métodos y criterios uniformes para asegurar consistencia en la operación.

Formato de autocontrol; Documento o registro utilizado para verificar, validar y evidenciar el cumplimiento de parámetros operativos.

Registro; Documento que evidencia la ejecución de una actividad, medición o verificación.

Reproceso; Actividad destinada a corregir un producto o lote que no cumple con los estándares establecidos.

Variabilidad; Cambios o fluctuaciones en los parámetros del proceso que pueden afectar la calidad del producto final.

Bloqueo; Detención del proceso productivo debido a desviaciones, fallas de equipos o incumplimiento de parámetros.

Calibración; Ajuste o verificación de instrumentos de medición para asegurar que entreguen valores precisos.

Resumen.

El desarrollo del presente proyecto se sustenta en una metodología estructurada de mejora continua, basada en el ciclo PDCA O PHVA, orientada a la identificación, intervención y evaluación de los factores que inciden en el bloqueo de productos durante la etapa de formulación de la Crema para Batir de la empresa ficticia andaria. Esta metodología combina el análisis técnico, el uso de herramientas de gestión de calidad y la implementación progresiva de soluciones operativas, con el objetivo de reducir las no conformidades técnicas que generan pérdidas económicas significativas.

Como punto de partida, se aplicará una matriz de priorización para seleccionar el producto más crítico dentro del portafolio Lonco. Esta matriz considera variables como volumen de producción, frecuencia de bloqueos, impacto económico por tonelada bloqueada y complejidad técnica del proceso. El análisis determinó que Crema para Batir presenta el mayor nivel de afectación, lo que justifica su elección como foco del proyecto.

En la etapa de planificación, se realizará un diagnóstico integral del sistema de autocontrol actual, mediante la recopilación de datos históricos, revisión de registros de producción y entrevistas con operadores y supervisores. Este diagnóstico se apoyará en el uso del Diagrama de Ishikawa, que permite identificar causas raíz agrupadas en categorías como materiales, métodos, mano de obra, maquinaria y entorno. El análisis se complementará con la aplicación del Diagrama de Pareto, que facilita la priorización de las no conformidades más frecuentes y de mayor impacto económico.

Posteriormente, se procederá al rediseño de los formatos de control utilizados en la formulación, incorporando criterios técnicos más precisos, campos de validación cruzada y trazabilidad operativa. Se implementarán controles cruzados entre las áreas de formulación y calidad, con el fin de asegurar que los parámetros definidos para cada lote sean verificados en tiempo real por personal capacitado. Esta etapa incluye la capacitación de los operadores en el uso de los nuevos formatos y en la interpretación de los criterios de conformidad.

Durante la fase de seguimiento, se establecerán indicadores clave de desempeño (KPIs) que permitirán monitorear la evolución del sistema y validar el impacto de las acciones implementadas. Entre los indicadores considerados se encuentran: porcentaje de formulaciones conformes, toneladas bloqueadas por mes, costo por reproceso y tiempo medio de detección de desviaciones. Estos KPIs serán evaluados periódicamente y servirán como base para la toma de decisiones operativas y estratégicas.

Además, se consolidarán las mejoras alcanzadas mediante la documentación de procedimientos, la estandarización de prácticas exitosas y la propuesta de un modelo replicable para otros productos de la línea Lonco. La metodología aplicada no solo busca resolver una problemática puntual, sino también fortalecer la cultura de calidad en la



planta, fomentar la responsabilidad compartida entre áreas y generar beneficios sostenibles tanto en términos económicos como operativos.

Desde el punto de vista financiero, el proyecto aborda directamente los costos asociados al bloqueo de producto, los cuales han representado una carga significativa para la operación. Estos costos incluyen el desperdicio de materia prima, el tiempo de reproceso, la pérdida de eficiencia en la línea de producción y el impacto indirecto en la planificación logística. La mejora del sistema de autocontrol busca reducir de manera sostenida estos costos, contribuyendo a una mayor rentabilidad del proceso de formulación y a una gestión más eficiente de los recursos disponibles.

INTRODUCCIÓN

En la industria alimentaria, el cumplimiento riguroso de los estándares de calidad en los procesos de formulación es de los factores determinante para garantizar la seguridad, la eficiencia operativa y la competitividad de los productos en el mercado. En especial, la planta de alimentos ficticia lácteos andaría enfrenta desafíos recurrentes relacionados con el bloqueo de productos por no conformidades técnicas, lo que genera pérdidas económicas, reprocesos y una disminución en la confiabilidad del sistema de control interno.

Uno de los productos más afectados por esta problemática es la Crema para Batir, cuya formulación presenta una alta sensibilidad a desviaciones operativas. Esta situación ha evidenciado la necesidad de fortalecer el sistema de autocontrol en dicha etapa, con el fin de reducir significativamente los volúmenes de producto bloqueado, mejorar la trazabilidad de los registros y aumentar la eficiencia en la toma de decisiones técnicas.

El presente proyecto tiene como propósito diseñar e implementar un plan de mejora continua orientado a optimizar el sistema de autocontrol en la etapa de formulación, con especial énfasis en el producto Crema para Batir. De acuerdo a lo antes mencionado, se plantea un enfoque metodológico con el fin de diagnosticar las principales causas de bloqueo, identificar brechas en la aplicación del sistema por parte de los operadores, y establecer acciones correctivas que incluyan ajustes en los procedimientos, capacitaciones técnicas, controles cruzados y rediseño de formatos operativos.

Asimismo, se contempla la evaluación del impacto y la sostenibilidad del sistema mejorado mediante el uso de indicadores clave de desempeño, análisis de costos asociados al bloqueo de producto y mecanismos de retroalimentación continua. La implementación de este plan busca no solo resolver una problemática puntual, sino también consolidar una cultura de calidad basada en la prevención, la mejora continua y la responsabilidad compartida entre las áreas involucradas.

CAPÍTULO 1; ANTECEDENTES GENERALES

Lácteos Andaria es una empresa ficticia privada, dedicada a la elaboración, distribución y almacenamiento de productos lácteos. Su actividad principal es la elaboración de productos derivados de la leche, con énfasis en la producción de crema para batir, yogures y postres lácteos. La planta de producción se ubica en la Región Metropolitana de Santiago y opera bajo un sistema de turnos rotativos.

La empresa ficticia cuenta con una capacidad instalada de 12.000 litros diarios y abastece principalmente a clientes del canal HORECA (hoteles, restaurantes y casinos), así como a distribuidores mayoristas (supermercados, minimarkets). Su estructura organizacional contempla áreas de producción, calidad, mantenimiento, logística y desarrollo técnico.

En términos de gestión, Lácteos Andaria ha implementado un sistema de autocontrol basado en principios de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y está en proceso de alineación con los requisitos de la norma ISO 22000:2018. Sin embargo, se han identificado oportunidades de mejora en la etapa de formulación de crema para batir, particularmente en lo que respecta a la variabilidad de parámetros críticos como el porcentaje de grasa.

Este proyecto se enmarca en una iniciativa de mejora continua, con el objetivo de reducir la variabilidad del proceso mediante herramientas como el ciclo PDCA, el diagrama de Ishikawa y la estandarización de formatos de autocontrol.

1.1 Servicios que entrega.

Lácteos Andaria ofrece una gama de servicios orientados a satisfacer las necesidades del canal HORECA (hoteles, restaurantes y casinos), distribuidores mayoristas y clientes institucionales del sector alimentario. Sus servicios se centran en la producción, personalización y distribución de productos lácteos y formulaciones vegetales, con foco en calidad, trazabilidad y eficiencia operativa.

- **Producción de productos lácteos** Elaboración de formulaciones lácteas y vegetales con parámetros técnicos ajustables según requerimientos del cliente (viscosidad, % de grasa, estabilidad térmica).
- **Desarrollo técnico de productos personalizados** Adaptación de recetas y procesos para clientes con necesidades específicas (ej. formulaciones sin lactosa, veganas, con certificación halal/kosher).
- **Distribución logística programada** Entrega directa a centros de consumo con rutas optimizadas y trazabilidad de lotes.
- **Asistencia técnica postventa** Soporte en el uso de productos, resolución de problemas operativos y ajuste de parámetros en función del desempeño en cocina o línea de producción.



- **Capacitación técnica a clientes institucionales** Formación en manejo de productos, conservación, batido óptimo y control de calidad en punto de uso.

1.2 Justificación

La formulación de productos en la industria alimentaria representa una etapa crítica en la cadena de valor, especialmente en el caso de productos lácteos con alta sensibilidad funcional como la Crema para Batir Andaria. En los últimos periodos, la planta ha evidenciado un incremento sostenido en las toneladas de producto bloqueado, (véase gráfico 1-1) atribuible principalmente a desviaciones técnicas ocurridas durante la formulación. Estas desviaciones afectan directamente parámetros clave como el contenido de materia grasa, viscosidad y estabilidad, comprometiendo la funcionalidad del producto final y su aceptación comercial.

Las causas identificadas incluyen errores en la dosificación de ingredientes, fallas en los procesos de mezcla y homogenización, y registros operativos incompletos o inconsistentes. Si bien la planta cuenta con un sistema de autocontrol que involucra activamente a los operadores, supervisores y personal técnico, su aplicación práctica no ha logrado contener el problema de manera efectiva. Esto ha derivado en un aumento de los reprocesos, pérdida de materias primas, tiempos improductivos y costos operativos no recuperables, afectando la eficiencia global del proceso y la rentabilidad de la línea.

La situación descrita evidencia la necesidad urgente de revisar en profundidad el sistema de autocontrol, no solo desde una perspectiva documental, sino también desde su aplicación real en terreno. Es fundamental identificar las brechas entre el diseño del sistema y su ejecución operativa, así como los factores humanos, técnicos y organizacionales que limitan su efectividad. Para ello, se requiere una intervención estructurada que permita diagnosticar las causas raíz del problema, rediseñar los mecanismos de control, capacitar al personal involucrado y establecer indicadores que permitan evaluar el impacto de las mejoras implementadas.

Además, considerando que la planta produce múltiples productos, se aplicó una matriz de priorización técnica y económica que determinó que Crema para Batir Andaria es el producto más crítico para iniciar este proceso de mejora. Su alta frecuencia de bloqueos, el volumen de producción y el impacto económico asociado justifican plenamente su selección como foco del proyecto.

Cabe destacar que la empresa, en el marco de su **política de calidad**, establece como principio fundamental la participación del personal en el cumplimiento de los estándares definidos. Este compromiso se traduce en la implementación de prácticas operativas que promueven la responsabilidad individual y colectiva en cada etapa del proceso. El sistema de autocontrol, como su nombre lo indica, se basa en la capacidad de cada colaborador para verificar, registrar y corregir sus propias acciones durante la formulación, asegurando que se cumplan los parámetros establecidos sin necesidad de supervisión externa constante.

Este enfoque está respaldado por registros de verificación que documentan las acciones realizadas por los operadores, tales como controles de dosificación, validación de mezclas, revisión de parámetros físicos y anotaciones técnicas. Sin embargo, la evidencia actual demuestra que, a pesar de contar con estos mecanismos, el sistema no está logrando los resultados esperados (véase Gráfico 1-1), lo que indica que su aplicación requiere ajustes estructurales, reforzamiento técnico y mayor alineación con las condiciones reales de operación.

En este contexto, el diseño de un plan de mejora continua orientado a fortalecer el sistema de autocontrol en la etapa de formulación se presenta como una estrategia necesaria y pertinente. Este proyecto no solo busca reducir las toneladas de producto bloqueado, sino también mejorar el cumplimiento de los estándares de calidad, aumentar la eficiencia operativa y consolidar una cultura de mejora continua en la planta. La intervención propuesta permitirá generar beneficios sostenibles, replicables y alineados con los objetivos estratégicos de la organización, reforzando el compromiso institucional con la calidad y la excelencia operativa.

COMPARACIÓN SEMANAL DE TONELADAS BLOQUEADAS POR AUTOCONTROL

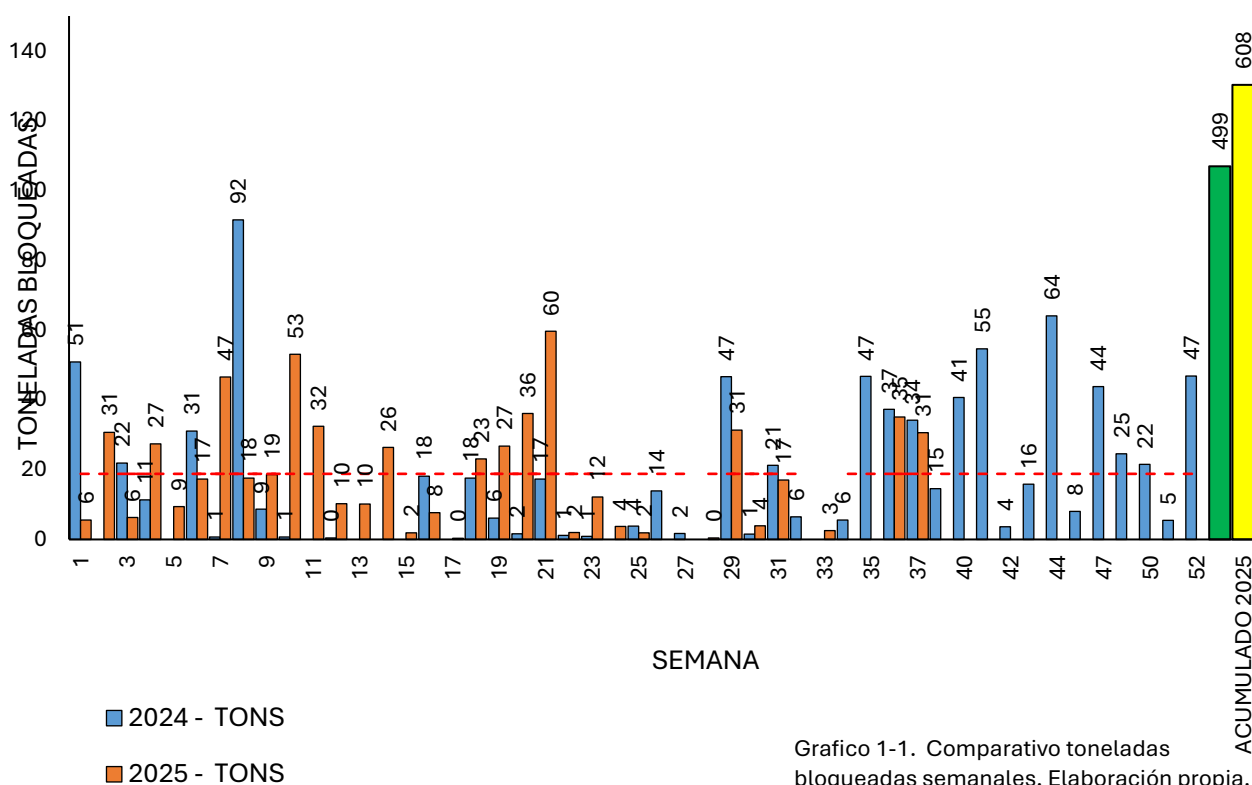


Gráfico 1-1. Comparativo toneladas bloqueadas semanales. Elaboración propia.

Para determinar el producto sobre el cual se propone el plan de mejora continua, llevamos a cabo una matriz de priorización evaluando distintas variables que son relevantes a la hora de elaborar los productos. Las ponderaciones asignadas a cada variable dentro de la matriz de priorización fueron definidas en función de su relevancia estratégica, técnica y económica respecto al objetivo principal del proyecto: reducir los productos bloqueados por no conformidades en la etapa de formulación. El proceso de

asignación se realizó de manera deliberada, considerando criterios de impacto, controlabilidad y criticidad operativa. (Véase tabla 1-1)

Impacto Económico Esta variable recibió el porcentaje más alto debido a su directa relación con las pérdidas financieras que genera el bloqueo de producto.

Frecuencia de Bloqueos Se asignó una ponderación alta, ya que la recurrencia de no conformidades indica debilidad sistemática en el autocontrol.

Complejidad Técnica del Proceso Esta variable recibió una ponderación intermedia. Si bien la complejidad aumenta el riesgo de desviaciones, también implica que las soluciones deben ser más específicas y técnicas.

Visibilidad Estratégica Evalúa la importancia del producto dentro del portafolio de la empresa y su exposición frente a clientes, auditorías o certificaciones.

Disponibilidad de Datos Se asignó una ponderación menor, pero no despreciable. Aunque no determina la criticidad del producto, sí influye en la viabilidad del análisis y la efectividad del diagnóstico.

