



Diseño de un tablero de control de calidad en la reducción del índice de no conformidades
del sector lácteo

Laura Camila Penagos Cárdenas

Brihan Stiven Gutiérrez Bellaizan

Director:

M.Sc. Juan Sebastián Martínez Grisales

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

Ingeniería Industrial

Diciembre 09 de 2025

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
3. OBJETIVOS.....	11
3.1. Objetivo General.....	11
3.2. Objetivos Específicos	11
4. JUSTIFICACIÓN.....	12
5. ESTADO DEL ARTE.....	14
5.1. La gestión de la calidad en industrias de alimentos perecederos del sector lácteo 14	
6. MARCO TEÓRICO.....	18
7. MARCO NORMATIVO.....	26
8. METODOLOGÍA	28
8.1. Enfoque y Tipo de Estudio	28
8.2. Alcance de Investigación	28
8.3. Técnica de recolección de la información	28
8.4. Procedimiento análisis de datos	29
8.5. Fases alienadas a los objetivos del Estudio	29
9. RESULTADOS	32
9.1. Fase I – Caracterización del sector lácteo.....	32
9.2. Fase II – Definición y selección de la batería de indicadores de desempeño de los principales factores críticos de “No conformidad”	35
9.3. Fase III – Diseño del modelo preliminar del Dashboard en el específico de los datos 40	
9.4. Fase IV – Integración de los resultados como modelo físico en indicadores	56
10. DISCUSIÓN.....	67
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Diagrama de Pareto No conformidades del sector lácteo 2020 al 2024.....</i>	9
Figura 2. <i>Diagrama de flujo de proceso para una empresa del sector lácteo</i>	33
Figura 3. <i>Diagrama de Ishikawa</i>	34
Figura 4. <i>Boceto de tablero de control.....</i>	65

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Fases metodológicas de la investigación</i>	30
Tabla 2. <i>Distribución proporcional según el tamaño de las empresas del sector lácteo....</i>	32
Tabla 3. <i>Factores genéricos de desempeño productivo en el sector lácteo</i>	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 4. <i>Matriz de identificación de los factores críticos de “No conformidad”</i>	38
Tabla 5. <i>Batería de indicadores (KPI) relevantes para la construcción del tablero</i>	56
Tabla 6. <i>Depuración y organización de los datos</i>	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7. <i>Estadísticos descriptivos de los indicadores evaluados</i>	41
Tabla 8. <i>Ficha técnica para el indicador de Tasa de Muestras por Adulteración</i>	59
Tabla 9. <i>Ficha técnica para el indicador del Índice de Fallas en Buenas</i>	59
Tabla 10. <i>Ficha técnica para el indicador de rechazo de lotes por grasa y proteína</i>	60
Tabla 11. <i>Ficha técnica para el indicador de producto no apto por microbiológica</i>	61
Tabla 12. <i>Ficha técnica para el indicador de devoluciones reprocesables o destruidas....</i>	61
Tabla 13. <i>Indicadores integrados en un cuadro de mando</i>	63

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito diseñar un tablero de control de calidad en la reducción del índice de no conformidades del sector lácteo en Colombia. Para ello, se aplicó una metodología con enfoque cuantitativo, fundamentado en una revisión sistemática y documental, estructurada en tres fases. La primera fase, caracterizó los indicadores de desempeño utilizados en el sector e identificaron las principales causas de “No conformidad” a partir del diagrama de Ishikawa. Posteriormente, se definió una batería de indicadores de desempeño seleccionados a partir de una categorización de las variables asociadas a las causas de “No conformidad” detectadas del sector. Como fase final, se realizó el análisis específico de datos, asociado a factores críticos identificados previamente integrando los indicadores priorizados mediante fichas técnicas como modelo preliminar del tablero de control. Los resultados demostraron que el diseño de un tablero de control contribuye en el sector lácteo, al proyectarse como una herramienta estratégica para el seguimiento de indicadores críticos que conllevan a una “no conformidad”, facilitando la toma oportuna de acciones correctivas, el fortalecimiento de la gestión de la calidad y el análisis de datos.

PALABRAS CLAVE. Tablero de control, Gestión de la calidad, No conformidades, Indicadores de desempeño productivo, Industria láctea.

ABSTRACT

The purpose of this study is to design a quality control dashboard aimed at reducing the rate of nonconformities in the dairy sector in Colombia. A quantitative approach was applied, grounded in a systematic and documentary review structured into three phases. The first phase characterized the performance indicators used in the sector and identified the main causes of nonconformities through an Ishikawa diagram. Subsequently, a set of performance indicators was defined, selected from a categorization of variables associated with the detected causes of nonconformity in the sector. In the final phase, a specific data analysis was conducted based on previously identified critical factors, integrating the prioritized indicators through technical data sheets as a preliminary model of the control dashboard. The results demonstrated that designing a control dashboard contributes to the dairy sector by serving as a strategic tool for monitoring critical indicators associated with nonconformities, facilitating timely corrective actions, strengthening quality management, and improving data analysis.

KEYWORDS: Dashboard, Quality management, Non-conformities, Productive performance indicators, Dairy industry.

1. INTRODUCCIÓN

En la industria láctea el control de calidad representa un factor vital para asegurar la inocuidad de los productos de consumidor. Los autores Palencia y Horta (2024), destacan que el control de las “No conformidades” permiten asegurar una gestión de calidad efectiva, bajo el cumplimiento de los estándares establecidos para las empresas del sector lácteo. En este contexto, el control calidad y el seguimiento a los factores “No conformes” aseguran un proceso productivo inocuo, frente a los requerimientos establecidos por los entes normativos y operativos legales.