Criterio	Peso (%)	Leche proteína	Crema para Batir andaría	Leche vainilla	Leche Chocolate
Impacto económico	30%	5	4	3	3
Frecuencia de bloqueos	20%	2	5	4	3
Complejidad técnica	20%	4	3	3	3
Visibilidad estratégica	15%	5	5	4	4
Disponibilidad de datos	10%	4	5	5	4
	Nota	3,95	4,3	3,6	3,25

Tabla 1-1 Matriz de priorización.

Elaboración propia y jefatura..

En el análisis de los bloqueos correspondientes al producto Crema para Batir Andaria, se evaluaron tanto los motivos técnicos como el destino final del producto afectado. En todos los casos, la causa principal fue la desviación en el contenido de materia grasa, lo que impacta directamente en la funcionalidad del producto, especialmente en su capacidad de alcanzar la consistencia deseada durante el batido.

Como consecuencia, el destino más frecuente de estos lotes bloqueados ha sido su reutilización en productos de conserva, donde los requisitos funcionales son menos exigentes. Esto evidencia que, aunque el producto pierde su aptitud para el uso original,



puede ser redirigido a otros procesos productivos, lo que mitiga parcialmente el impacto económico, pero no resuelve el problema de raíz. (Véase tabla 1-2)

MES	TONS	MOTIVO	DESTINO	SUBMOTIVO
MAYO	7,2	Desviado en materia grasa	Mercado interno	Desviado en funcionalidad
MAYO	7,2	Desviado en materia grasa	Mercado interno	Desviado en funcionalidad
MAYO	7,2	Desviado en materia grasa	Mercado interno	Desviado en funcionalidad
JUNIO	7,2	Desviado en materia grasa	Mercado interno	Desviado en funcionalidad
JUNIO	7,2	Desviado en materia grasa	Mercado interno	Desviado en funcionalidad
JUNIO	7,2	Desviado en materia grasa	Mercado interno	Desviado en funcionalidad
JULIO	7,2	Desviado en materia grasa	Uso en conservas	Desviado en funcionalidad
JULIO	7,2	Desviado en materia grasa	Uso en conservas	Desviado en funcionalidad
JULIO	7,2	Desviado en materia grasa	Uso en conservas	Desviado en funcionalidad
JULIO	7,2	Desviado en materia grasa	Uso en conservas	Desviado en funcionalidad
JULIO	7,2	Desviado en materia grasa	Uso en conservas	Desviado en funcionalidad
AGOSTO	7,2	Desviado en materia grasa	Uso en conservas	Desviado en funcionalidad
AGOSTO	7,2	Desviado en materia grasa	Uso en conservas	Desviado en funcionalidad
AGOSTO	7,2	Desviado en materia grasa	Uso en conservas	Desviado en funcionalidad
AGOSTO	7,2	Desviado en materia grasa	Uso en conservas	Desviado en funcionalidad
SEPTIEMBRE	7,2	Desviado en materia grasa	Uso en conservas	Desviado en funcionalidad
SEPTIEMBRE	7,2	Desviado en materia grasa	Uso en conservas	Desviado en funcionalidad

Tabla 1-2 Comparativa motivo y destinos ton. bloqueadas. Elaboración propia a partir de matriz de priorización técnica y económica aplicada al equipo de calidad.

Durante los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, se observó una reiteración sistemática de bloqueos en el producto Crema para Batir Andaria, todos ellos atribuibles a fallas en el sistema de autocontrol durante la etapa de formulación.

Esta recurrencia indica que, en dichos periodos, la totalidad de los lotes bloqueados fueron consecuencia directa de desviaciones técnicas no detectadas ni corregidas oportunamente, lo que evidencia una falla estructural en el cumplimiento de los parámetros establecidos.

El principal motivo de bloqueo correspondió a desviaciones en el contenido de materia grasa, un parámetro crítico para la funcionalidad del producto.

Cuando la materia grasa se encuentra fuera del rango especificado, la crema no desarrolla la estructura ni la estabilidad necesarias durante el batido, lo que impide que cumpla con su desempeño esperado en su aplicación original.

Debido a esta limitación funcional, los lotes afectados debieron ser redirigidos mayoritariamente a procesos de conserva, donde los requisitos de comportamiento físico y estabilidad son menos exigentes.

Si bien esta alternativa permite mitigar parcialmente el impacto económico inmediato, implica una pérdida de valor agregado y evidencia la necesidad de abordar la causa raíz para evitar recurrencias.

Desde el punto de vista económico, se atribuye a estos bloqueos un costo por incidente estimado en \$17.096.658, (véase tabla 1-3) considerando pérdida de materias primas,

tiempos improductivos, reprocesos, desviación de indicadores de eficiencia y afectación en la planificación de producción.

Este valor refuerza la urgencia de intervenir el sistema de autocontrol, ya que su ineficacia genera un impacto financiero sostenido y acumulativo.

La reiteración de estos eventos durante cinco meses consecutivos confirma que el sistema actual no está cumpliendo su función preventiva ni correctiva, lo que justifica plenamente la implementación de un plan de mejora estructurado, con rediseño de controles, capacitación operativa y seguimiento mediante indicadores clave.

MES	Nº incidentes	TONS TOTALES	COSTO TOTAL
MAYO	3	21,6	\$51.289.974
JUNIO	3	21,6	\$51.289.974
JULIO	5	36	\$85.483.290
AGOSTO	4	28,8	\$68.386.632
SEPTIEMBRE	2	14,4	\$34.193.316
		Total toneladas: 122,4	
		Costo total:	\$290.643.186

Tabla 1-3 Costos asociados al bloqueo. Elaboración propia, datos estimados.

En síntesis, la selección del producto Crema para Batir como foco del presente proyecto responde a un análisis técnico, económico y estratégico sustentado en datos históricos, criterios de priorización y alineación con la política de calidad de la empresa. La reiteración de bloqueos por desviaciones en materia grasa, el impacto funcional del producto, su nuevo destino a conservas, y el costo asociado a este mismo estimado en \$17.096.658 por incidente, evidencian una problemática persistente que requiere intervención estructurada. La existencia de un sistema de autocontrol que no está cumpliendo su función preventiva refuerza la necesidad de rediseñar los mecanismos operativos, fortalecer la capacitación del personal y consolidar una cultura de mejora continua. Este proyecto se plantea como una respuesta concreta, medible y replicable, orientada a mejorar la eficiencia del proceso de formulación, reducir pérdidas operativas y contribuir al cumplimiento de los estándares técnicos y estratégicos de la organización.

1.3 Objetivo general.

Diseñar un plan de mejora continua orientado a fortalecer el sistema de autocontrol en la etapa de formulación de la planta de alimentos lácteos, con especial enfoque en el producto Crema para batir Andaria, con el fin de mejorar el cumplimiento de los estándares de calidad, aumentar la eficiencia operativa y reducir significativamente los productos bloqueados por no conformidades.

1.4 Objetivos específicos.

- Diagnosticar las principales causas de bloqueo del producto Crema para Batir Andaria en la etapa de formulación de la planta de alimentos lácteos y analizar su relación con el cumplimiento del sistema de autocontrol.



- Diseñar un plan de mejora del sistema de autocontrol en la etapa de formulación que aborde las brechas identificadas en su aplicación por parte de los operadores.
- Proponer las acciones propuestas en el plan, considerando ajustes en los procedimientos, capacitaciones, controles y registros operativos enfocados en la correcta formulación del producto.
- Evaluar el impacto y sostenibilidad del sistema de autocontrol mediante indicadores, costos y mejora continua.

1.5 Alcance

Este proyecto se enfoca en mejorar el sistema de autocontrol en la etapa de formulación del producto Crema para Batir Andaria, dentro de la planta de alimentos lácteos. El objetivo es reducir los bloqueos por no conformidades técnicas, como errores en dosificación, mezcla y registros.

Se trabajará con los operadores responsables de la formulación, revisando procedimientos, capacitando en puntos críticos y rediseñando los formatos de control.

El proyecto no incluye otras etapas del proceso, ni productos que no sean Crema para batir.

1.6 Limitaciones

Con el fin de resguardar la confidencialidad de la información financiera de la empresa, este estudio no contempla el uso de cifras reales ni datos económicos sensibles. En su lugar, se emplearán valores referenciales y estimaciones técnicas que permiten ilustrar el impacto económico de los productos bloqueados sin comprometer la privacidad corporativa. Esta decisión responde tanto a criterios éticos como a políticas internas de manejo de información, y no afecta la validez del análisis ni la aplicabilidad de las conclusiones.

CAPÍTULO 2; EL ESTADO DEL ARTE.

En el capítulo 2 se desarrolla el estado del arte correspondiente a la empresa ficticia Lácteos Andaria. En esta sección se presenta una revisión detallada de sus fundamentos estratégicos, incluyendo la misión, visión y valores que orientan su quehacer. Estos elementos, que definen el propósito institucional y proyectan los objetivos de largo plazo, fueron construidos específicamente para el contexto del proyecto académico. Su formulación se encuentra disponible tanto en los documentos internos de planificación como en los distintos espacios de comunicación corporativa simulada que sustentan la identidad organizacional propuesta.

Su formulación responde a los principios de calidad, innovación y compromiso con el cliente, pilares que sustentan las acciones de mejora continua abordadas en este estudio.

2.1 Misión y visión.

2.1.1 Misión.

Lácteos Andaria tiene como misión elaborar productos lácteos y formulaciones vegetales de alta calidad, adaptados a las necesidades de los distintos cliente e instituciones, mediante procesos estandarizados, trazables y sostenibles. La empresa promueve una cultura de mejora continua, capacitación técnica y compromiso con la inocuidad alimentaria.

2.1.2 Visión.

Ser reconocida como una empresa líder en innovación y calidad dentro del sector lácteo chileno, destacando por su capacidad de adaptación técnica, excelencia operativa y enfoque colaborativo con clientes y equipos internos. Lácteos Andaria empresa ficticia aspira a consolidar un modelo de producción eficiente, replicable y alineado con estándares internacionales de gestión alimentaria.

2.2 Política de calidad

Nuestra organización se compromete a ofrecer productos y servicios que cumplan con los más altos estándares de calidad, satisfaciendo las necesidades y expectativas de nuestros clientes, partes interesadas y requisitos legales aplicables.

Para ello, implementamos y mantenemos un Sistema de Gestión de la Calidad basado en los principios de la mejora continua, la prevención de errores y la participación activa de todos los colaboradores.

Como parte de este compromiso, promovemos el autocontrol en los procesos operativos, entendiendo que la calidad no se verifica al final, sino que se construye en cada etapa. Este enfoque permite detectar desviaciones en origen, fortalecer la trazabilidad y empoderar a los equipos para tomar decisiones informadas en tiempo real.

2.3 Organigrama.

A continuación, se presenta el organigrama general en la Figura 1, el cual muestra la estructura jerárquica de la empresa, encabezada por la Gerencia General, desde la cual se desprenden las distintas áreas funcionales. En la figura se observa la distribución de responsabilidades a través de gerencias y subgerencias, permitiendo una clara definición de funciones y líneas de reporte. Esta estructura organizacional facilita la coordinación entre áreas, la toma de decisiones y el cumplimiento de los objetivos estratégicos y de calidad de la organización.

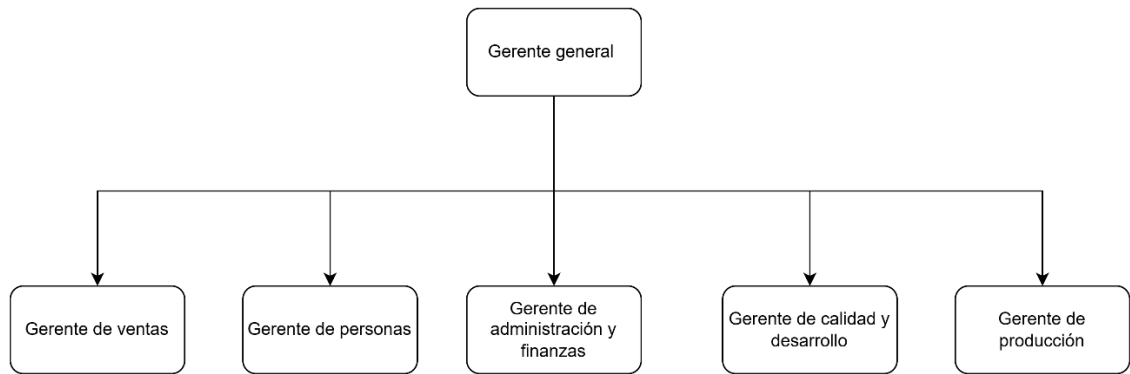


Figura 2-1 Flujo organizacional gerencial.

En la Figura 2-1 se presenta un análisis detallado del área de Producción, específicamente del proceso de formulación de la crema para batir. En esta figura se observa que el jefe de Producción supervisa directamente a los equipos operativos encargados de la preparación y dosificación de insumos, así como al personal responsable del control de parámetros críticos del proceso.

Asimismo, el área de Producción mantiene una coordinación directa con las áreas de Calidad, Mantenimiento y Logística, las cuales apoyan el cumplimiento de los estándares técnicos, la ejecución del mantenimiento preventivo de los equipos y el abastecimiento oportuno de materias primas. Esta estructura permite una gestión integrada del proceso productivo y facilita la implementación del sistema de autocontrol propuesto.

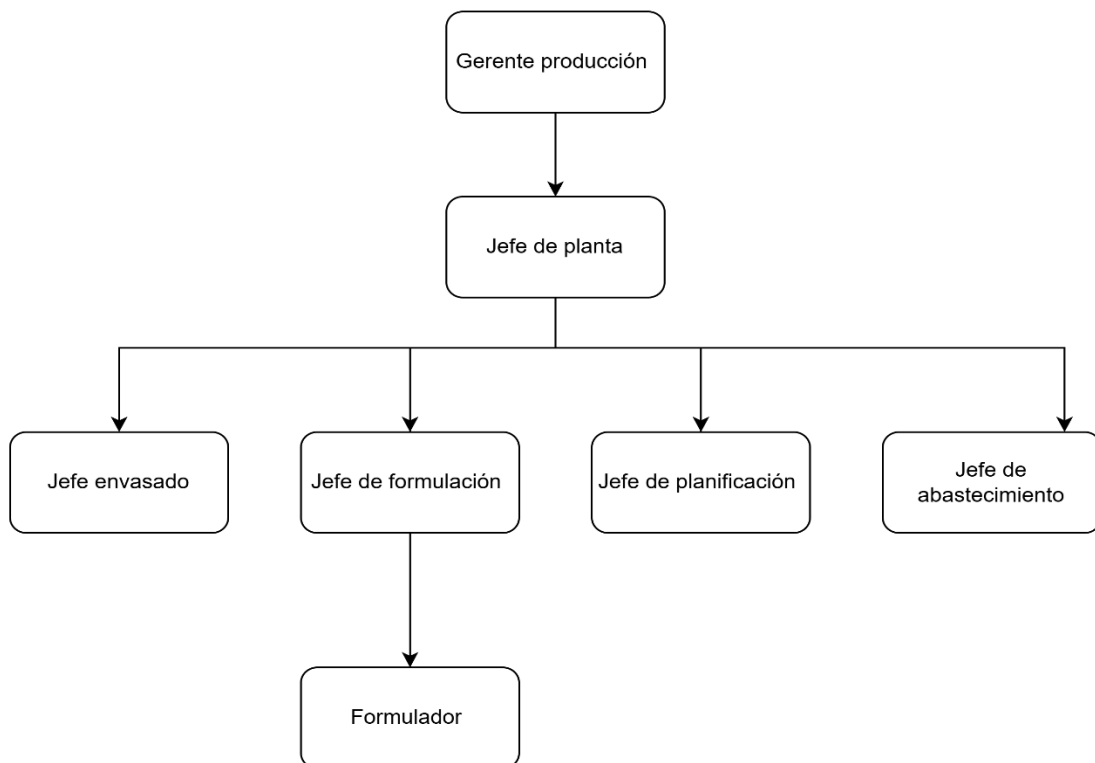


Figura 2-2 Flujo organizacional área formulación

2.4 Marco teórico

A continuación, se abordan los siguientes puntos considerados fundamentales para el desarrollo del proyecto:

- El ciclo PDCA como herramienta de mejora continua

- El sistema de autocontrol en la industria alimentaria
- El diagrama de Ishikawa como técnica de diagnóstico
- La trazabilidad en procesos de formulación
- Indicadores técnicos en la elaboración de crema para batir
- Capacitación operativa y estandarización de formatos

El ciclo PDCA como herramienta de mejora continua.