Con el fin de aportar a la solución de esta problemática el presente trabajo centra su enfoque en la realización de un análisis de datos orientado hacia el diseño de un tablero de control de calidad, con el propósito de reducir el índice de “No conformidades” de esta manera el proyecto investigativo aborda una metodología de enfoque cuantitativo estructurado en tres fases, que inicia con la caracterización del sector, el reconocimiento de los indicadores de calidad más utilizados en el sector y la identificaron las principales causas, mediante el uso de herramientas de análisis de efectos.

En la segunda fase del proyecto se construyó una batería de indicadores seleccionados a partir del análisis de factores críticos. Finalmente, se diseñó un modelo preliminar de tablero de control, integrando los indicadores priorizados mediante las cartas de control estadístico.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector de alimentos lácteos desempeña un papel fundamental en la satisfacción de la alta demanda del mercado, donde la gestión de las “*No conformidades*” se convierte en un factor crítico para garantizar la calidad de los productos. Los sistemas de control de calidad varían según el tipo de empresa, características del producto y la normativa aplicable, lo que impulsa la necesidad de mantener estándares estrictos que minimicen defectos en la composición y procesamiento de la leche. Un manejo ineficiente del índice de no conformidad, puede afectar la confianza del consumidor, generar pérdidas económicas, comprometer la inocuidad del producto, deteriorando la reputación organizacional (INVIMA, 2023).

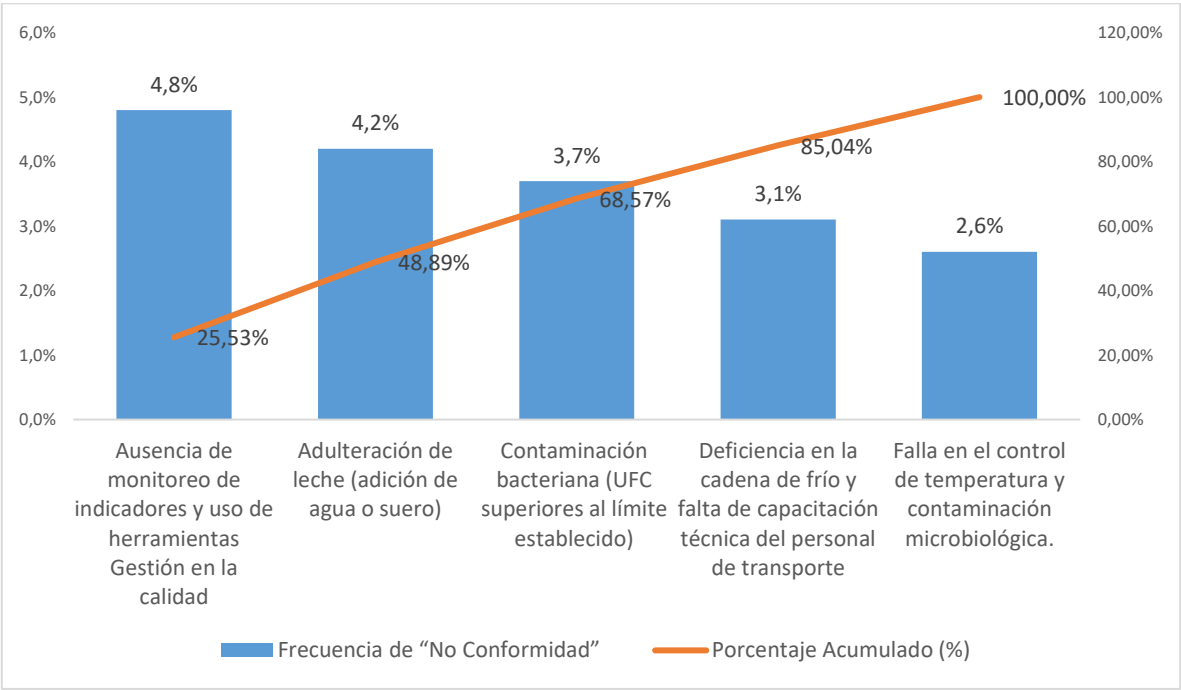
No controlar o minimizar el índice de una “No conformidad”, impacta a todos los entornos operativos de una organización, generando reprocesos y exponiéndose a sanciones. Según un informe técnico del ICA, existen empresas que presentan debilidades en el control de factores asociados a diversos factores críticos durante su transporte, como son; el almacenamiento inocuo, manipulación inadecuada del producto y la ausencia de un control y seguimiento por parte de las empresas. Estos factores influyen en el incremento de una inadecuada gestión de calidad, su presencia supone un riesgo significativo para la inocuidad y la trazabilidad del producto y consumidor final (ICA, 2023).

La Asociación Colombiana de Procesadores de Leche (2022), en conjunto con el reporte del INVIMA (2024), coinciden en que, dentro de los principales retos que inciden en el sector lácteo en Colombia, se encuentran factores asociados a la *ausencia de monitoreo de indicadores y uso de herramientas en la Gestión de calidad*, como se presenta en el reporte “Retos y oportunidades para un crecimiento sostenible”, donde existen variaciones significativas en el índice de “No conformidades”, entre los años 2020 y 2024, evidenciando

debilidades en diferentes causas, que sirven como parámetro de medición para establecer medidas preventivas, a partir del análisis basados datos (Bolsa Mercantil de Colombia, 2025).

Figura 1.

Diagrama de Pareto No conformidades del sector lácteo colombiano 2020 al 2024



Fuente: Bolsa Mercantil de Colombia. (2025). *Análisis del sector lácteo 2025: Retos y oportunidades para un crecimiento sostenible*

De la figura 1, se puede evidenciar una problemática asociadas a la *ausencia de monitoreo de indicadores y uso de herramientas Gestión en la calidad*, lo cual refleja una tendencia hacia el bajo nivel de adopción en herramientas de monitoreo continuo. Existen otros factores, que se resaltan este análisis, como; *la adulteración de leche*, (adición de agua o suero con el 48,89%), *las fallas en el control de temperatura y contaminación microbiológica*, las cuales, representan un riesgo crítico para la inocuidad alimentaria y se convierten en problemáticas que comprometen la integridad del producto y la satisfacción

del cliente. Este panorama evidencia la necesidad urgente de fortalecer el control y la calidad en las empresas del sector lácteo colombiano.

Autores como León Gómez (2020) y Mayaute, G. A. (2025), coinciden en que, el uso de herramientas analíticas basadas en datos, se perfilan como estrategias para el control de la calidad del producto final, de allí, que llevar a cabo un panel de control de indicadores, podría servir como un mecanismo preventivo, que permita detectar tendencias, anticipar desviaciones y optimizar la toma de decisiones en tiempo real.

Es por ello, la cadena de suministro láctea, debe mantener actualizada en el uso de mecanismos, estrategias y herramientas de calidad, para fortalecer los sistemas de control y trazabilidad, garantizando la calidad del producto, desde el ordeño hasta el cliente final (Agencia de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2020). Por ello, esta investigación plantea el siguiente interrogante: *¿Cómo al realizar el diseño de un tablero de control de calidad, puede contribuir en el fortalecimiento de la gestión de la calidad y la reducción del índice de no conformidades en una empresa del sector lácteo, a partir del análisis de datos?*

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Diseñar un tablero de control de calidad, a partir del análisis de datos, en la reducción del índice de no conformidades del sector lácteo.

3.2. Objetivos Específicos

1. Caracterizar los indicadores genéricos del flujo interno de procesos productivos utilizados en la gestión de la calidad del sector lácteo colombiano, identificando las principales causas de “No conformidad” a partir de diagrama Ishikawa.
2. Definir una batería de indicadores de desempeño, mediante la selección de los principales factores críticos de “No conformidad”, por medio de una matriz de categorización de las variables asociadas a las causas detectadas en el sector lácteo.
3. Diseñar el modelo preliminar del Dashboard, a partir de un análisis específico de los datos, integrando los indicadores priorizados en fichas técnicas para su posterior incorporación en la estructura del tablero de control de calidad.

4. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación busca, por medio del diseño de un tablero de control, fortalecer el monitoreo y seguimiento en la gestión de la calidad del sector lácteo colombiano. Un sector altamente sensible en sus procesos de producción, lo que exige un control riguroso de variables asociadas a la inocuidad, la trazabilidad y la consistencia del producto. De esta manera, contribuir en la identificación de indicadores críticos, para la toma de decisiones acentuadas en el análisis de la información, en tiempo real, que les permita a las empresas del sector utilizar estrategias que garanticen la satisfacción del consumidor y el cumplimiento de las normas sanitarias y de calidad vigentes.

En términos generales, el proyecto busca contribuir en el sector por medio de una mecanismo de control, basado en las normas que incluyen lineamientos a cumplir como; las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), el sistema para la gestión de riesgos en inocuidad, los estándares normativos y sanitarios establecido a nivel nacional, relacionados en el Decreto 616 de 2006, el cual reglamenta los requisitos para la producción y comercialización de productos lácteos, sin dejar de lado la Resolución 2674 de 2013, que establece las disposiciones sobre manipulación, procesamiento y condiciones higiénico-sanitarias de los alimentos. Estas directrices, acompañadas de los informes y lineamientos, orientan y justifican la realización y diseño del tablero, como un recurso de control para fortalecer la calidad en toda la cadena productiva láctea (INVIMA, 2023).

En este contexto, el diseño de tablero de control propuesto, busca integrar variables críticas del sector lácteo, analizando sus datos estadísticamente, convirtiéndola en una herramienta estratégica de visualización y alerta temprana a dichos factores. Además, la propuesta general alternativas para las empresas en estandarización y medición, definidos en

fichas técnicas, con el que propósito de llevar el seguimiento y designar responsable en el control. De esta manera, la investigación contribuye al fortalecimiento de la cultura de mejora continua, a la optimización y aseguramiento de la calidad en los factores más influyentes dentro de la cadena de valor del sector lácteo (Monsalve-Castro y Tobón Tobón, 2023).

Desde una perspectiva estratégica, el diseño de un tablero de control se convierte en un mecanismo vital para la toma de decisiones, especialmente ante las necesidades de la industria y su alta sensibilidad frente a riesgos como la adulteración del producto, la contaminación bacteriana o microbiológica y la presencia de residuos químicos asociados a fallas en la cadena de frío. Estos factores se presentan de forma recurrente debido a la falta de capacitación técnica del personal de transporte logístico en el control de variables relacionadas con la temperatura (Bolsa Mercantil de Colombia, 2025),

Finalmente, desde una perspectiva académica, este trabajo aporta al fortalecimiento del conocimiento sobre metodologías de análisis de datos de control aplicadas a la gestión de la calidad. Así mismo, promueve el desarrollo de competencias profesionales orientadas a la sostenibilidad, al monitoreo y al control de factores que pueden convertirse en herramientas de seguimiento para empresas del sector lácteo colombiano.