El ciclo PDCA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar), también conocido como ciclo de Deming, es una metodología de mejora continua que permite abordar problemas operativos de forma estructurada, iterativa y trazable.

Su aplicación en entornos industriales ha demostrado ser eficaz para reducir variabilidad, estandarizar procesos y fomentar la participación técnica en la solución de problemas.

Según Deming (1986), el ciclo PDCA permite “transformar la planificación en acción controlada, validada por datos y ajustada por retroalimentación” (Deming, 1986).

En el contexto de la industria alimentaria, esta herramienta facilita la intervención sobre parámetros críticos como la formulación de productos, la estandarización de procedimientos y la validación de resultados mediante indicadores técnicos.

En el presente proyecto, el ciclo PDCA se aplica para reducir la variabilidad en la formulación de crema para batir, estructurando las acciones en cuatro etapas claramente definidas:

- Planificar: Diagnóstico de causas raíz mediante el diagrama de Ishikawa y revisión de registros históricos.
- Hacer: Implementación del plan de mejora, capacitación técnica y rediseño de formatos de autocontrol.
- Verificar: Evaluación de resultados mediante indicadores como viscosidad, % de grasa y consistencia.
- Actuar: Ajustes finales, estandarización de procedimientos y retroalimentación al sistema de autocontrol.

Esta estructura metodológica permite asegurar la trazabilidad de las acciones, mantener un registro claro de cada acción realizada, facilita la elaboración y el ordenamiento de la documentación técnica, y contribuye a fortalecer una cultura interna orientada a la mejora continua dentro de Lácteos Andaria.

2.4.1 El sistema de autocontrol en la industria alimentaria

En la industria de los alimentos, el autocontrol se entiende como un conjunto de procedimientos internos que permiten a las empresas asegurar la calidad e inocuidad de sus productos mediante la supervisión continua de sus procesos.

Este enfoque disminuye la dependencia de inspecciones externas y se encuentra alineado con marcos normativos ampliamente reconocidos, como el Codex Alimentarius y la norma ISO 22000:2018.

Ambos lineamientos promueven sistemas de gestión basados en la identificación de peligros, el control de puntos críticos y la validación de medidas preventivas que garanticen la seguridad del alimento.

Mortimore y Wallace (2013) destacan que un autocontrol bien implementado “permite detectar desviaciones en tiempo real, reducir riesgos y fortalecer la trazabilidad”, un aspecto especialmente relevante en procesos sensibles como la formulación de productos lácteos.

Además de su dimensión técnica, el autocontrol contribuye a consolidar una cultura organizacional orientada a la responsabilidad, la disciplina operativa y la mejora continua.

En el caso de Lácteos Andaria, el sistema de autocontrol se aplica mediante registros operativos, formatos verificables y monitoreo de parámetros críticos como el porcentaje de grasa, la viscosidad y la consistencia del producto final.

Sin embargo, el diagnóstico realizado en la etapa de planificación reveló que estos formatos presentan inconsistencias entre turnos, escasa estandarización y limitaciones en la verificación visual, lo que afecta la capacidad de respuesta ante desviaciones.

El rediseño y mejora de los formatos de autocontrol propuesto en este proyecto tiene como propósito:

- Estandarizar los criterios de evaluación técnica.
- Facilitar la lectura y validación por parte de supervisores.
- Integrar los registros al sistema de mejora continua basado en el ciclo PDCA.
- Promover la participación activa del personal operativo en el control de calidad.

Este enfoque permite fortalecer la trazabilidad, mejorar la toma de decisiones y reducir la variabilidad en la formulación de crema para batir, alineando la operación con los principios de gestión de calidad reconocidos internacionalmente.

2.4.2 El diagrama de Ishikawa como técnica de diagnóstico

El diagrama de Ishikawa conocido también como diagrama de causa-efecto o espina de pescado es una herramienta que ayuda a ordenar y visualizar las posibles causas que pueden estar detrás de un problema. Fue desarrollado por Kaoru Ishikawa en 1943 y, con el tiempo, se volvió un recurso habitual en el análisis de calidad. Su estructura permite agrupar las causas en categorías como maquinaria, métodos, materiales, mano de obra, medición y medio ambiente (las llamadas 6M). Esta forma de organizar la información facilita el trabajo en equipo y hace más sencillo discutir, comparar y priorizar las acciones que se deben abordar.

Ishikawa (1985) sostiene que “la calidad comienza con la educación y termina con la participación”, destacando el valor del trabajo en equipo en el análisis de causas.

En el contexto de la industria alimentaria, esta herramienta resulta especialmente útil para diagnosticar desviaciones en parámetros críticos como viscosidad, porcentaje de grasa o consistencia del producto. En el presente proyecto, el diagrama de Ishikawa fue aplicado en la etapa de planificación para identificar las causas de variabilidad en la formulación de crema para batir.

Este diagnóstico sirvió como base para el diseño del plan de mejora, permitiendo focalizar las acciones en causas controlables y establecer indicadores de verificación para cada categoría.

2.4.3 La trazabilidad en procesos de formulación

La trazabilidad es la capacidad de seguir el historial, la aplicación o la ubicación de un producto a lo largo de todas las etapas de producción, transformación y distribución. En la industria alimentaria, este concepto es fundamental para garantizar la inocuidad, la calidad técnica y el cumplimiento normativo, especialmente en procesos sensibles como la formulación de productos lácteos.

Según la norma ISO 22000:2018, la trazabilidad debe permitir “identificar el origen de los insumos, los parámetros de proceso aplicados y el destino de cada lote producido” (normalización, 2018), lo que facilita la gestión de riesgos, la respuesta ante desviaciones y la validación de acciones correctivas.

En el contexto de Lácteos Andaria, la trazabilidad se aplica mediante registros operativos, formatos de autocontrol y codificación de lotes. Sin embargo, el diagnóstico realizado en la etapa de planificación reveló debilidades en la estandarización de registros, la legibilidad de los formatos y la integración de la información entre turnos. Estas brechas dificultan la verificación técnica y la retroalimentación efectiva del sistema de mejora continua.

El presente proyecto propone fortalecer la trazabilidad mediante:

- Rediseño de formatos de autocontrol con campos estandarizados y criterios técnicos claros.
- Capacitación del personal en el registro y validación de datos críticos.
- Integración de los registros al ciclo PDCA para facilitar el análisis y la toma de decisiones.
- Implementación de indicadores de trazabilidad como porcentaje de registros completos, tiempo de respuesta ante desviaciones y frecuencia de auditorías internas.

Este enfoque permite mejorar la calidad técnica del producto, reducir la variabilidad en la formulación y asegurar la trazabilidad operativa en línea con los estándares internacionales.

2.4.4. Indicadores técnicos en la elaboración de crema para batir

Los indicadores técnicos cumplen un rol clave en la evaluación del desempeño de los procesos productivos, ya que permiten medir si las acciones aplicadas están dando los resultados esperados, identificar desviaciones y respaldar la toma de decisiones con información objetiva. En la industria alimentaria, estos indicadores deben ser claros, medibles y pertinentes al proceso, además de contar con trazabilidad suficiente para seguir la evolución del producto. Esto resulta especialmente importante en la formulación de productos lácteos, donde pequeñas variaciones pueden afectar la calidad final.

Según Montgomery (2019), “los indicadores técnicos permiten establecer límites de control, evaluar la estabilidad del proceso y validar la efectividad de las mejoras aplicadas”. En el presente proyecto, se definieron indicadores clave para monitorear la formulación de crema para batir, considerando los parámetros críticos que afectan la calidad del producto final.

Los principales indicadores utilizados son:

- **% de grasa:** valor técnico que determina la textura, estabilidad y comportamiento del producto en aplicaciones culinarias. Se mide mediante refractometría o análisis gravimétrico.
- **Viscosidad:** parámetro que influye en la capacidad de batido y en la percepción sensorial. Se evalúa con viscosímetro rotacional.
- **% de registros completos en autocontrol:** métrica de trazabilidad y disciplina operativa.
- **Tiempo de respuesta ante desviaciones:** indicador de eficacia del sistema de mejora continua.

Estos indicadores fueron integrados al ciclo PDCA en la etapa de verificación, permitiendo validar el impacto de las acciones correctivas y retroalimentar el sistema de autocontrol. Además, se utilizaron como base para la estandarización de formatos y la capacitación técnica del personal operativo.

2.4.5. Capacitación operativa y estandarización de formatos

La capacitación operativa es un componente esencial en la implementación de sistemas de calidad, ya que permite que el personal comprenda, aplique y mantenga los procedimientos definidos. En entornos productivos como la industria alimentaria, la formación técnica debe estar alineada con los estándares de calidad, inocuidad y trazabilidad, y debe considerar tanto el conocimiento técnico como las habilidades prácticas.

Evans y Lindsay destacan que “la calidad no se logra únicamente con sistemas bien diseñados, sino con personas capacitadas que los ejecuten correctamente”. (Evans, 2016) En este sentido, la estandarización de formatos operativos es una herramienta clave para asegurar la coherencia entre turnos, facilitar la verificación visual y reducir la variabilidad en los registros.

En el proyecto aplicado a Lácteos Andaria, se identificaron brechas en la capacitación técnica del personal y en la estructura de los formatos de autocontrol. Estas brechas se manifestaban en:

- Inconsistencias en los criterios de evaluación entre turnos.
- Registros incompletos o ilegibles.
- Dificultad para interpretar los datos en auditorías internas.

Como respuesta, se propuso un plan de capacitación técnica enfocado en:

- El uso correcto de instrumentos de medición (viscosímetros, refractómetros).
- La interpretación de parámetros críticos como % de grasa y consistencia.
- El registro estandarizado de datos en formatos rediseñados.
- La integración de los formatos al ciclo PDCA como herramienta de mejora continua.

La estandarización de formatos incluyó campos definidos, criterios técnicos claros y diseño visual que facilita la lectura y validación. Esta acción no solo mejora la trazabilidad, sino que fortalece la cultura de calidad y la participación del personal en el sistema de autocontrol.

El análisis teórico realizado permite sustentar metodológicamente la aplicación de herramientas de calidad en el proceso de formulación de crema para batir en la empresa simulada Lácteos Andaria. La integración del ciclo PDCA, el sistema de autocontrol y el

diagrama de Ishikawa proporciona un enfoque estructurado, participativo y verificable para abordar la variabilidad técnica del producto.

El ciclo PDCA actúa como eje metodológico, permitiendo planificar, ejecutar, verificar y ajustar acciones de mejora continua con base en datos objetivos. El sistema de autocontrol, alineado con normas como ISO 22000:2018 y el Codex Alimentarius, refuerza la responsabilidad operativa y la trazabilidad de los procesos. Por su parte, el diagrama de Ishikawa facilita la identificación de causas raíz, promoviendo un diagnóstico participativo y orientado a la acción.

Asimismo, la incorporación de indicadores técnicos específicos —como el porcentaje de grasa, la viscosidad y la consistencia permite evaluar el desempeño del proceso con criterios cuantificables. La estandarización de formatos y la capacitación del personal operativo fortalecen la cultura de calidad, reducen la variabilidad entre turnos y aseguran la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

En conjunto, estos elementos configuran un marco conceptual robusto que respalda la intervención propuesta, garantizando su coherencia técnica, su alineación con estándares internacionales y su aplicabilidad en contextos reales de producción alimentaria.

2.5 Ciclo de gestión del PDCA.

El Ciclo de Gestión PDCA, también conocido como ciclo PHVA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar), es una metodología eficaz para la gestión y mejora continua, ampliamente difundida por W. Edwards Deming. Se trata de un enfoque estructurado que promueve el pensamiento crítico y la resolución sistemática de problemas, siendo una herramienta clave en la gestión de calidad en entornos productivos.

Este ciclo implica un proceso iterativo que permite planificar acciones correctivas, ejecutarlas bajo condiciones controladas, verificar los resultados obtenidos y ajustar el sistema en función de los hallazgos. Su aplicación ha sido reconocida en diversos modelos de gestión, incluyendo sistemas de calidad total, manufactura esbelta y normas internacionales como ISO 9001 e ISO 22000.

Diversos autores han abordado el PDCA como parte de un enfoque más amplio de mejora continua. Por ejemplo, Imai en *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success* explora cómo el concepto de Kaizen se integra con las ideas de Deming y el ciclo PDCA en la gestión japonesa (Imai, 1986). Scholtes, en *The Leader's Handbook*, discute cómo los principios de Deming pueden aplicarse al liderazgo y la gestión organizacional, incluyendo el uso del PDCA como herramienta de mejora (Scholtes, 1998). Por su parte, Liker, en *The Toyota Way*, detalla cómo Toyota implementa prácticas de mejora continua inspiradas en el ciclo PDCA, como parte fundamental de su filosofía de gestión (Liker, 2004).

2.5.1 Cuatro pasos del ciclo de Deming aplicados al análisis y mejora del proceso

Se utiliza lo señalado por José M. Alemany (2004) en su artículo “El ciclo Shewhart o el ciclo Deming”, donde describe las etapas del ciclo PDCA como Planificar (PLAN), Hacer (DO), Verificar (CHECK) y Actuar (ACTION). Este modelo se aplica al proceso de formulación de crema para batir en la empresa Lácteos Andaria, con el objetivo de reducir la variabilidad técnica entre lotes y fortalecer el sistema de autocontrol. (Alemany, 2004)

Paso 1: Planificar (PLAN)

Se analiza el proceso productivo y se definen acciones para mejorar la consistencia técnica del producto. Se trabaja en cinco subpasos, siguiendo la estructura propuesta por Alemany:

1. Definir el objetivo Se establece como meta reducir la variabilidad en parámetros críticos como % de grasa, viscosidad y consistencia, asegurando trazabilidad y estandarización entre turnos.
2. Recopilar los datos Se revisan registros históricos, formatos de autocontrol, entrevistas con operarios y resultados de laboratorio. Se identifican síntomas como registros incompletos y criterios no estandarizados.
3. Elaborar el diagnóstico Se aplica el diagrama de Ishikawa para identificar causas raíz agrupadas en método, personal, materiales y entorno. Se detecta que la falta de capacitación técnica y la ausencia de formatos estandarizados son factores recurrentes.
4. Elaborar pronósticos Se proyecta que la implementación de formatos técnicos y capacitación permitirá reducir la desviación estándar entre lotes y mejorar el cumplimiento del sistema de autocontrol.
5. Planificar los cambios Se diseña un plan de acción que incluye rediseño de formatos, capacitación técnica, definición de indicadores y validación mediante auditoría interna.

Paso 2: Hacer (DO)

Se implementan las acciones planificadas en una escala controlada. Se capacita al personal en el uso de instrumentos de medición, se aplican los nuevos formatos en turnos piloto y se registran los datos técnicos de cada lote. Esta fase permite validar la aplicabilidad de las mejoras antes de su implementación total.

Paso 3: Verificar (CHECK)

Se comparan los resultados obtenidos con los objetivos definidos. Se analiza la reducción en la desviación estándar de los parámetros técnicos, el porcentaje de registros completos y la coherencia entre turnos. Se verifica si se ha logrado el objetivo previsto.

Paso 4: Actuar (ACTION)

Se estudian los resultados desde la óptica del aprendizaje organizacional: ¿qué se aprendió?, ¿cómo se puede aplicar a gran escala?, ¿cómo se estandariza y mantiene la mejora lograda? Se propone replicar el modelo PDCA en otros procesos como envasado y pasteurización.

Paso 5: Reinicio del ciclo

Una vez estabilizado el proceso en su nueva condición, se inicia una nueva vuelta del ciclo PDCA, enfocada en optimizar el rendimiento energético y reducir el impacto ambiental. Esto refuerza la visión del PDCA como una espiral de mejora continua hacia la excelencia operativa.

2.5.2 Ejemplo de implantación del ciclo PDCA

La implementación del ciclo PDCA en la empresa simulada Lácteos Andaria, dedicada a la producción de crema para batir, sirve como ejemplo práctico de esta metodología. En este caso, se adopta un enfoque de mejora continua para abordar un problema técnico recurrente: el bloqueo de toneladas de producto debido a desviaciones en el porcentaje de materia grasa. A partir de este diagnóstico, se desarrolla un proceso sistemático que incluye las siguientes etapas:

Análisis de mejoras; Se identifican áreas críticas del proceso de formulación, especialmente aquellas que generan variabilidad técnica entre lotes. El análisis incluye revisión de registros, entrevistas con operarios y evaluación del sistema de autocontrol. Se detecta que la falta de estandarización en la medición de materia grasa y la ausencia de formatos técnicos contribuyen al problema.