5. ESTADO DEL ARTE

En esta sección se presentan los antecedentes investigativos y teóricos relacionados con la gestión de la calidad en productos perecederos, haciendo énfasis en el análisis del índice de “No conformidades” y su impacto en la eficiencia de los procesos productivos del sector lácteo. A partir de la revisión de diversos estudios nacionales e internacionales, se identifican los principales aportes al diseño e implementación de tableros de control, como herramientas de apoyo en la toma de decisiones, en el seguimiento de indicadores de desempeño (KPI) y análisis de datos orientados a la mejora continua.

5.1. La gestión de la calidad en industrias de alimentos perecederos del sector lácteo

La gestión de la calidad en el sector lácteo se ha consolidado como un elemento fundamental dentro de los procesos productivos. La ausencia de un control riguroso impacta directamente en el índice de no conformidades, originado por múltiples factores relacionados con la inocuidad o la ineficiencia operativa. Informes de entidades como el INVIMA y el ICA evidencian que actualmente existen empresas con altos niveles de desviaciones asociadas a riesgos sanitarios, lo cual refuerza la necesidad de fortalecer los sistemas de control y vigilancia en toda la cadena productiva (INVIMA, 2024).

En este sentido, Monsalve-Castro y Tobón Tobón (2023) señalan que la baja implementación de herramientas de monitoreo y control en los procesos productivos incide negativamente en el desempeño operativo, afectando la continuidad de la cadena productiva y generando posibles sanciones por parte de los entes reguladores. Esta postura respalda la pertinencia del diseño de un tablero de control, al destacar cómo este tipo de herramientas puede contribuir al fortalecimiento de la gestión de la calidad y a la reducción del índice de no conformidades en una empresa del sector lácteo.

De igual manera, autores como Ecurra Chávez (2023) y Sinarahua Cárdenas y Rojas Sinche (2024), coinciden en que la implementación de estrategias y mecanismos de control incrementa la eficiencia operativa y disminuye la ocurrencia de no conformidades. Estos aportes resultan relevantes para la presente investigación, al evidenciar que la integración de un tablero de control fortalecería el monitoreo, el análisis y la toma de decisiones en procesos críticos del sector lácteo, favoreciendo la mejora continua.

Metodologías aplicadas al sector lácteo como mecanismos de control productivo

En cuanto a los modelos y metodologías orientadas a la gestión y el control, Muñoz Ríos (2023), señala que los indicadores constituyen la métrica más utilizada para evaluar el desempeño productivo. No obstante, su aplicación suele desarrollarse de manera descentralizada y con baja frecuencia, especialmente en empresas del sector lácteo de menor tamaño, lo que limita su capacidad para generar decisiones oportunas. Por su parte, Rojas Taborda (2023) evidencia una creciente adopción de dashboards analíticos como herramientas que optimizan los procesos y fortalecen la trazabilidad productiva, al ofrecer visualizaciones que permiten identificar con mayor precisión puntos críticos en la operación. Estas posturas respaldan la pertinencia del diseño de un tablero de control, al destacar que este tipo de herramientas integra la información dispersa, centraliza el monitoreo y mejora la capacidad de respuesta ante desviaciones.

En esta misma línea, Zuluaga Carmona (2025) demuestra que el diseño de un panel de indicadores visualizado mediante Power BI permite monitorear el comportamiento logístico y detectar patrones de ineficiencia asociados a las no conformidades en tiempo real. Este planteamiento coincide con lo expuesto por Dorador Julca y López Cárdenas (2024), quienes argumentan que el monitoreo continuo de los indicadores desempeña un papel

fundamental en la detección temprana de desviaciones en la calidad del producto, posibilitando la implementación oportuna de medidas preventivas y evitando afectaciones mayores en la cadena productiva. Para el proyecto de diseño del tablero de control, se destaca que su implementación facilitará el seguimiento dinámico de las variables críticas y permitirá tomar acciones correctivas antes de que los problemas se amplifiquen.

Diversos autores coinciden en que la detección de no conformidades puede estructurarse en fases como identificación, caracterización, análisis y control, lo que permite aplicar métricas sistemáticas que funcionan como mecanismos correctivos y preventivos. En este sentido, Agudelo (2021) resalta que la fase de análisis de la causa raíz es esencial para evitar la reincidencia de errores en los procesos logísticos y garantizar la mejora continua en la gestión de la calidad. De ello se desprende que el tablero de control propuesto contribuirá al fortalecimiento de la gestión de la calidad al proporcionar una herramienta que facilite la trazabilidad del origen de las desviaciones, permita evaluar tendencias y favorezca la toma de decisiones basadas en evidencia.

Análisis de datos en la creación de indicadores de control para el sector lácteo

Escurra Chávez (2023), en su estudio sobre el índice de no conformidad, señala que el análisis de los datos y de las fuentes de información constituye un elemento clave para la toma de decisiones estratégicas en empresas del sector lácteo. Dichas fuentes pueden originarse en informes mensuales de calidad, reportes de inspecciones de Buenas Prácticas de Manufactura o evaluaciones internas; factores que influyen directamente en la selección de indicadores de producción, según las necesidades y problemáticas específicas de cada empresa. Esta postura metodológica contribuye al fortalecimiento de la gestión de la calidad, ya que promueve el uso de información confiable para diseñar indicadores que reflejen de manera precisa el desempeño y las desviaciones en los procesos productivos.

Como propuesta de acción correctiva, Monsalve-Castro y Tobón Tobón (2023) presentan un estudio en el cual aplican analítica descriptiva sobre una fuente de datos interna, en conjunto con un modelo de gestión de la calidad para productos perecederos. Los autores concluyen que la asignación de responsables específicos por indicador favorece el cumplimiento de las metas establecidas, permite definir plazos claros y facilita el seguimiento periódico de la evolución de los resultados. Esta postura metodológica contribuye al fortalecimiento del objetivo de diseño del tablero, al demostrar que la claridad en los roles y la disponibilidad de información actualizada son determinantes para mantener bajo control los niveles de no conformidades.

En concordancia, León Gómez y Palacio (2020) destacan que, en la gestión de la calidad, existen diversas metodologías de análisis de datos ampliamente aplicadas en la industria láctea, como el análisis de Pareto, los 5 Por qué y el diagrama de causa y efecto. Estas herramientas resultan fundamentales para identificar las causas de las no conformidades y orientar adecuadamente las acciones de mejora continua. Esta postura contribuye al diseño del tablero propuesto al demostrar que el análisis estructurado de la información es imprescindible para priorizar problemas, explicar su origen y establecer estrategias de intervención efectivas.

6. MARCO TEÓRICO

Este apartado sienta las bases teóricas que sustentan la aproximación necesaria para el desarrollo del estudio. A partir de estos fundamentos, se abordan los principales conceptos relacionados con la gestión de la calidad, las no conformidades y la estructura de un tablero de control (dashboard), como pilares conceptuales para el diseño de un sistema de indicadores orientado al control de calidad en la cadena productiva del sector lácteo.

El control de calidad en la industria láctea

La definición de la gestión de la calidad en esta industria ha evolucionado significativamente a lo largo del tiempo. Según León Gómez y Palacio (2020), mantener una calidad óptima en los procesos productivos del sector lácteo implica el cumplimiento de parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales, así como la implementación de sistemas que garanticen la inocuidad alimentaria. En este sentido, el enfoque de la calidad se orienta tanto hacia la satisfacción del cliente como hacia la reducción de los costos asociados a fallas en el proceso, incluidos los relacionados con la logística y el manejo de productos perecederos (Casas Agudelo, 2021).

Uno de los mecanismos tradicionales de control es la elaboración de registros de inspección dentro de la producción interna de la empresa, así como la documentación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) relacionadas con las no conformidades detectadas. Estos registros permiten asegurar un flujo de proceso acorde con los estándares exigidos por la normativa sanitaria y de inocuidad propias del sector lácteo, de allí la importancia de mantener un análisis continuo y riguroso de los índices e indicadores críticos que puedan comprometer la calidad del producto final.

Autores como Muñoz Ríos (2023) y Zuluaga Carmona (2025), señalan que, en la actualidad, las empresas del sector lácteo destinan tiempo y recursos significativos a garantizar el cumplimiento de los requisitos normativos y técnicos, sin dejar de lado el seguimiento permanente de los índices de desempeño. Este monitoreo constante es clave para anticipar desviaciones, fortalecer la toma de decisiones y asegurar la competitividad en entornos productivos altamente regulados.

Las “No Conformidades”

Las “no conformidades”, según León Gómez y Palacio (2020), se definen como las desviaciones respecto a los estándares establecidos en los procesos de producción o distribución y que afectan la calidad del producto final o su entrega. Teóricamente, su sustento se encuentra en los sistemas de gestión de la calidad basados en normas ISO, los cuales establecen mecanismos para detectar, analizar y corregir errores en la cadena productiva. De acuerdo con Dorador Julca y López Cárdenas (2024), el análisis de este tipo de “No conformidades”, permite generar conocimiento sobre las causas raíz de los problemas dentro de la cadena logística operativa y busca establecer acciones correctivas y preventivas que los erradiquen o mitiguen.

En relación con el sector lácteo, Zuluaga Carmona (2025), señala que las “No conformidades” suelen asociarse con deficiencias en la manipulación, transporte y almacenamiento de los productos, lo cual genera pérdidas económicas y deterioro en la imagen de la empresa. De igual manera, Muñoz Ríos (2023) y Rojas Taborda (2023), afirman que, el uso de herramientas analíticas y tableros de control, permite en las “No conformidades” una identificación de tendencias, con el objetivo de abordar mejoras en la trazabilidad de las causas que lo originan.

El Dashboard o Tablero de control

Para fines de esta investigación, es crucial comprender la definición de un modelo Dashboard, entendido como una herramienta tecnológica de visualización que integra indicadores de desempeño con el propósito de facilitar la gestión de información en tiempo real. Según Dorador Julca y López Cárdenas (2024), este tipo de sistema forma parte de la inteligencia de negocios, permitiendo el control y seguimiento de los indicadores de medición a través de gráficos, reportes e interfaces interactivas que simplifican la interpretación de datos complejos.

De acuerdo con Parra, De la Ossa y Ruiz (2019), las características de un tablero de control se centran en la claridad visual, la interactividad y la capacidad de integrar múltiples fuentes de información en una sola plataforma analítica. Entre las principales ventajas se destacan la posibilidad de monitorear en tiempo real el comportamiento de los procesos, detectar desviaciones oportunamente, apoyar la toma de decisiones estratégicas y fomentar una cultura organizacional basada en la gestión por resultados.