Verificación y ajuste; las mejoras propuestas, como el rediseño de formatos de autocontrol y la capacitación en uso de instrumentos de medición, se evalúan en cuanto a su viabilidad e impacto. Se seleccionan las más prometedoras para ser implementadas en una prueba piloto en dos turnos consecutivos, con trazabilidad por lote y operario.

Implementación a gran escala; una vez validadas las mejoras, se implementan de forma permanente en la línea de producción. Se actualizan los procedimientos operativos, se integran los formatos al sistema de autocontrol y se establece un plan de seguimiento mensual. Esto permite reducir significativamente las toneladas bloqueadas y mejorar la consistencia técnica del producto.

Este ejemplo ilustra cómo el ciclo PDCA puede ser aplicado efectivamente en un contexto industrial para mejorar procesos, reducir pérdidas operativas y fortalecer la cultura de calidad técnica en la organización. (Litre, 2012)

CAPÍTULO 3; DESARROLLO.

3.1 FODA de la empresa.

En la parte 3.1 se enfoca plenamente en realizar el análisis FODA llevado a cabo para la empresa ficticia Lácteos Andaria este cuenta con capacidades técnicas y humanas para abordar sus debilidades, especialmente si se implementa una estrategia estructurada de mejora continua. Las oportunidades están alineadas con acciones correctivas ya identificadas en el ciclo PDCA, mientras que las amenazas pueden mitigarse mediante estandarización, capacitación y control.

FODA	FORTALEZAS - Personal operativo con experiencia en formulación técnica. - Existencia de registros históricos y hojas de autocontrol. - Disponibilidad de instrumentos de medición (refractómetro, viscosímetro). - Compromiso del equipo técnico en la mejora continua. - Capacidad de realizar pruebas piloto y ajustes operativos	DEBILIDADES - Procedimientos de mezcla no estandarizados entre turnos. - Parámetros técnicos mal definidos en la receta. - Capacitación desigual entre turnos. - Dosificación incorrecta de leche descremada (42% de desviaciones)
OPORTUNIDADES Implementación del ciclo PDCA para reducir variabilidad técnica. - Digitalización de formatos de autocontrol para mejorar trazabilidad. - Establecimiento de criterios técnicos claros y verificables. - Integración de mantenimiento preventivo en el plan operativo. - Fortalecimiento de la formación técnica mediante programas internos.	- Aprovechar la experiencia del personal operativo para liderar la estandarización de procedimientos. - Integrar instrumentos técnicos disponibles con nuevas tecnologías de trazabilidad digital. - Fortalecer el sistema de autocontrol incorporando validación de aditivos y compatibilidad técnica.	- Utilizar la oportunidad de capacitación transversal para corregir brechas entre turnos. - Redefinir parámetros técnicos en la receta aprovechando el impulso de mejora continua. - Implementar formatos estandarizados para reducir errores en registros manuales.
AMENAZAS - Bloqueo de toneladas por grasa fuera de especificación, afectando eficiencia. - Condiciones ambientales no controladas (humedad, iluminación). - Proveedores con especificaciones inconsistentes en materia prima. - Riesgo de reprocesos y pérdida de producto por falta de control técnico. - Falta de retroalimentación entre áreas operativas y técnicas.	- Usar la cultura de mejora continua para mitigar el impacto de bloqueos por desviaciones técnicas. - Activar protocolos de mantenimiento preventivo aprovechando la disponibilidad de registros históricos. - Promover retroalimentación técnica entre áreas para enfrentar variabilidad en insumos.	- Establecer controles metrológicos periódicos para evitar pérdida de trazabilidad. - Controlar condiciones ambientales críticas mediante monitoreo y ajustes operativos. - Documentar la secuencia de mezcla para evitar decisiones subjetivas en condiciones operativas variables.

Figura 3-1 FODA área formulación. Elaboración propia a partir de entrevistas al personal operativo, revisión de registros de autocontrol y análisis del proceso productivo.

En la categorización del análisis FODA realizado para el proceso de formulación de crema para batir en Lácteos Andaria, se han definido estrategias específicas para cada segmento.

En el caso de las fortalezas, se propone capitalizar la experiencia técnica del personal y la disponibilidad de instrumentos de medición, con el fin de estandarizar procedimientos y fortalecer el sistema de autocontrol.

Respecto a las oportunidades, se recomienda implementar tecnologías de trazabilidad digital y programas de capacitación transversal, aprovechando el contexto favorable para la mejora continua y la validación técnica de insumos.

Con respecto a las debilidades, se aconseja mejorar la falta de estandarización en la receta técnica, también la documentación operativa y establecer controles metrológicos periódicos con la finalidad de reducir la variabilidad entre lotes.

En cuanto a las amenazas, se sugiere robustecer los distintos protocolos de mantenimiento, controlar las condiciones ambientales críticas y establecer mecanismos de verificación cruzada para evitar bloqueos por desviaciones técnicas.

Estas estrategias, que abarcan tácticas ofensivas, de conversión, defensivas y de supervivencia, han sido desarrolladas considerando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificadas en el análisis FODA.

Este enfoque integrado busca ofrecer una guía para el posicionamiento técnico-operativo del proceso de formulación y para la consolidación de una cultura de mejora continua en Lácteos Andaria.

3.2 Información recopilada

3.2.1 Descripción del proceso productivo en Lácteos Andaria

En la planta de Lácteos Andaria, la estructura productiva se organiza en áreas especializadas que permiten una operación técnica eficiente y trazable. El proceso de formulación de crema para batir se desarrolla principalmente en el área de mezcla y homogeneización, complementado por las secciones de control técnico, pasteurización, enfriamiento y envasado.

Respecto a la dinámica operativa, la planta funciona en tres turnos: matutino, vespertino y nocturno, con un equipo técnico asignado a cada uno. El turno C ha sido identificado como el más crítico en términos de variabilidad técnica, especialmente en parámetros como viscosidad y porcentaje de materia grasa. Cada turno cuenta con operarios, supervisores y coordinadores que gestionan las operaciones diarias, validan registros de autocontrol y solicitan insumos según requerimientos de producción.

El proceso productivo inicia con la recepción de materias primas, donde se verifica la calidad de leche descremada, grasa láctea, estabilizantes y aditivos. Esta etapa está a cargo del área de calidad, que valida especificaciones técnicas y registra la trazabilidad por proveedor y lote.

Una vez aprobados los insumos, se procede a la dosificación y mezcla, etapa crítica del proceso. La dosificación puede ser automática o manual, dependiendo del turno y del estado de los equipos. La secuencia de incorporación de ingredientes debe seguir un orden técnico preestablecido, aunque se ha detectado que en algunos turnos esta secuencia no está documentada, lo que genera variabilidad en la emulsión.

La mezcla se somete luego a homogeneización, donde se ajusta la presión y temperatura para estabilizar la emulsión y reducir el tamaño de los glóbulos grasos. Esta etapa influye directamente en la textura y funcionalidad de la crema para batir.

Posteriormente, se realiza el control técnico de parámetros, donde se mide el porcentaje de materia grasa (objetivo: $35,0 \pm 0,5\%$). Estas mediciones se registran en hojas de autocontrol, que son validadas por los operarios y supervisores. Se ha detectado que los

registros se completan manualmente y sin verificación cruzada, lo que afecta la confiabilidad del sistema.

Una vez validado el lote, se pasa a la pasteurización, que se realiza bajo condiciones UHT (alta temperatura por corto tiempo), seguida de un enfriamiento controlado y almacenamiento intermedio en estanques de frío. Finalmente, el producto se traslada al área de envasado, donde se verifica el peso neto, el cierre hermético y el etiquetado por lote.

Cada etapa del proceso está sujeta a controles operativos y técnicos, aunque el diagnóstico inicial ha evidenciado debilidades en la estandarización de procedimientos, calibración de equipos y formación del personal. Estas observaciones fundamentan la necesidad de aplicar el ciclo PDCA como herramienta de mejora continua para reducir la variabilidad técnica y fortalecer la trazabilidad del sistema de autocontrol.

3.2.2 Area de formulación.

En el área de formulación de Lácteos Andaria, se lleva a cabo el ajuste técnico de la crema concentrada que llega como materia prima desde origen. Esta crema, con un porcentaje de materia grasa superior al requerido (usualmente entre 39% y 40%), es sometida a un proceso de corrección mediante la incorporación controlada de leche descremada, con el objetivo de alcanzar el valor técnico especificado de $35,0 \pm 1,0\%$.

La formulación se realiza en tanques de mezcla con agitación controlada, donde se combinan la crema base y la leche descremada en proporciones calculadas por el equipo técnico. Este ajuste es fundamental para garantizar la funcionalidad del producto final, especialmente en lo que respecta a la capacidad de batido, la estabilidad de la emulsión y la viscosidad.

La leche descremada utilizada en esta etapa proviene de lotes internos previamente verificados, y su dosificación puede ser manual o automática, dependiendo del turno operativo y del estado de los equipos. Se ha identificado que el 42% de las desviaciones en el porcentaje de materia grasa se deben a errores en esta dosificación, lo que convierte esta etapa en un punto crítico del proceso.

Durante la formulación, se realizan controles técnicos de parámetros clave como el porcentaje de grasa y la viscosidad. Estos valores se registran en hojas de autocontrol completadas manualmente por los operarios. Sin embargo, se ha detectado que en algunos turnos, especialmente el turno C, los criterios de aceptación son aplicados de forma subjetiva, y los registros no cuentan con verificación cruzada, lo que afecta la trazabilidad del sistema.

Además, los sensores de viscosidad utilizados en esta etapa no han sido calibrados en los últimos tres meses, lo que compromete la confiabilidad de las mediciones. Esta situación se agrava por la falta de estandarización en los procedimientos de mezcla y por la capacitación desigual entre turnos, lo que genera variabilidad técnica entre lotes.

Actualmente, no existe un protocolo formal para validar la secuencia de incorporación de ingredientes ni para documentar los ajustes realizados en cada lote. Esta ausencia de estandarización limita la capacidad del sistema para prevenir desviaciones y dificulta la retroalimentación técnica entre áreas.

El equipo técnico ha sugerido la necesidad de implementar mejoras en esta área, incluyendo la estandarización de procedimientos, la calibración periódica de instrumentos, y la capacitación transversal del personal operativo. Estas acciones permitirían reducir la variabilidad técnica, mejorar la trazabilidad del proceso y fortalecer el sistema de autocontrol en la etapa de formulación.

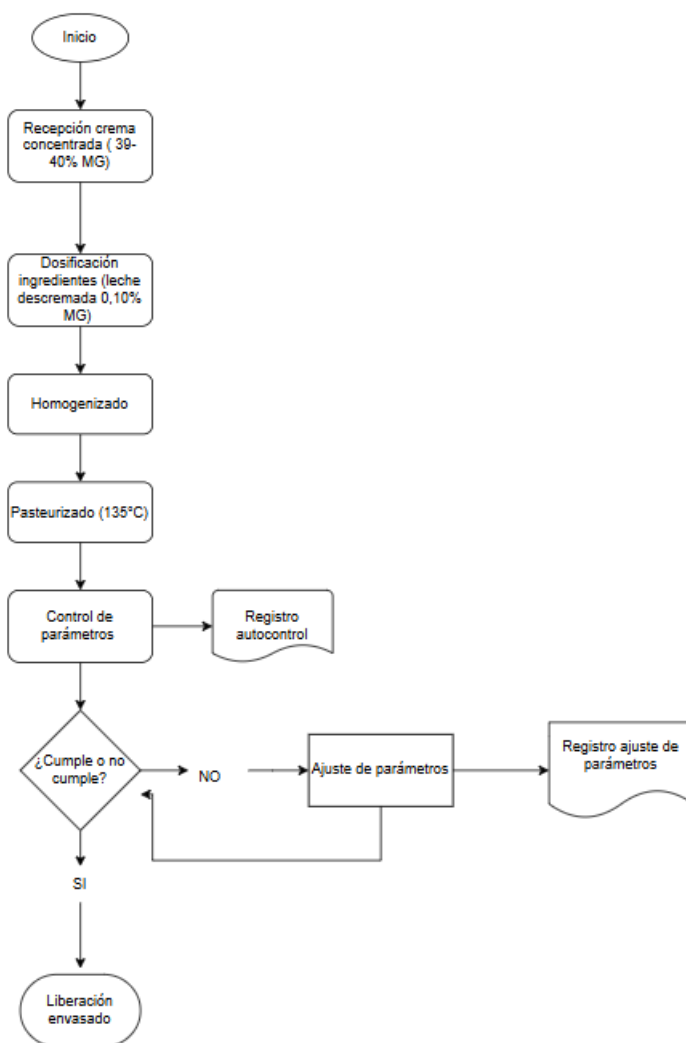


Figura 3-2 Diagrama de flujo, formulación crema para batir. Elab. Propia.

3.3 Creación del FOCUS GROUP con personal de formulación,

En Lácteos Andaria, se ha conformado un equipo operativo especializado para examinar y abordar las problemáticas detectadas en la etapa de formulación de crema para batir. Este grupo está compuesto por cinco integrantes clave, seleccionados por su experiencia directa en el proceso y su rol dentro del sistema de autocontrol.

El equipo incluye tres formuladores, cada uno con conocimiento técnico sobre la dosificación de leche descremada, el ajuste de materia grasa y la operación de mezcladores. Además, se incorpora un representante del área de calidad, responsable de validar los parámetros técnicos y verificar el cumplimiento de especificaciones.

Finalmente, participa un supervisor de formulación, encargado de coordinar las actividades del área y asegurar la continuidad operativa entre turnos.

El propósito de este grupo focal, convocado específicamente para esta etapa crítica del proceso, es reunirse para discutir y analizar las desviaciones técnicas recurrentes, especialmente aquellas relacionadas con el porcentaje de materia grasa y la viscosidad del producto. Se busca aprovechar las distintas perspectivas operativas, técnicas y de supervisión para obtener una comprensión más profunda de los factores que afectan la estabilidad del producto y la trazabilidad del sistema.

Este enfoque colaborativo y orientado al terreno es clave para identificar oportunidades de mejora, validar hallazgos del diagnóstico técnico y proponer soluciones realistas que puedan ser integradas en el ciclo PDCA y en el plan de mejora continua de la planta.

3.3.1 Lluvia de ideas.

En el marco del proceso de formulación de crema para batir, se ha otorgado especial atención a las ideas y opiniones del personal operativo con el fin de identificar los problemas más frecuentes que enfrentan en la ejecución diaria. Las contribuciones de los formuladores, supervisores y representantes de calidad son consideradas valiosas, ya que reflejan la experiencia directa en el ajuste técnico de la materia grasa y en el uso de instrumentos de control.

Durante esta actividad se aplicó un método de filtrado que permitió concentrarse en los aspectos más relevantes del proceso, especialmente en aquellos que influyen de manera directa en la variabilidad técnica del producto. Las observaciones obtenidas se analizarán con mayor detalle en el capítulo siguiente, a través de la elaboración de un Diagrama de Ishikawa, herramienta que facilitará la exploración de las causas fundamentales asociadas a las desviaciones detectadas en los parámetros críticos.

Este enfoque permite profundizar en los distintos desafíos que surgen durante la formulación y enfocada en la búsqueda de soluciones que aporten mejoras reales al proceso. La utilización de una dinámica de brainstorming o lluvia de ideas, abre espacio para que diferentes perspectivas se integren en el análisis, favoreciendo una revisión conjunta que ayuda a detectar causas y alternativas que no siempre se identifican de manera individual. En conjunto, estas prácticas fortalecen el sistema de autocontrol y contribuyen a consolidar una cultura de mejora continua dentro de Lácteos Andaria.



N°	Problema detectado
1	Leche descremada sin verificación técnica previa
2	Fallas en dosificadores automáticos sin alerta
3	Secuencia de mezcla no estandarizada entre turnos
4	Iluminación insuficiente en área de mezcla
5	Instrumentos sin calibración vigente
6	Criterios de aceptación del lote no definidos
7	Registros manuales incompletos o ilegibles
8	Condiciones ambientales no monitoreadas
9	Presión operativa que acorta tiempos de mezcla
10	Falta de tabla técnica para calcular dilución según % MG inicial
11	Variabilidad en tiempos de mezcla entre operarios
12	Refractómetro sin validación funcional
13	Falta de comunicación entre turnos
14	Capacitación informal para nuevos operarios
15	No existe espacio formal para registrar observaciones técnicas
16	Cambios de proveedor sin aviso operativo
17	Supervisión intermitente en momentos críticos del proceso
18	Ausencia de procedimiento ante desviaciones en % MG
19	Validación de lotes basada en experiencia, no en datos

Tabla 3-1 Lluvia de ideas. Elab. Propia, junto a operadores.