En cuanto a su aplicación en la gestión industrial y en el control de alimentos, Rojas Taborda (2023), afirma que el diseño de un tablero de control debe iniciar con:

- Un primer paso de análisis de la información y un proceso de conversión de los datos operativos del área de calidad para traducirlos en indicadores, para ello se realiza un análisis crítico de patrones, tendencias y causas que son recurrentes y requieren de mejoras.
- El siguiente paso es la identificación y selección de los indicadores críticos de desempeño (KPI), los cuales serán tratados, por medio que representen los factores más sensibles del proceso.

- Posteriormente, se debe realizar la estructuración del modelo analítico, en el cual se definen los parámetros de medición, las fuentes de datos y los formatos de visualización más adecuados para el análisis.
- Finalmente, se desarrolla el tablero, el cual debe ser validado mediante pruebas de consistencia y retroalimentación del personal operativo y directivo, garantizando así su funcionalidad como herramienta de monitoreo y control continuo.

Modelo del Dashboard aplicado al control de calidad en el sector lácteo

El uso de Dashboards en el sector lácteo ha venido en aumento, precisamente por los beneficios asociados a su aplicación, tales como la reducción de tiempos en la toma de decisiones y el aumento del control sobre los procesos operativos, al unificar la información y permitir una vigilancia continua (Zuluaga Carmona, 2025). Según Rojas Taborda (2023), cerca del 40 % de las empresas del sector alimentario en Colombia han implementado paneles analíticos de control (Dashboard), utilizándolos como mecanismos de medición en áreas como producción, calidad y despacho.

Las fases de aplicación de un Dashboard, asociado al diseño de indicadores de control, inician con la recolección y depuración de los datos, seguido de la selección de los indicadores y finaliza con la construcción de las visualizaciones interactivas (Muñoz Ríos, 2023). Aplicar esta herramienta, permite a las empresas, mantener un monitoreo continuo, mejorar la trazabilidad de la información y tomar decisiones a partir del análisis de los datos, fomentando un entorno interno con mayor control, convirtiéndose en un factor diferencial en esta industria altamente competitiva.

La batería de indicadores para un Tablero de control

El concepto de una batería de indicadores, se asocia al conjunto estructurado de fichas técnicas que orientan la definición, construcción matemática de factores en la evaluación del desempeño, que serán de utilidad en el diseño de un tablero de control. Para ello, se establecen parámetros como el objetivo del indicador, la fórmula de cálculo, la unidad de medida, la frecuencia de seguimiento, la fuente de datos y el responsable del monitoreo, garantizando así la trazabilidad y la consistencia de la información (Casas Agudelo, 2021).

Los autores, Dorador Julca y López Cárdenas (2024) describen los indicadores como medidas que reflejan la eficiencia y eficacia de los procesos clave dentro de una organización, cuya construcción depende de los factores que se pretende analizar. En este sentido, la batería de indicadores constituye el núcleo del tablero de control, ya que permite representar de forma visual el comportamiento de los procesos, identificar desviaciones y facilitar la toma de decisiones basadas en evidencia.

Según León Gómez y Palacio (2020) y desde una perspectiva aplicada al sector lácteo, la batería de indicadores debe priorizar variables relacionadas con la calidad del producto, la trazabilidad, el cumplimiento normativo, la reducción de desperdicios y el control de “no conformidades”, de modo que el tablero de control se convierta en una herramienta integral de apoyo a la mejora continua y a la gestión de la calidad.

Las perspectivas del cuadro de mando integral alineadas a indicadores

De acuerdo con Dorador Julca y López Cárdenas (2024), las perspectivas Financieras, clientes, Procesos internos y Crecimiento y desarrollo, están asociadas a un Cuadro de Mando Integral (CMI), definidas como los distintos enfoques estratégicos desde los cuales se analiza el desempeño de una empresa u organización, integrando la visión y los objetivos de la empresa en cuatro áreas de gestión.

Según León Gómez & Palacio (2020), las perspectivas se articulan al diseño de indicadores de desempeño, que constituyen métricas cuantificables, tanto en cantidad como en cualidad, diseñadas para evaluar el cumplimiento de metas y objetivos estratégicos, que incluyen:

- **La perspectiva financiera:** La construcción de la perspectiva financiera, inicia con la identificación de los objetivos económicos que garantizan la sostenibilidad y rentabilidad del negocio, tales como el control de costos, la optimización de recursos o el incremento del margen operativo. En su aplicación contemporánea, esta perspectiva ha evolucionado hacia sistemas analíticos complejos integrados en plataformas digitales, que permiten el monitoreo en tiempo real del desempeño financiero y operativo (Zuluaga, 2025).
- **La perspectiva clientes:** Se define como, la forma en que se miden los resultados obtenidos por la organización desde el punto de vista del cliente, considerando aspectos como; la atención, la calidad del servicio y el cumplimiento de expectativas. Los autores Dorador Julca y López Cárdenas (2024), coinciden en que, los indicadores direccionados a los clientes, permiten valorar la eficiencia y eficacia de los procesos, cuya construcción depende directamente de los factores a medir y de la estrategia de mercado adoptada por la organización.
- **La perspectiva de procesos internos:** Se construye a partir de la identificación de las actividades críticas que agregan valor dentro de la cadena productiva, se enfoca en la mejora continua, la reducción de desperdicios y la innovación.
- **La perspectiva de aprendizaje y crecimiento:** se fundamenta en la identificación de las capacidades del talento humano, la cultura organizacional y el desarrollo

tecnológico, factores de los cuales depende la sostenibilidad operativa y la adaptación al cambio.