3.4 Diagrama de Ishikawa

Problema central: Variabilidad en la formulación de crema para batir (grasa fuera de especificación, viscosidad inestable)

Categoría	Causas identificadas
Método	- Procedimiento de mezcla no estandarizado entre turnos- Falta de verificación cruzada en hojas de autocontrol-parámetro mal definido en receta.
Máquina	- Sensor de viscosidad descalibrado- Dosificador automático con fallas intermitentes
Mano de obra	- Capacitación desigual entre turnos- Interpretación subjetiva de parámetros técnicos
Materiales	- Variabilidad en la calidad de grasa vegetal- Lotes de leche con distinta densidad sin ajuste previo
Medio ambiente	- Temperatura ambiente afecta viscosidad- Iluminación deficiente en área de mezcla (afecta lectura visual de consistencia)

Tabla 3-2 Causas identificadas. Elab. Propia provenientes de charla e inspección en planta.

Identificadas las causas, armamos la espina de pescado con los antecedentes antes mencionados.

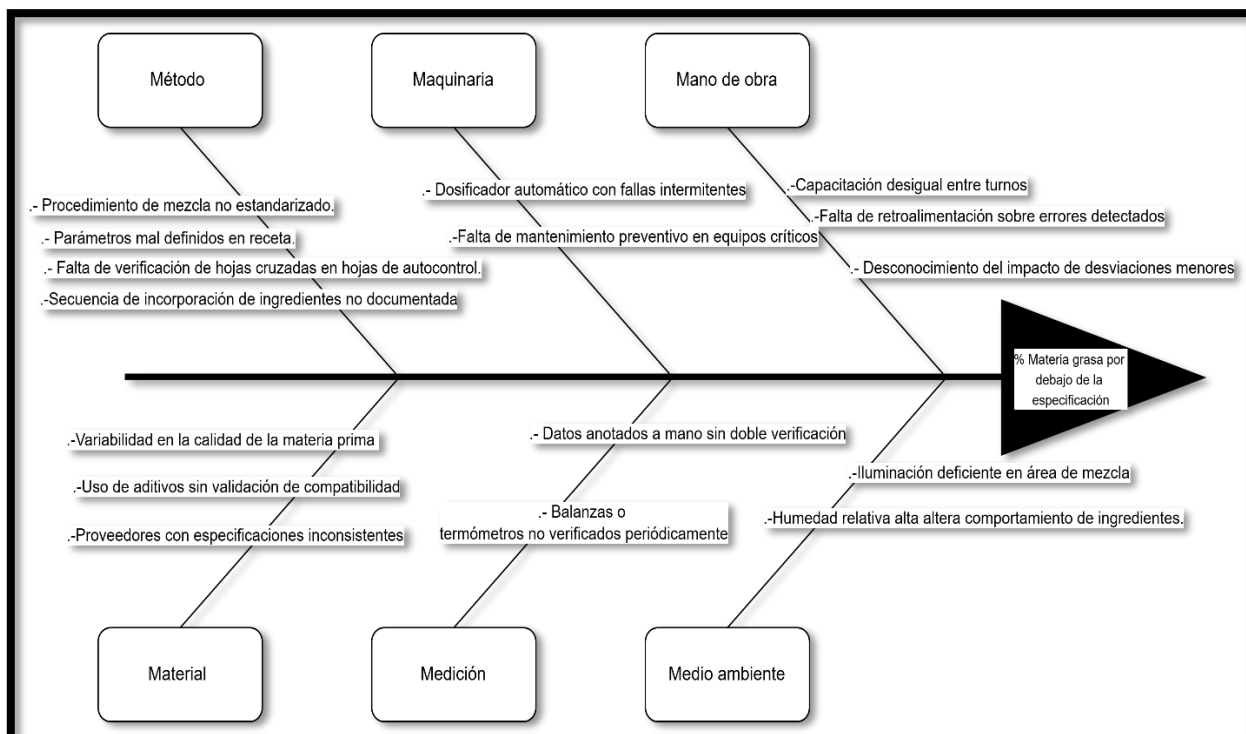


Figura 3-3 Diagrama Ishikawa. Elaborado a partir de lluvia de ideas.

3.4.1 Análisis diagrama Ishikawa.

Como parte del diagnóstico técnico del proceso de formulación en Lácteos Andaria, se construyó un Diagrama de Ishikawa para identificar las causas raíz de la variabilidad en el porcentaje de materia grasa, principal motivo de bloqueo de toneladas de producto. El análisis se estructuró en seis categorías: Método, Maquinaria, Mano de obra, Material, Medición y Medio ambiente.

Categorías y causas raíz

Método

- Procedimiento de mezcla no estandarizado entre turnos.
- Parámetros mal definidos en la receta técnica (rangos ambiguos).
- Falta de verificación cruzada en hojas de autorización.
- Secuencia de incorporación de ingredientes no documentada.

Impacto: Genera inconsistencias en la mezcla y dificulta la trazabilidad técnica.

Maquinaria

- Dosificador automático con fallas intermitentes.
- Ausencia de mantenimiento preventivo en equipos críticos.

Impacto: Afecta la precisión en la dosificación de ingredientes clave como leche descremada.

Mano de obra

- Capacitación desigual entre turnos.



- Falta de retroalimentación sobre errores cometidos.
- Desconocimiento del impacto técnico de desviaciones menores.

Impacto: Contribuye a decisiones operativas subjetivas y errores no corregidos.

Material

- Variabilidad en la calidad de la materia prima.
- Uso de aditivos sin validación de compatibilidad.
- Proveedores con especificaciones inconsistentes.

Impacto: Aumenta la probabilidad de desviaciones técnicas en la mezcla.

Medición

- Datos anotados a mano sin doble verificación.
- Balanzas y termómetros sin verificación periódica.

Impacto: Reduce la confiabilidad de los registros técnicos y dificulta el control de parámetros.

Medio ambiente

- Iluminación deficiente en el área de mezcla.
- Humedad relativa alta que altera el comportamiento de los ingredientes.

Impacto: Condiciones ambientales no controladas afectan la estabilidad de la mezcla.

Síntesis del análisis

El diagrama evidencia que las causas más críticas se concentran en tres áreas:

- Método: por falta de estandarización y documentación técnica.
- Material: por inconsistencias en insumos y proveedores.
- Mano de obra: por brechas en formación y control operativo.

Estas causas están directamente relacionadas con los indicadores técnicos del proceso, como el porcentaje de grasa (valor real promedio: 33,2% vs. objetivo: $35,0 \pm 1,0\%$) según se detalla en la Tabla de KPIs.



Categoría	Descripción de la causa	Comentarios del equipo multidisciplinario	Críticidad
Método	Procedimiento de mezcla no estandarizado	Cada turno aplica su propia secuencia, lo que genera variabilidad en la emulsión y afecta el % de materia grasa.	CRÍTICO
Método	Parámetros mal definidos en receta	No hay rangos claros para % MG ni viscosidad; cada operario interpreta distinto.	CRÍTICO
Método	Falta de verificación de hojas cruzadas en hojas de autorización	Las hojas de autocontrol no se validan entre operarios o supervisores, lo que permite errores no detectados.	CRÍTICO
Método	Secuencia de incorporación de ingredientes no documentada	No existe un protocolo formal que indique el orden de adición, lo que afecta la estabilidad del producto.	NO CRÍTICO
Maquinaria	Dosificador automático con fallas intermitentes	El equipo dosifica mal sin alertar al operario; se detecta solo cuando el lote ya está afectado.	CRÍTICO
Maquinaria	Falta de mantenimiento preventivo en equipos críticos	La ausencia de mantenimiento programado aumenta la probabilidad de fallas técnicas que afectan dosificación y mezcla.	CRÍTICO
Mano de obra	Capacitación desigual entre turnos	Los nuevos aprenden por observación, sin formación técnica estructurada, lo que genera errores operativos.	CRÍTICO
Mano de obra	Falta de retroalimentación sobre errores cometidos	No se analizan ni comunican los errores operativos, lo que impide el aprendizaje y la mejora continua.	NO CRÍTICO
Mano de obra	Desconocimiento del impacto de desviaciones menores	Los operarios no dimensionan cómo pequeñas variaciones afectan el % MG, lo que lleva a subestimarlas.	NO CRÍTICO
Material	Variabilidad en la calidad de la materia prima	La leche descremada y los aditivos presentan diferencias entre lotes que no se detectan ni se ajustan.	CRÍTICO
Material	Uso de aditivos sin validación de compatibilidad	Se incorporan ingredientes sin confirmar su efecto sobre la emulsión, lo	CRÍTICO



		que puede alterar el % MG.	
Material	Proveedores con especificaciones inconsistentes	Las materias primas llegan con parámetros fuera de lo esperado, sin que el equipo operativo sea informado.	CRÍTICO
Medición	Datos anotados a mano sin doble verificación	Los registros pueden contener errores humanos que no se detectan, afectando la trazabilidad y el análisis técnico.	CRÍTICO
Medición	Balanzas o termómetros no verificados periódicamente	Los instrumentos pueden entregar lecturas incorrectas, lo que compromete el ajuste técnico del producto.	CRÍTICO
Medio ambiente	Iluminación deficiente en área de mezcla	Dificulta la lectura de instrumentos y la inspección visual del producto, especialmente en turnos nocturnos.	NO CRÍTICO
Medio ambiente	Humedad relativa alta altera comportamiento de ingredientes	Afecta estabilidad de la emulsión, no se registra ni se controla, lo que genera variabilidad en el % MG.	CRÍTICO

Tabla 3-3 Criticidad de las causas. Elaboración propia basada en focus group con personal de formulación y análisis de causas.

Del análisis del diagrama de Ishikawa, el equipo multidisciplinario concluyó que la mayoría de las causas son críticas, destacando en Método la falta de estandarización y parámetros claros, en Maquinaria las fallas del dosificador y ausencia de mantenimiento, en Material la variabilidad de insumos y proveedores, en Medición los registros manuales y equipos sin calibración, y en Medio Ambiente la humedad relativa alta.

Solo se identificaron cuatro causas no críticas: la secuencia de incorporación no documentada (Método), la falta de retroalimentación y el desconocimiento de desviaciones menores (Mano de Obra), y la iluminación deficiente en el área de mezcla (Medio Ambiente).

En síntesis, el énfasis del plan de mejora debe centrarse en las causas críticas, ya que son las que impactan directamente en la calidad y estabilidad del proceso.



Método	
Procedimiento de mezcla no estandarizado.	CRITICO.
Parámetros mal definidos en receta.	CRITICO.
Falta de verificación de hojas cruzadas en autorización.	CRITICO.
Maquinaria	
Dosificador automático con fallas intermitentes.	CRITICO.
Falta de mantenimiento preventivo en equipos críticos.	CRITICO.
Mano de obra	
Capacitación desigual entre turnos.	CRITICO.
Registros manuales incompletos o ilegibles.	CRITICO.
Material	
Variabilidad en la calidad de la materia prima.	CRITICO.
Uso de aditivos sin validación de compatibilidad.	CRITICO.
Proveedores con especificaciones inconsistentes.	CRITICO.
Medición	
Datos anotados a mano sin doble verificación.	CRITICO.
Balanzas o termómetros no verificados periódicamente.	CRITICO.
Medioambiente	
Humedad relativa alta altera comportamiento de ingredientes.	CRITICO.

Tabla 3-4 Compilación causas críticas. Elab. Propia a partir de análisis de Ishikawa.

Método

En Método, se detectaron múltiples desviaciones críticas: el procedimiento de mezcla no estandarizado, parámetros mal definidos en la receta, la falta de verificación cruzada en hojas de autorización y la validación de lotes basada en experiencia. Además, la presión operativa que acorta los tiempos de mezcla y la ausencia de protocolos ante desviaciones en % MG fueron consideradas críticas por su impacto directo en la calidad del producto. Solo la secuencia de incorporación de ingredientes no documentada fue clasificada como no crítica, al ser un aspecto secundario frente a las demás desviaciones.

Maquinaria

En la categoría de Maquinaria, todas las desviaciones fueron consideradas críticas. El dosificador automático con fallas intermitentes y la falta de mantenimiento preventivo en equipos críticos generan interrupciones frecuentes y afectan la dosificación precisa de materias primas. Estas causas están interconectadas y reflejan la necesidad de implementar un programa de mantenimiento sistemático para asegurar la integridad y funcionamiento de los equipos.

Mano de Obra

En Mano de Obra, se identificaron como críticas la capacitación desigual entre turnos y la variabilidad en los tiempos de mezcla, ambas con efecto directo en la consistencia del proceso. También se consideraron críticas las deficiencias en los registros incompletos o ilegibles. En contraste, la falta de retroalimentación sobre errores y el desconocimiento del impacto de desviaciones menores fueron clasificadas como no críticas, ya que su efecto es más indirecto sobre el % MG, aunque sí afectan la cultura de mejora continua.

Material

En Material, se identificaron como críticas la variabilidad en la calidad de la materia prima, el uso de aditivos sin validación de compatibilidad y las especificaciones inconsistentes de los proveedores. Estas desviaciones impactan directamente en el % MG y en la estabilidad de la emulsión. Todas fueron clasificadas como críticas, ya que comprometen la base del producto y requieren controles más estrictos en la recepción y validación de insumos.

Medición

En la categoría de Medición, el equipo identificó como críticas la falta de calibración periódica de balanzas y termómetros, así como los registros anotados a mano sin doble verificación. Estas desviaciones afectan directamente la confiabilidad de los datos y la trazabilidad del proceso. La ausencia de validación funcional del refractómetro refuerza el riesgo de lecturas erróneas en el % de materia grasa. Todas estas causas fueron clasificadas como críticas, ya que comprometen la base técnica sobre la cual se toman decisiones de aceptación de lotes.

Medio Ambiente

En Medio Ambiente, la humedad relativa alta fue considerada crítica, dado que altera el comportamiento de los ingredientes y afecta la estabilidad de la emulsión. En cambio, la iluminación deficiente en el área de mezcla fue clasificada como no crítica, ya que su impacto es indirecto y se relaciona más con la inspección visual que con la composición técnica del producto.

3.5 Recurrencia y frecuencias de incidentes.

Se ha implementado un registro de inspección en la línea de producción de crema para batir con el objetivo de identificar la frecuencia con la que ocurren ciertos defectos específicos durante una jornada laboral normal. Se estableció que este registro se mantendría durante un período de un mes, abarcando la totalidad de los turnos de producción.

Durante este tiempo, los operarios responsables de las distintas etapas del proceso (dosificación, mezclado, control intermedio y envasado) dispusieron de una tabla que enumeraba los posibles defectos previamente definidos: error en dosificación manual,

parámetro mal definido en receta, falla en equipo de mezclado, omisión de control intermedio, registro incompleto y capacitación insuficiente. Cada vez que ocurría una desviación, el operario debía marcarla en la tabla, indicando la naturaleza específica del defecto y el momento en que se presentó.

Al finalizar el mes, la información recopilada fue consolidada y analizada para determinar la recurrencia de cada tipo de defecto. Este registro, realizado en octubre de 2025, se consideró adecuado en términos de recursos y tiempo disponibles, ya que permitió obtener una visión clara de los problemas más frecuentes sin interrumpir el flujo normal de producción.

Es importante destacar que este procedimiento corresponde a un muestreo no probabilístico, lo cual se alinea con enfoques de investigación cualitativa orientados a la mejora continua. Además, se observó que una misma desviación podía repetirse varias veces en un solo día, lo que refuerza la necesidad de cuantificar la frecuencia acumulada de cada causa.

Con el propósito de identificar la recurrencia de defectos en el proceso de elaboración de crema de leche, se diseñó una simulación de inspección que abarcó un volumen total de 100 unidades o lotes durante un periodo determinado. Este número se estableció como referencia práctica, ya que permite obtener una muestra suficientemente amplia para observar patrones de desviaciones sin necesidad de abarcar toda la producción real.

En cada lote inspeccionado, los operarios o responsables de control debían verificar la presencia de alguno de los defectos previamente definidos en la tabla de categorías (error en dosificación manual, parámetro mal definido en receta, falla en equipo de mezclado, omisión de control intermedio, registro incompleto y capacitación insuficiente). El procedimiento consistió en marcar en la planilla de control cada vez que se detectaba una desviación, especificando la naturaleza del defecto y el momento en que ocurría.

Este registro fue acumulativo: si un mismo defecto aparecía varias veces en un solo lote o en diferentes momentos de la jornada, cada ocurrencia se contabilizaba de manera independiente. De esta forma, la planilla permitió construir un conteo total por categoría, reflejando la frecuencia absoluta de cada tipo de problema.

Al finalizar la simulación, los datos se consolidaron en una tabla resumen que mostró la distribución de defectos.

Causa	Frecuencia
Error en dosificación manual	42
Parámetro mal definido en receta	25
Falla en equipo de mezclado	15
Omisión de control intermedio	10
Registro incompleto	5
Otro	3

Tabla 3-5 Frecuencia problemas. Elaboración propia a partir de número de incidentes, asociados a desviaciones

La figura correspondiente al diagrama de Pareto ilustra cómo se llevó a cabo el análisis de estas desviaciones, mostrando que las tres primeras causas concentran más del 80% de los defectos registrados, lo que justifica su priorización en el plan de mejora.

El diagrama de Pareto elaborado a partir de los datos de frecuencia de defectos en el proceso de crema de leche muestra de manera clara cómo se distribuyen las principales causas de no conformidad. La gráfica ordena las causas de mayor a menor frecuencia y superpone una línea de porcentaje acumulado, lo que permite aplicar el principio 80/20: identificar las pocas causas vitales que generan la mayoría de los problemas.

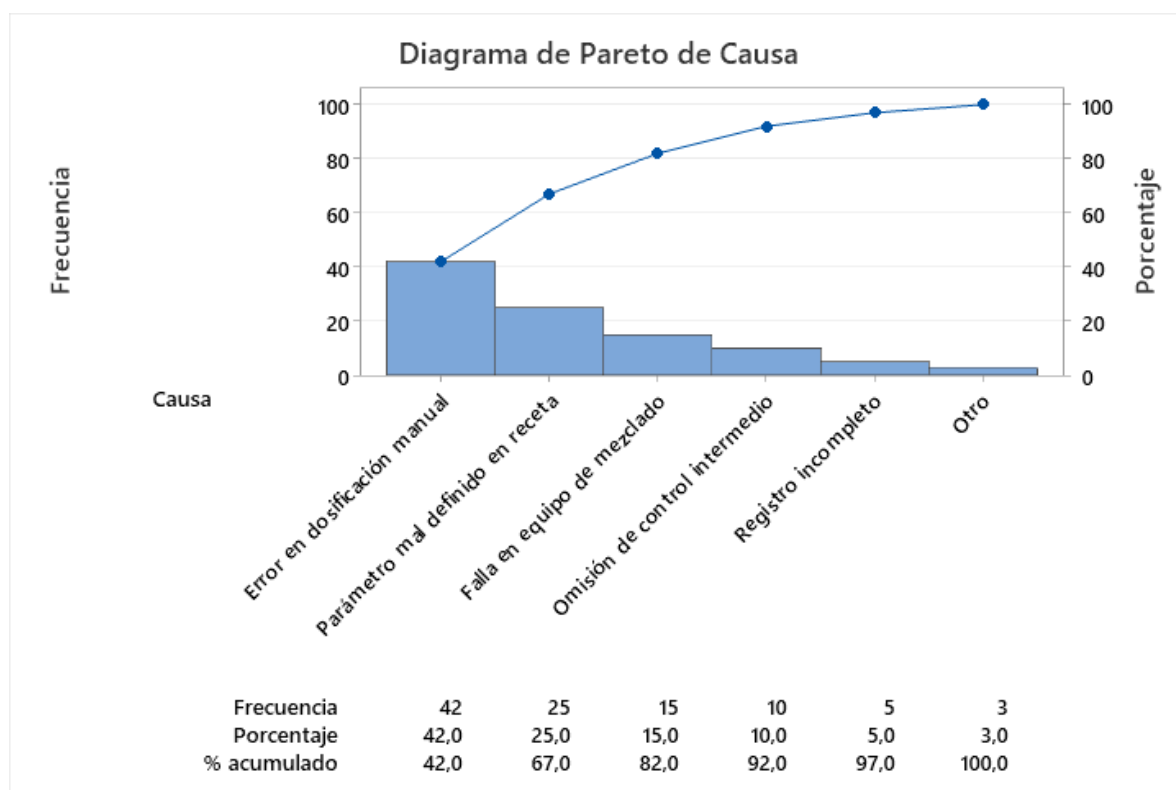


Gráfico 3-1 Diagrama de Pareto. Elaboración propia a partir de registro de frecuencia de defectos.

3.5.1 Distribución de los defectos

- Error en dosificación manual (42 casos, 42%): Es la causa más significativa. Representa casi la mitad de los defectos totales. Esto indica que la manipulación



manual en la etapa de dosificación es un punto crítico del proceso, donde la variabilidad humana afecta directamente la calidad final de la crema.

- **Parámetro mal definido en receta (25 casos, 25%):** La segunda causa más recurrente. Junto con la dosificación manual, acumula el 67% de los defectos. Esto refleja problemas de estandarización y control documental, donde la falta de claridad en las especificaciones técnicas genera errores repetitivos.
- **Falla en equipo de mezclado (15 casos, 15%):** La tercera causa más importante. Al sumarse a las dos anteriores, se alcanza un 82% de los defectos acumulados. Esto confirma que los problemas mecánicos y de mantenimiento también tienen un peso relevante en la variabilidad del proceso.
- **Omisión de control intermedio (10 casos, 10%):** Aunque menos frecuente, sigue siendo significativa. La ausencia de verificaciones en línea permite que errores pasen desapercibidos hasta etapas posteriores, aumentando el costo de corrección.
- **Registro incompleto (5 casos, 5%) y Capacitación insuficiente (3 casos, 3%):** Son causas menores en términos de frecuencia, pero no deben ignorarse. Su impacto puede ser indirecto, ya que la falta de registros dificulta la trazabilidad y la capacitación insuficiente puede estar detrás de otros errores más visibles.

3.5.2. Interpretación del Pareto

El análisis muestra que las tres primeras causas concentran más del 80% de los defectos. Esto significa que, si se corrigen de manera efectiva, se logrará una mejora sustancial en la calidad del proceso. El diagrama evidencia que los problemas más críticos están relacionados con:

1. Factores humanos (dosificación manual, capacitación insuficiente).
2. Definición de parámetros y documentación (recetas mal definidas, registros incompletos).
3. Aspectos técnicos (fallas en equipo de mezclado, falta de controles intermedios).

3.5.3 Análisis de datos.

La muestra de 40 mediciones del porcentaje de materia grasa (% MG) en la formulación de crema para batir revela una media de 33,58 %, con una desviación estándar de 1,36 %, lo que indica una variabilidad técnica significativa respecto al valor objetivo de $35,0 \% \pm 1,0$. El rango observado (31,4 % a 36,0 %) y evidencian que una proporción considerable de los lotes se encuentra fuera de especificación, afectando la consistencia del producto final. La dispersión observada, junto con la tendencia central por debajo del objetivo, sugiere fallas recurrentes en la dosificación de ingredientes y en la definición técnica de la receta, lo que valida los hallazgos del diagrama de Pareto y justifica la necesidad de intervenir en los parámetros operativos del proceso. Este análisis

estadístico constituye una base objetiva para aplicar herramientas de mejora orientadas a reducir la variabilidad y asegurar el cumplimiento de estándares de calidad.

Estadísticas

Variable	N	N*	Media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
% MG	40	0	33,5775	1,36429	31,4	32,325	33,55	34,775	36

En el siguiente gráfico comparativo del porcentaje de materia grasa, muestra cómo varían 40 mediciones consecutivas realizadas durante la formulación de la crema para batir. Cada punto corresponde a un lote o muestra individual, y se aprecia una oscilación importante entre valores que descienden hasta alrededor de 31 % y otros que alcanzan el límite superior de 36 %.

Las líneas horizontales en rojo señalan los límites de especificación técnica establecidos para el proceso: un mínimo aceptable de 34 % y un máximo permitido de 36 %. Se aprecia que varios puntos caen por debajo del límite inferior, lo que confirma una tendencia sistemática a la subdosificación. Esta variabilidad sugiere que el proceso no está bajo control estadístico, y respalda los hallazgos del análisis descriptivo y la prueba t: la media está por debajo del objetivo, y la dispersión compromete la consistencia del producto.

Este gráfico es útil para visualizar la inestabilidad del proceso, identificar lotes fuera de especificación y justificar la necesidad de intervenir en la dosificación y en la definición técnica de la receta.

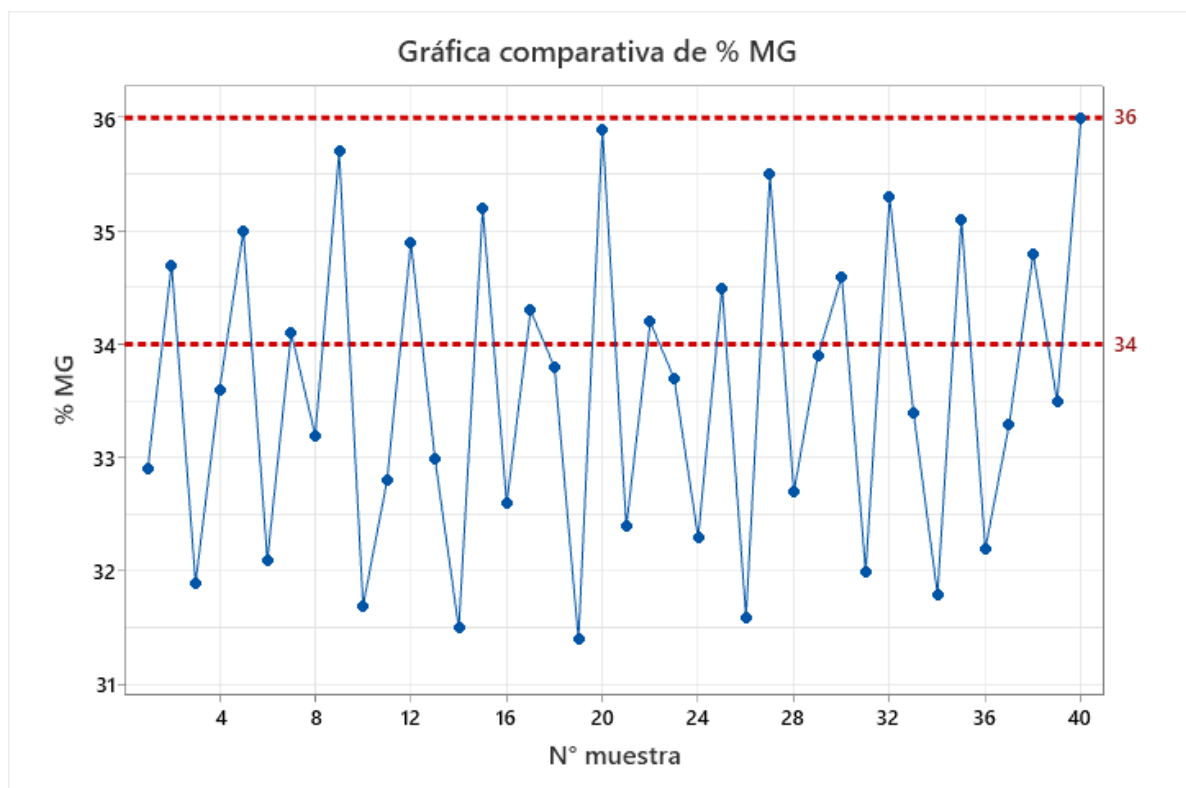


Gráfico 3-2 Series de tiempo. Elaboración propia a partir de registros históricos de control de calidad.

Para complementar el análisis previo, se realizó un informe de capacidad del proceso utilizando los datos de %MG obtenidos en distintos lotes de producción. El objetivo fue evaluar si la variabilidad observada y el centrado del proceso permiten cumplir con los límites de especificación establecidos para la formulación (LEI = 34%, LES = 36%). Para ello se aplicó un análisis de capacidad, considerando tanto la capacidad potencial (corto plazo) como la capacidad real (largo plazo). Este análisis permite determinar el grado en que el proceso es capaz de mantenerse dentro del rango técnico requerido y cuantificar el porcentaje de producto que se encuentra fuera de especificación, aportando evidencia objetiva sobre la estabilidad y desempeño actual del sistema de formulación.

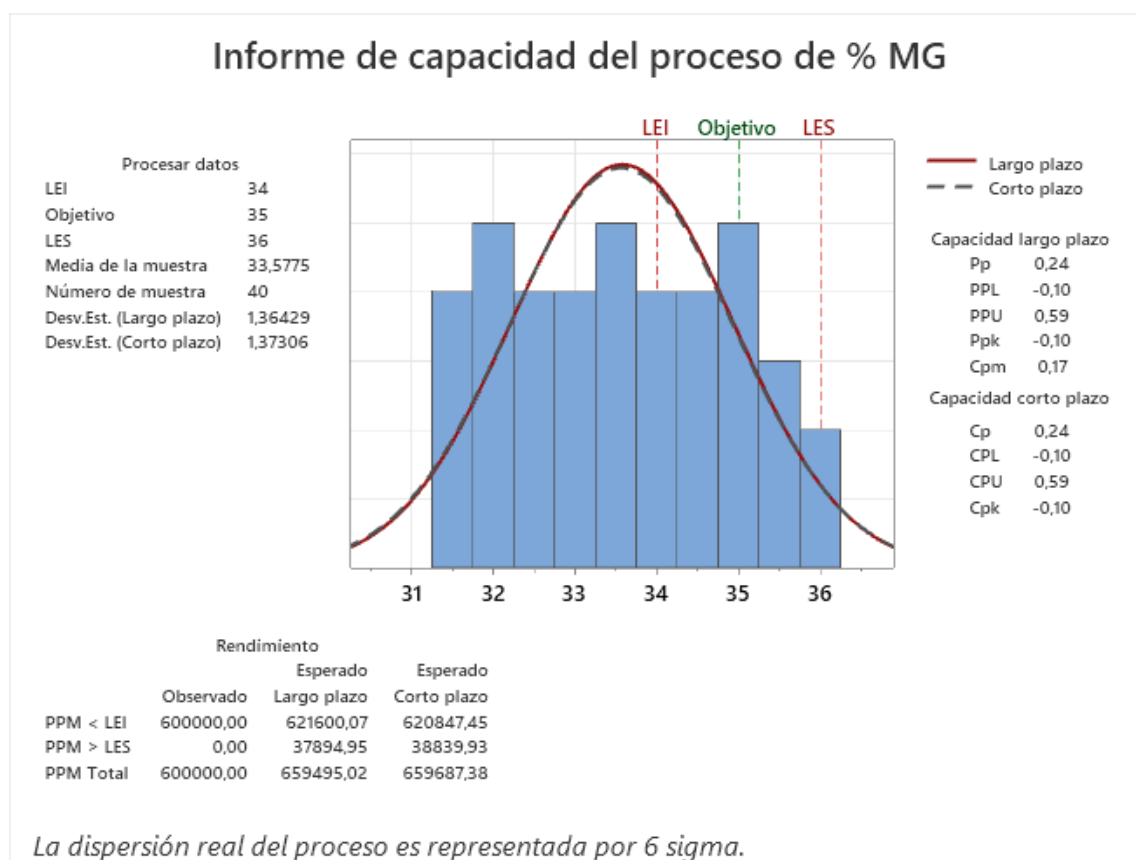


Gráfico 3-4 Capacidad del proceso. Elab. Propia basado en datos obtenidos en % de MG y límites de especificación.

El análisis de capacidad realizado, utilizando los límites de especificación definidos por el área técnica (LEI = 34%, LES = 36%, objetivo = 35%), evidencia que el proceso de formulación presenta una capacidad insuficiente para cumplir con los requisitos establecidos. La media del proceso (33.5775%) se encuentra por debajo del límite inferior, lo que indica un problema de centrado. La desviación estándar observada (1.36429) revela una variabilidad excesiva en relación con el ancho de especificación disponible.

Los índices de capacidad obtenidos ($C_p = 0.24$, $C_{pk} = -0.11$, $P_{pk} = -0.10$, $CPM = 0.17$) confirman que el proceso no es capaz, tanto por su dispersión como por su desplazamiento respecto del objetivo técnico. Esto se refleja en un 65.95% de producto fuera de especificación, lo que implica que la mayoría de las formulaciones no cumplen con el rango requerido de 34 -36% de materia grasa.