Según Zuluaga Carmona (2025), las empresas del sector industrial, utilizan el Cuadro de Mando Integral, a partir de indicadores integrados en paneles de control, con lo cual se ha logrado reducir factores, como; los tiempos de respuesta, la calidad, entre otros factores.

Análisis de datos integrados a un Power BI

Para desarrollar una integración exitosa del análisis de datos en Power BI, es necesario iniciar con una fase preliminar que incluya la preparación, depuración y modelado de la información proveniente de diversas fuentes. Según García-Murillo (2022), la construcción de un modelo de análisis requiere avanzar de manera estructurada a través de varias etapas que garantizan la consistencia y utilidad de los datos dentro del sistema. Dichas etapas son:

- **Etapas 1 - Diseño del modelo para el sistema a controlar:** Se selecciona el modelo acorde a los objetivos del proceso y a las necesidades de información de la organización. En esta fase, la data recolectada se transforma y se ajusta a los puntos de control identificados como críticos para la calidad del proceso, convirtiéndolos en indicadores que faciliten la toma de decisiones.
- **Etapas 2 - Fuentes de datos:** Se describe y registra la fuente de información, como registros, inspecciones o reportes de “No conformidades y acciones correctivas.
- **Etapas 3 - Depuración y organización de los datos:** En esta fase se prepararán los datos, eliminando duplicados y clasificando las unidades de medida según el proceso.
- **Etapas 4 - Análisis estadístico:** En esta fase se elige la Técnicas de análisis estadístico, como fundamento de la ingeniería industrial, entre las más comunes están:
 - La Estadística descriptiva.

- El control estadístico de procesos (SPC).
- El análisis de capacidad del proceso.
- Un análisis de causa raíz o diagrama Ishikawa o Pareto.

El uso de este tipo de herramientas, facilita la interpretación de los resultados, reduce la incertidumbre y apoya la toma de decisiones estratégicas visualizadas posteriormente en un tablero de control interactivo. En consecuencia, la integración de un tablero de control en Power BI, no solo fortalece la transparencia y el seguimiento de los procesos, sino que también impulsa una cultura organizacional orientada a la mejora continua, la eficiencia operativa y la gestión basada en datos (Parra, De la Ossa y Ruiz, 2019).

7. MARCO NORMATIVO

El presente estudio se enmarca dentro de los lineamientos de la Norma ISO 9001:2015, la cual establece los requisitos para la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), orientado al cumplimiento de los estándares internacionales que aseguran la mejora continua, la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. Según Parra, De la Ossa y Ruiz (2019), esta norma se constituye como una herramienta fundamental para la gestión de procesos en organizaciones del sector alimentario, permitiendo la identificación y corrección de no conformidades mediante un enfoque basado en la gestión de riesgos y la optimización de procedimientos.

En el contexto específico de la industria láctea colombiana, el marco regulatorio se encuentra reforzado por el Plan Nacional Subsectorial de Vigilancia y Control de Residuos en Leche Bovina, ejecutado por el INVIMA y el ICA. Este plan establece los parámetros técnicos para el muestreo, análisis y vigilancia de residuos químicos y microbiológicos presentes en la leche cruda y procesada, garantizando el cumplimiento de estándares de inocuidad exigidos tanto a nivel nacional como internacional (INVIMA & ICA, 2023). La información generada por este programa constituye un insumo fundamental para la evaluación del índice de no conformidades y la toma de decisiones informadas dentro de los sistemas de calidad empresarial.

Así mismo, la Resolución 2270 de 2023 del Ministerio de Salud y Protección Social introduce disposiciones específicas sobre los límites permitidos de “caseinomacropéptido” (CMP) en productos lácteos, así como los métodos analíticos oficiales para detectar adulteraciones por adición de “lactosuero”. Esta normativa es especialmente relevante para las plantas procesadoras, dado que regula uno de los factores más recurrentes en los casos de no conformidad reportados en los últimos años. Su aplicación obliga a las empresas a

fortalecer sus capacidades de control interno, ajustar sus sistemas de trazabilidad e implementar mecanismos de verificación analítica más rigurosos (Ministerio de Salud y Protección Social, 2023).

Finalmente, las entidades de vigilancia y control han emitido disposiciones y comunicados que complementan el marco normativo vigente. El INVIMA, mediante comunicados oficiales, ha reportado la suspensión temporal y cierre de plantas procesadoras debido a la detección de lactosuero por encima de los límites establecidos y otras irregularidades sanitarias (INVIMA, 2024). A su vez, el ICA ha reforzado la vigilancia mediante planes de inspección, muestreo y análisis desarrollados entre 2023 y 2025, orientados al control de residuos y contaminantes en leche cruda (ICA, 2024). Por su parte, la Superintendencia de Industria y Comercio ha adelantado investigaciones y sanciones a empresas del sector por prácticas que afectan la calidad, la transparencia comercial y los derechos de los consumidores, como la adulteración con lactosuero (Superintendencia de Industria y Comercio, 2024). En conjunto, estas disposiciones consolidan un marco regulatorio robusto que busca asegurar la calidad del producto lácteo y minimizar la aparición de no conformidades en toda la cadena productiva.

8. METODOLOGÍA

8.1. Enfoque y Tipo de Estudio

El presente proyecto de investigación adopta un enfoque cuantitativo, fundamentado en una revisión sistemática y documental, que promueve una investigación basada en fuentes con documentos académicos, artículos científicos e información sectorial lácteo en Colombia. Su propósito es identificar los factores incidentes en el sector lácteo y, a partir de ello, proponer un Dashboard orientado a la gestión de la calidad. De acuerdo con Hernández Sampieri (2022).