Estos resultados justifican la necesidad de implementar acciones correctivas orientadas a reducir la variabilidad y recentrar la formulación, fortaleciendo el sistema de autocontrol y asegurando la estabilidad del proceso.

3.6. Diagnóstico inicial sistema de autocontrol

Esta sección se centra en el diagnóstico inicial de la planta simulada dedicada a la elaboración de crema para batir. Basándose en los antecedentes expuestos en capítulos anteriores, se ofrece una descripción completa de la situación actual de la empresa ficticia, destacando los procesos productivos y el flujo de trabajo específico en las etapas de recepción de materias primas, dosificación, mezclado, control intermedio y envasado.

Durante este análisis inicial, se examinaron minuciosamente las distintas áreas de la planta, identificando los puntos críticos que afectan la calidad y la eficiencia del proceso. Entre los problemas más relevantes se encuentra la falta de estandarización en los parámetros de las recetas, lo que genera variaciones en la textura y estabilidad del producto. Asimismo, se observaron deficiencias en la dosificación manual, que incrementan la variabilidad en la composición de la crema, y fallas recurrentes en el equipo de mezclado, que comprometen la homogeneidad del producto final.

Otro aspecto identificado corresponde a la omisión de controles intermedios, lo que dificulta la detección temprana de desviaciones. A esto se suman registros incompletos en las planillas de producción y una capacitación insuficiente de algunos operarios, factores que limitan la trazabilidad y la consistencia del proceso.

En conjunto, estos hallazgos evidencian la necesidad de implementar mejoras en la gestión documental, la estandarización de parámetros técnicos y el mantenimiento preventivo de los equipos, así como reforzar la formación del personal.

Esta sección presenta el diagnóstico técnico-operativo de Lácteos Andaria, centrado en el proceso de formulación de crema para batir. El análisis se basa en datos históricos, entrevistas internas y herramientas de calidad aplicadas, con el objetivo de identificar las causas raíz de la variabilidad técnica que afecta la consistencia del producto.

1. Delimitación del proceso

El proceso evaluado corresponde a la formulación de crema para batir, que incluye mezcla de ingredientes, homogeneización, y control de parámetros técnicos como viscosidad y porcentaje de grasa. El objetivo del sistema de autocontrol en esta etapa es asegurar que cada lote cumpla con las especificaciones técnicas antes de avanzar a procesos posteriores como pasteurización y envasado.

2. Recolección de datos

Se utilizaron múltiples fuentes para construir el diagnóstico:

- Registros de producción de los turnos A, B y C.



- Hojas de autocontrol completadas manualmente por operarios.
- Reportes de toneladas bloqueadas por desviaciones técnicas.
- Entrevistas con operarios, supervisores y personal técnico.

El 42% de las desviaciones corresponde a errores en la dosificación de leche descremada, lo que afecta directamente el porcentaje de grasa en la mezcla.

3. Indicadores clave (KPIs)

Se identificaron tres indicadores técnicos críticos:

Indicador	Unidad	Valor objetivo	Valor real promedio	Observación
% grasa en mezcla	%	35,0 ± 1,0	33,57	Desviación frecuente
Viscosidad	cP	5000 ± 300	4700	Inestabilidad
Tiempo de mezcla	min	≤ 12	14,5	Exceso en 60% de los lotes

Tabla 3-5 Indicadores técnicos. Elaboración propia a partir de hojas de autocontrol y mediciones de proceso.

4. Herramientas de análisis aplicadas

- Diagrama de Ishikawa: Se identificaron causas raíz agrupadas en cinco categorías: Método, Máquina, Mano de obra, Material y Medio ambiente.
- Análisis de Pareto: El 80% de las desviaciones proviene de tres causas principales:
 - I. Dosificación incorrecta de ingredientes.
 - II. Parámetros mal definidos en la receta técnica.
 - III. Falta de verificación cruzada entre operarios.

5. Hallazgos clave

- Falta de estandarización en el procedimiento de mezcla, donde se aplican criterios subjetivos.
- Capacitación desigual entre turnos, con dificultades en la interpretación de hojas de autocontrol.
- Ausencia de retroalimentación técnica entre áreas operativas y de calidad.

6. Conclusión del diagnóstico

El sistema de autocontrol en la etapa de formulación presenta debilidades técnicas y operativas que afectan la consistencia del producto final. La variabilidad en parámetros como grasa y viscosidad genera bloqueos de toneladas de producto, reprocesos y pérdida de eficiencia. Se requiere una intervención estructurada en tres frentes:

- Tecnología: calibración de sensores y mejora en instrumentos de medición.



- Capacitación: formación técnica homogénea entre turnos.
- Documentación: estandarización de formatos y criterios de evaluación.

Este diagnóstico constituye la base para la aplicación del ciclo PDCA, orientado a reducir la variabilidad, mejorar la trazabilidad y fortalecer la cultura de calidad en Lácteos

CAPÍTULO 4; PROPUESTA DE MEJORA.

Del análisis del diagrama de Pareto se concluye que el defecto principal se concentra en la variabilidad del porcentaje de materia grasa, parámetro crítico que afecta directamente la funcionalidad del producto y explica la mayor parte de los bloqueos registrados en la etapa de formulación de la crema para batir Andaria. Dentro de este criterio se distinguen diferentes tipos de deficiencias, tales como errores en la dosificación manual, parámetros mal definidos en la receta, fallas en el equipo de mezclado, omisión de controles intermedios y registros incompletos.

El Pareto muestra que las tres primeras causas —error en dosificación manual, parámetro mal definido en receta y falla en equipo de mezclado— explican en conjunto el 82% de los problemas, y al incorporar la omisión de control intermedio se alcanza el 92% acumulado. Esto permite definir prioridades claras de resolución.

Las propuestas de mejora se enfocan en los criterios considerados más críticos:

- Estandarización de parámetros técnicos de formulación (% MG, viscosidad, tiempo de mezcla).
- Capacitación y disciplina en la dosificación manual, con validación cruzada entre operarios y supervisores.
- Implementación de un programa de calibración y mantenimiento preventivo de equipos de mezclado.
- Fortalecimiento del autocontrol intermedio y rediseño de formatos de registro para asegurar trazabilidad.

En conjunto, estas acciones están fundamentadas en lo expuesto a lo largo del trabajo, considerando los registros de ocurrencia, las causas raíz asignadas dentro del análisis de Ishikawa y los defectos priorizados según el diagrama de Pareto.

Se muestran propuestas de mejora que permitirán abordar los defectos detectados en la etapa de formulación de la crema para batir Andaria:

1. Estandarización de parámetros técnicos de formulación. Se propone actualizar y formalizar la receta base, definiendo rangos claros para el porcentaje de materia grasa ($35,0 \pm 1,0$), la viscosidad (5000 ± 300 cP) y el tiempo de mezcla (≤ 12 min). Estos parámetros deberán quedar documentados en un manual técnico accesible para todos los turnos. La estandarización permitirá reducir la

variabilidad y asegurar que los lotes cumplan con las especificaciones desde el inicio del proceso.

2. Rediseño y validación cruzada de formatos de autocontrol. Se recomienda implementar nuevos formatos de registro con campos obligatorios y criterios objetivos, eliminando la interpretación subjetiva de los operarios. Cada registro deberá contar con firma dual (operario–supervisor), asegurando trazabilidad y responsabilidad compartida. Esta acción busca disminuir los errores en la documentación y garantizar la detección temprana de desviaciones.
3. Programa de calibración y mantenimiento preventivo de equipos de mezclado. Se plantea instaurar un plan piloto de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de dosificación y mezclado, con calendario definido y registro técnico de cada intervención. La calibración periódica de sensores y válvulas permitirá reducir las fallas mecánicas que, según el Pareto, explican un 15% de los bloqueos.
4. Fortalecimiento del autocontrol intermedio. Se propone incorporar pruebas rápidas de % MG y viscosidad antes de liberar cada lote, con validación cruzada entre operarios y supervisores. Esta medida permitirá detectar desviaciones en tiempo real y aplicar correcciones inmediatas, evitando reprocesos y costos adicionales.

Estas propuestas se fundamentan en lo expuesto a lo largo del diagnóstico, considerando los registros de ocurrencia, las causas raíz identificadas en el análisis de Ishikawa y los defectos priorizados en el diagrama de Pareto. En conjunto, las acciones están orientadas a reducir en al menos un 50% los bloqueos en seis meses, con un ahorro económico estimado superior a \$8 millones mensuales y un fortalecimiento de la cultura de calidad en la planta.

A continuación, según las propuestas de mejora se realizarán las valorizaciones, con el fin de comparar cuál será la mejora en términos de costos de implementación.

Para consolidar las propuestas de mejora en un formato unificado y con un plazo común para todas, se organiza la información en una tabla. Se estableció un plazo de 6 meses para la implementación completa de todas las propuestas, desde la planificación hasta la ejecución y el primer ciclo de revisión.

Propuesta de Mejora	Recursos Necesarios	Plazo de Implementación	Indicadores de Medida
Estandarización de parámetros técnicos de formulación (% MG, viscosidad, tiempo de mezcla).	Elaboración de manual técnico; actualización de receta; capacitación inicial a operarios.	6 meses	% lotes dentro de especificación; Cp y Cpk \geq 1,00; reducción de bloqueos por variabilidad.
Rediseño y validación cruzada de formatos de autocontrol.	Diseño de nuevos formatos; impresión/digitalización;	6 meses	% registros completos y validados; reducción de errores de documentación; trazabilidad en auditorías.

	capacitación en uso; firma dual operario–supervisor.		
Programa de calibración y mantenimiento preventivo de equipos de mezclado	Contrato de servicio técnico; repuestos críticos; calendario de calibración	6 meses	Reducción de fallas mecánicas; % equipos calibrados según plan; disminución de paradas no programadas
Fortalecimiento del autocontrol intermedio (pruebas rápidas de % MG y viscosidad)	Kits de análisis rápidos; capacitación en uso; integración al flujo de control	6 meses	% lotes verificados antes de liberación; reducción de reprocesos; detección temprana de desviaciones

Tabla 4-1 Propuestas de mejora. Elaboración propia basada en propuesta y plazos.

La propuesta de mejora se centra plenamente en el fortalecimiento del sistema de autocontrol en la formulación de la crema para batir Andaria, abordando las causas críticas que explican más del 92% de los bloqueos registrados según el diagrama de Pareto.

El objetivo es garantizar que cada lote formulado cumpla con los parámetros técnicos establecidos, reducir la variabilidad en el proceso y asegurar la trazabilidad de los registros, integrando acciones de capacitación, estandarización, mantenimiento y control intermedio.

En la tabla 10 se muestran las cuatro propuestas de mejora desarrolladas en el apartado previo, complementadas con sus recursos necesarios, plazos de implementación e indicadores de medida específicos para cada tipo de acción.

Los indicadores definidos serán gestionados por sus responsables de área, principalmente en los departamentos de mantenimiento, producción y calidad, quienes tendrán la tarea de monitorear el cumplimiento de los parámetros establecidos, verificar la trazabilidad de los registros y asegurar la reducción efectiva de los bloqueos en el proceso de formulación.

De esta manera, la propuesta se consolida en un formato unificado, con un plazo común de 6 meses para la implementación completa y el primer ciclo de revisión, garantizando que las acciones estén alineadas con las causas críticas identificadas en el diagrama de Pareto y con los objetivos estratégicos de mejora del sistema de autocontrol.

4.1 Valoración de propuestas de mejoras.

En la siguiente, se presentarán las propuestas de mejora vinculadas al sistema de autocontrol de la formulación, junto con los recursos necesarios previamente definidos en las tablas anteriores. Además, se incluye el desglose de las valorizaciones económicas por cada propuesta, lo que permite visualizar de manera clara el costo estimado de implementación y su relación con los beneficios esperados.

Este análisis económico constituye un complemento esencial al diagnóstico técnico, ya que facilita la toma de decisiones estratégicas y asegura que las acciones propuestas sean

sostenibles en el tiempo. Para consolidar la información, se presentan las propuestas en un formato unificado que incluye recursos necesarios, plazos de implementación e indicadores de medida, junto con un desglose de costos estimados.

De esta manera, la valorización no solo refleja la inversión inicial requerida, sino también el retorno esperado en términos de reducción de bloqueos, ahorro económico y fortalecimiento de la cultura de calidad en la planta.

Propuesta de Mejora	Recursos Necesarios	Desglose de Valorización
Estandarización de parámetros técnicos de formulación (% MG, viscosidad, tiempo de mezcla)	Elaboración de manual técnico; actualización de receta; capacitación inicial a operarios	- Manual técnico y documentación: \$800.000.
		- Capacitación inicial: \$1.200.000.
		Total: \$2.000.000
Rediseño y validación cruzada de formatos de autocontrol	Diseño de nuevos formatos; impresión/digitalización; capacitación en uso; firma dual operario-supervisor	- Diseño y digitalización de formatos: \$1.000.000
		- Capacitación en uso: \$1.500.000
		Total: \$2.500.000
Programa de calibración y mantenimiento preventivo de equipos de mezclado	Contrato de servicio técnico; repuestos críticos; calendario de calibración	- Servicio técnico externo: \$3.500.000
		- Repuestos críticos: \$2.000.000
		Total: \$5.500.000
Fortalecimiento del autocontrol intermedio (pruebas rápidas de % MG y viscosidad)	Kits de análisis rápidos; capacitación en uso; integración al flujo de control	- Kits de análisis rápidos: \$2.000.000
		- Capacitación operativa: \$1.000.000
		Total: \$3.000.000

Tabla 4-2 Desglose de las propuestas de mejoras.
Elaboración propia valores referenciales.

Las propuestas fueron diseñadas en base a los criterios obtenidos en los registros de ocurrencia, las causas raíz identificadas en el análisis de Ishikawa y los defectos priorizados en el diagrama de Pareto. Cada acción se presenta con un desglose que explica cómo se abordará el problema, asegurando que la intervención esté directamente vinculada a las desviaciones críticas del proceso.

La tabla (véase tabla 4-2) refleja un enfoque hacia la mejora continua y la calidad dentro del área de producción, consolidando iniciativas que fortalecen el sistema de autocontrol. Al invertir en la estandarización de parámetros técnicos y en el rediseño de formatos de autocontrol, la organización busca reducir la variabilidad en la formulación y asegurar la trazabilidad documental, logrando mayor confiabilidad en los lotes producidos y satisfacción del cliente.

De igual forma, el compromiso con el mantenimiento preventivo de los equipos de mezclado y la incorporación de pruebas rápidas de % MG y viscosidad sugiere que la empresa no solo busca prevenir el deterioro de la maquinaria, sino también disminuir las

fallas mecánicas y detectar desviaciones en tiempo real, evitando reprocesos y costos adicionales.

La asignación de recursos financieros y humanos detallada en el desglose de valorización (véase tabla 4-2) refleja una planificación estratégica y financiera cuidadosa, destinada a fomentar la eficiencia operativa y la sostenibilidad del sistema de autocontrol.

Además, destaca (véase tabla 4-2) la importancia de la inversión en capital humano, documentación técnica y mantenimiento de equipos como pilares para la optimización de operaciones. La capacitación continua y la estandarización de procesos son fundamentales para la implementación efectiva de prácticas de calidad, mientras que el programa de mantenimiento preventivo constituye una medida proactiva que puede generar ahorros significativos a largo plazo al reducir las fallas de equipo y el tiempo de inactividad.

En la tabla (véase tabla 4-2) se realiza una valorización de las propuestas de mejoras por un periodo de 6 meses.

4.2 Impacto esperado.

Estandarización de parámetros técnicos de formulación

Se propone la estandarización de los parámetros críticos del proceso mediante la actualización y formalización de recetas, rangos operativos y secuencias de incorporación de insumos. Esta estandarización permitirá disminuir la variabilidad entre turnos y operadores, asegurando una ejecución uniforme del proceso.

- Reducción de errores operativos.
- Mayor consistencia en la formulación.
- Facilita la capacitación y el autocontrol.

Rediseño y validación cruzada de formatos de autocontrol.

Se propone el rediseño de los formatos de autocontrol utilizados en el proceso de formulación, incorporando criterios claros de aceptación, registros simplificados y validación cruzada entre producción y calidad. Esta mejora busca asegurar la confiabilidad de la información registrada y fortalecer la trazabilidad del proceso.

- Mejora en la calidad de los registros.
- Mayor confiabilidad en la toma de decisiones.
- Facilita auditorías y análisis de desviaciones.

Programa de calibración y mantenimiento preventivo de equipos de mezclado.

Se propone implementar un programa sistemático de calibración y mantenimiento preventivo de los equipos de mezclado, con el fin de asegurar su correcto

funcionamiento y reducir la variabilidad asociada a fallas mecánicas o desajustes operativos.

- Mayor confiabilidad de los equipos críticos.
- Reducción de paradas no programadas.
- Estabilidad del proceso de formulación.

Fortalecimiento del autocontrol intermedio.

Se propone fortalecer el autocontrol intermedio mediante la incorporación de pruebas rápidas durante el proceso de formulación, tales como mediciones de porcentaje de materia grasa y viscosidad. Este enfoque preventivo permitirá detectar desviaciones antes de avanzar a etapas posteriores del proceso, evitando reprocesos y bloqueos de producto.

- Detección temprana de desviaciones.
- Reducción de bloqueos y reprocesos.
- Mayor responsabilidad operativa y cultura de calidad.

4.3 Plan de implementación.

La implementación de la propuesta de mejora se desarrollará en un periodo total de seis meses, durante los cuales se ejecutarán de manera coordinada las cuatro acciones definidas en el diagnóstico.

El proceso contempla la participación conjunta de las áreas de Producción, Calidad y Mantenimiento, asegurando que cada actividad cuente con responsables claramente asignados y con un seguimiento sistemático de los avances.

En primer lugar, la estandarización de los parámetros técnicos de formulación estará liderada por el Jefe de Producción, con el apoyo del Departamento de Calidad y los supervisores de turno.

Durante los dos primeros meses se actualizará la receta base y se definirán los rangos operativos para el porcentaje de materia grasa, la viscosidad y el tiempo de mezcla.

Posteriormente, en el tercer mes, se elaborará y validará un manual técnico que formalice estos parámetros.

La capacitación de los operarios se llevará a cabo entre los meses cuatro y cinco, finalizando con una revisión del cumplimiento y los primeros ajustes operativos en el mes seis.

En paralelo, el rediseño y la validación cruzada de los formatos de autocontrol será responsabilidad del Departamento de Calidad, en coordinación con Producción.

Durante el primer mes se desarrollarán los nuevos formatos con campos obligatorios y criterios objetivos.

En el segundo mes se realizará una prueba piloto en uno de los turnos, cuyos resultados permitirán ajustar y validar la versión final en el tercer mes.

La capacitación del personal y la implementación total se ejecutarán entre los meses cuatro y cinco, cerrando con una auditoría interna de trazabilidad en el mes seis.

El programa de calibración y mantenimiento preventivo de los equipos de mezclado estará a cargo del Departamento de Mantenimiento, con apoyo de proveedores externos certificados.

En el primer mes se levantará el estado actual de los equipos y se definirá el plan piloto.

La calibración inicial de sensores, válvulas y balanzas se llevará a cabo entre los meses dos y tres, mientras que la implementación del calendario de mantenimiento preventivo se realizará en el cuarto mes.

Durante los meses cinco y seis se monitorearán las fallas, se evaluará el desempeño del plan y se realizarán los ajustes necesarios.

Finalmente, el fortalecimiento del autocontrol intermedio será liderado por el Departamento de Calidad, con participación activa de los supervisores y operarios de formulación.

En el primer mes se adquirirán los kits de análisis rápido para % MG y viscosidad, y en el segundo mes se capacitará al personal en su uso y en los criterios de aceptación.

La implementación completa en todos los turnos se desarrollará entre los meses tres y cuatro, mientras que en los meses cinco y seis se evaluará la detección temprana de desviaciones y se ajustará el flujo de control según los resultados obtenidos.

En conjunto, este plan de implementación permite ejecutar las mejoras de manera ordenada, con responsabilidades claras y plazos definidos, asegurando que las acciones propuestas se integren efectivamente al sistema de autocontrol y contribuyan a la reducción sostenida de la variabilidad en la formulación de la crema para batir Andaria.

Propuesta	Responsable Principal	Apoyo	Plazo Total
Estandarización de parámetros técnicos	Jefe de Producción	Calidad y Supervisores	6 meses
Rediseño de formatos de autocontrol	Calidad	Producción y Supervisores	6 meses
Mantenimiento preventivo y calibración	Mantenimiento	Proveedor externo	6 meses
Autocontrol intermedio	Calidad	Supervisores y Operarios	6 meses

Tabla 4-4. Resumen plan de implementación.

Elaboración propia a partir de encargados y plazos



Para evaluar la efectividad de las acciones implementadas en el sistema de autocontrol, se definieron indicadores post-mejora que permiten medir el desempeño técnico, operativo y documental del proceso de formulación. Estos indicadores se comparan con la línea base obtenida antes de la intervención y reflejan el impacto real de las mejoras en el sistema de autocontrol, con el fin de obtener reducción de variabilidad, confiabilidad de los registros y la estabilidad del proceso.

Indicador	Descripción	Línea Base	Meta Post-Mejora	Fuente / Responsable
Bloque de producto	Disminución de bloqueos asociados a variabilidad, fallas de equipo y errores operativos.	62% de desviaciones	$\leq 39\%$ en el primer año	Producción / Calidad
Cumplimiento de parámetros técnicos (% MG, viscosidad, tiempo de mezcla)	Porcentaje de lotes dentro de especificación técnica.	Variabilidad 31–36% MG	$\geq 95\%$ de lotes dentro de especificación; Cp y Cpk $\geq 1,00$	Calidad
Confiabilidad de registros de autocontrol(% de registro completo y trazable)	Registros completos, validados y con firma dual.	Registros incompletos y subjetivos	$\geq 98\%$ de registros completos y trazables	Calidad / Supervisores
Disponibilidad y confiabilidad de equipos de mezclado	Reducción de fallas mecánicas y paradas no programadas.	Fallas explican 15% de bloqueos	$\geq 90\%$ equipos calibrados; $\geq 50\%$ menos fallas; disponibilidad $\geq 95\%$	Mantenimiento
Efectividad del autocontrol intermedio	Lotes verificados con pruebas rápidas antes de liberación.	Omisión del control intermedio (10% de bloqueos)	100% de lotes verificados; $\geq 50\%$ de desviaciones detectadas a tiempo	Calidad / Supervisores



Reducción de reprocesos y devoluciones	Impacto económico y operativo de la mejora.	Reprocesos frecuentes	≥ 50% menos reprocesos; ≥ 60% menos devoluciones; ahorro anual \$102.000.000	Producción / Finanzas
Cumplimiento del plan de capacitación	Personal capacitado en parámetros técnicos y autocontrol.	Capacitación desigual	100% del personal capacitado	RRHH / Producción
Cultura de autocontrol consolidada	Disciplina operativa, uso de formatos y cumplimiento de firmas.	Variabilidad entre turnos	≥ 90% de cumplimiento en auditorías internas	Calidad / Supervisores

Tabla 4-5. Elaboración propia a partir de metas medibles e incidentes.

En conjunto, estos indicadores permiten evaluar de manera integral el desempeño del sistema de autocontrol tras la implementación de las mejoras, asegurando que los avances técnicos, operativos y económicos se mantengan de forma sostenida en el tiempo.

Las propuestas fueron diseñadas en base a los criterios obtenidos en los registros de ocurrencia, las causas raíz identificadas en el análisis de Ishikawa y los defectos priorizados en el diagrama de Pareto. Cada acción se presenta con un desglose que explica cómo se abordará el problema, asegurando que la intervención esté directamente vinculada a las desviaciones críticas del proceso.

4.4 Evaluación económica post-implementación

La evaluación económica posterior a la implementación de las propuestas de mejora demuestra que el sistema de autocontrol fortalecido no solo genera beneficios operativos, sino también un impacto financiero altamente favorable para la planta. La inversión total requerida para ejecutar las cuatro acciones asciende a **\$26.000.000 anuales**.

En la siguiente tabla (véase tabla 4-3) se lleva a cabo un resumen económico de las propuestas post implementación de la propuesta de mejora, en base a las propuestas valorizadas anteriormente, contemplando un periodo de 6 meses, 1 año y 2 años.

Propuesta de Mejora	Costos periodo 6 meses	Costos periodo anual	Costos periodo 2 años
Estandarización de parámetros técnicos de formulación	\$2.000.000	\$4.000.000	\$8.000.000
Rediseño y validación cruzada de formatos de autocontrol	\$2.500.000	\$5.000.000	\$10.000.000
Programa de calibración y mantenimiento preventivo de equipos de mezclado	\$5.500.000	\$11.000.000	\$22.000.000
Fortalecimiento del autocontrol intermedio (pruebas rápidas de % MG y viscosidad)	\$3.000.000	\$6.000.000	\$12.000.000
Total	\$13.000.000	\$26.000.000	\$52.000.000

Tabla 4-3 Resumen de las propuestas valorizadas en periodo de 6 meses, 1 año y 2 años. Fuente: Creación Propia.

Al haber transcurrido un año desde la implementación de las propuestas de mejora, se debe estudiar y analizar desde el punto de vista de la empresa si se mantiene la misma inversión para un segundo año, considerando los valores asociados en la tabla.

Desde la justificación, se indica que las causas críticas identificadas en el diagrama de Pareto dosificación manual (42%), parámetros mal definidos en receta (25%), fallas en equipos de mezclado (15%) y omisión de control intermedio (10%) representan en conjunto más del 92% de los bloqueos en el área de producción. Con la aplicación de las propuestas, se espera una reducción de desviaciones desde un 62% inicial a un 39% en el primer año, lo que refleja una mejora sustancial en el sistema de autocontrol.

Al considerar el 100% de desviaciones registradas en el año 2025, para el año 2026 se estima que las devoluciones y bloqueos asociados a la formulación se reduzcan al 39%, tomando en cuenta la aplicación sostenida de las propuestas de mejora. Esta disminución se traduce en un ahorro anual proyectado de **\$102.000.000**, respecto al escenario base sin intervención.

Según lo mencionado anteriormente, es posible calcular el periodo de recuperación de la inversión, siendo una medida útil para determinar en cuánto tiempo se recuperará el costo inicial. La inversión anual total de implementar todas las propuestas asciende a \$26.000.000, mientras que el ahorro anual esperado es de **\$102.000.000**.

El periodo de recuperación se calcula dividiendo la inversión inicial entre los ahorros, resultando en un total de 0,255 años. Esto significa que, aproximadamente, en poco más de tres meses (alrededor del 25,5% de un año) se recuperaría la inversión inicial con los ahorros proyectados.

Este resultado indica una rápida recuperación de la inversión y una alta rentabilidad de las propuestas de mejora, consolidando la sostenibilidad financiera y técnica del sistema de autocontrol en la planta.

CONCLUSIÓN

Al finalizar el presente estudio, se establecen una serie de conclusiones que se desprenden tanto del análisis crítico desarrollado a lo largo del trabajo como de la evaluación del nivel de logro de los objetivos planteados al inicio de la propuesta de mejora. El propósito general diseñar un plan de mejora continua orientado a fortalecer el sistema de autocontrol en la etapa de formulación del producto Crema para Batir Andaria ha sido abordado de manera integral mediante el uso de metodologías de calidad, herramientas de diagnóstico y criterios técnicos propios de la gestión operativa en la industria láctea.

En primer lugar, el diagnóstico inicial permitió identificar las principales causas de bloqueo del producto en la etapa de formulación, evidenciando brechas relevantes en la estandarización de parámetros técnicos, en la aplicación del autocontrol por parte de los operadores y en la confiabilidad de los registros operativos. Estas brechas se relacionan directamente con la variabilidad del proceso, la falta de criterios uniformes para la toma de decisiones y la ausencia de mecanismos robustos de verificación intermedia. La utilización de herramientas como el diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto permitió transformar observaciones cualitativas en información cuantificable, facilitando la priorización de desviaciones críticas y la identificación de causas raíz que afectan la consistencia del producto final.

En este contexto, la aplicación del ciclo PDCA (o PHVA) se consolidó como una metodología fundamental para la gestión de calidad. Su carácter iterativo permitió estructurar el análisis desde la planificación hasta la verificación y ajuste, asegurando que cada propuesta de mejora se fundamentara en evidencia y no en apreciaciones subjetivas. El enfoque del ciclo PDCA permitió, además, integrar la mejora continua como un elemento transversal del proceso, reforzando la importancia de la estandarización, la disciplina operativa y la retroalimentación sistemática.

A partir del diagnóstico, se diseñó un plan de mejora del sistema de autocontrol, orientado a cerrar las brechas detectadas. Este plan integra acciones relacionadas con la estandarización de parámetros técnicos de formulación, la actualización de procedimientos, la capacitación operativa, la validación cruzada de formatos y el fortalecimiento del autocontrol intermedio. Asimismo, se incorporó un enfoque preventivo mediante la propuesta de un programa de calibración y mantenimiento de equipos críticos, con el fin de mejorar la estabilidad del proceso de formulación y reducir la ocurrencia de productos bloqueados por no conformidades. Estas acciones fueron diseñadas para abordar directamente las causas raíz identificadas, reduciendo la variabilidad del proceso y los costos asociados a bloqueos, reprocesos y detenciones no programadas.



En cuanto a la evaluación del impacto, si bien no se establecieron cifras exactas, el análisis cualitativo y cuantitativo realizado permite inferir que la implementación del plan contribuirá significativamente a reducir los bloqueos, mejorar la eficiencia operativa y aumentar el cumplimiento de los estándares de calidad del producto Crema para Batir Andaria. La estandarización de parámetros, la mejora en los registros de autocontrol, la detección temprana de desviaciones y la mayor confiabilidad de los equipos críticos constituyen avances significativos hacia un sistema de gestión más robusto y sostenible.

El cumplimiento de los objetivos específicos se evidencia en cada etapa del estudio:

- Se diagnosticaron las causas principales de bloqueo y su relación con el autocontrol.
- Se diseñó un plan de mejora enfocado en las brechas detectadas.
- Se propusieron acciones concretas en procedimientos, capacitación, controles y registros.
- Se evaluó el impacto y la sostenibilidad del sistema de autocontrol mediante criterios técnicos y de mejora continua.

Finalmente, el estudio demuestra que el fortalecimiento del autocontrol, junto con la estandarización y el mantenimiento preventivo, constituye una estrategia efectiva para mejorar la calidad del proceso de formulación y reducir significativamente las no conformidades. Asimismo, refuerza la importancia de adoptar un enfoque de mejora continua que permita a la organización adaptarse a los desafíos operativos y mantener la consistencia del producto final. La propuesta desarrollada representa un aporte significativo para la planta de alimentos lácteos Andaria, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones y para la continuidad del proceso de mejora en el ámbito productivo.

Bibliografía

- Alemaný, J. M. (2004). *El ciclo shewhart o el ciclo deming*. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. Londres: Mit Press.
- Evans, J. R. (2016). *Managing for quality and performance excellence (10ª ed.)*. Cengage Learning.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill.
- Jaque, T. M. (2023). *Propuesta de mejora para reducir devoluciones en el área de producción en una empresa de elaboración de etiquetas*. . Santiago.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Litre, S. E. (2012). *PDCA: Mejora Continua*. Editorial Académica Española.
- Miles, J. (2020). *Herramientas para la Mejora Continua*. Montevideo: Modum Srl. .
- normalización, O. i. (2018). *Sistemas de gestión de la calidad-requisitos (9001:2018)*. Ginebra,Suiza.
- Pulido, H. G. (2010). *Calidad total y productividad*. México, D.F.: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Sara Mortimore, C. W. (2013). *HACCP: A Practical Approach*. New York: Springer US.
- Scholtes, P. R. (1998). *The Leader's Handbook: Making Things Happen, Getting Things Done*. McGraw-Hill.



ANEXOS

Actividad clave	Agosto			Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				
	Semanas																			
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Recolección y validación de datos históricos de bloqueos																				
Determinar producto mas afectado.																				
Reuniones con operadores.																				
Reunión con supervisores																				
Recopilar registro % materia grasa formulación.																				
Elaborar FODA area formulación																				
Realizar lluvia de ideas																				
Elaboración diagrama causa y efecto																				
Análisis diagrama causa y efecto																				
Elaboración diagrama de pareto																				
Análisis diagrama de pareto																				
Análisis de datos % MG.																				
Diagnóstico inicial.																				
Propuesta de mejora																				
Valorización propuesta de mejora																				
Cierre final de la propuesta																				
Fechas entrega avances																				