8.2. Alcance de Investigación

El alcance de la investigación es interpretativo y analítico, dado que busca comprender las dinámicas que inciden en la gestión de la calidad y la reducción de las “No conformidades” del sector lácteo. Este estudio analiza los procesos y buenas prácticas documentadas en la literatura. Según Marrero Galván y González Pérez (2022), los estudios de tipo interpretativo permiten profundizar en la comprensión de los fenómenos organizacionales desde un enfoque contextual, ofreciendo una visión integral de las estrategias de mejora aplicadas. De esta manera, el proyecto contribuye a la reflexión sobre el papel del análisis de las herramientas tecnológicas como elementos estratégicos para la optimización de procesos en la cadena logística de despacho integrada a un Dashboard.

8.3. Técnica de recolección de la información

La técnica empleada para la recolección de la información se fundamentó en un análisis documental y en una revisión sistemática de fuentes primarias y secundarias. Este proceso permitió construir una base teórica sólida sobre las no conformidades y sobre los

indicadores de control utilizados en la industria láctea, facilitando su identificación, clasificación y cuantificación en función de los objetivos del estudio.

En cuanto a las consideraciones éticas, se garantizó la confiabilidad, pertinencia y trazabilidad de la información compilada. Los datos fueron analizados y sintetizados de manera rigurosa, asegurando su adecuada interpretación para la identificación de factores críticos, posteriormente convertidos en indicadores de desempeño. Este enfoque permitió disponer de insumos confiables para el desarrollo de una herramienta tecnológica orientada a mejorar la gestión de la calidad en el sector lácteo.

8.4. Procedimiento análisis de datos

Se aplicaron técnicas de análisis de datos basadas en métodos estadísticos descriptivos y herramientas de ingeniería de la calidad, integrando los principales factores de desempeño del sector lácteo. El proceso incluyó la depuración, organización y estandarización de la información recopilada, seguida de la aplicación de técnicas como el análisis de Pareto para priorizar factores críticos de no conformidad y el uso del diagrama de Ishikawa para identificar sus causas raíz. Posteriormente, se calcularon métricas clave asociadas a los indicadores seleccionados, permitiendo evaluar tendencias, variaciones y comportamientos relevantes dentro del proceso productivo. Este procedimiento facilitó la construcción de un modelo analítico que sirvió de base para el diseño del tablero de control orientado a la gestión de la calidad.

8.5. Fases alienadas a los objetivos del Estudio

A continuación, se presenta las fases del desarrollo metodológico de la investigación, organizado de acuerdo con los objetivos planteados. Cada fase describe las actividades que permiten estructurar el análisis de la información y definir los insumos

necesarios para la construcción del tablero de control, especificando los instrumentos que servirán como soporte técnico y metodológico para el diseño del modelo.

Tabla 1.

Fases metodológicas de la investigación

FASES	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	INSTRUMENTO
Fase I – Caracterización de indicadores de desempeño del sector lácteo	- Análisis del sector lácteo y los indicadores genéricos de desempeño productivos. - Reconocimiento del flujo interno de proceso dentro de la cadena productiva de una empresa del sector lácteo. - Identificación de las principales causas de no conformidad, aplicando análisis de causa raíz del diagrama Ishikawa.	- Análisis sectorial e indicadores genéricos del sector lácteo. - Técnica de los 5 porqués. - Diagrama de Ishikawa.
Fase II – Construcción de la batería de indicadores de desempeño	- Definición de los principales factores críticos de “No conformidad” utilizando la matriz de categorización. - Selección y definición de la batería de indicadores. - Cálculo matemático para el cálculo de los indicadores seleccionados.	- Matriz de categorización de no conformidades. - Batería de indicadores. - Ficha técnica para los indicadores seleccionados

Fase III – Diseño del modelo preliminar del tablero de control	-	Análisis estadístico de datos	-	Depuración a los datos
	-	Depuración a los datos.	-	Técnicas de análisis estadístico descriptivo.
	-	Aplicación del análisis estadístico descriptivo de los datos.	-	Matriz de análisis Multicriterio
	-	Construcción de los indicadores seleccionados, con la Ficha técnica.	-	Cuadro de mando integral.
	-	Integración de los indicadores seleccionados a un cuadro de mando integral.	-	Boceto de tablero.
	-	Modelo preliminar del Dashboard para el diseño del Tablero de control.		

Fuente: Elaboración propia.

9. RESULTADOS

9.1. Fase I – Caracterización del sector lácteo

El desarrollo de las actividades correspondientes a la Fase I, inició con el análisis del sector lácteo y de los indicadores genéricos de desempeño productivo. Para ello, se consultaron fuentes estadísticas e informes documentales relacionados con muestras e índices de producción vinculados a la gestión de la calidad.

Distribución proporcional del sector lácteo según el tamaño de las empresas

De acuerdo con la información reportada por *Empresite* (2024), en el documento *Industria Láctea en Colombia*, se identificaron 6.724 empresas dedicadas al procesamiento, transformación y comercialización de productos lácteos. De este total, 188 corresponden a empresas grandes, 547 a empresas medianas y 5.989 a empresas pequeñas. La distribución proporcional por tamaño empresarial se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2.

Distribución proporcional según el tamaño de las empresas del sector lácteo

Tipo de empresa	Cantidad	Porcentaje del total
Grandes	188	2.9 %
Medianas	547	8.5 %
Pequeñas	5.989	88.6 %
Total	6.724	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Reconocimiento del flujo de proceso dentro de la cadena productiva del sector lácteo

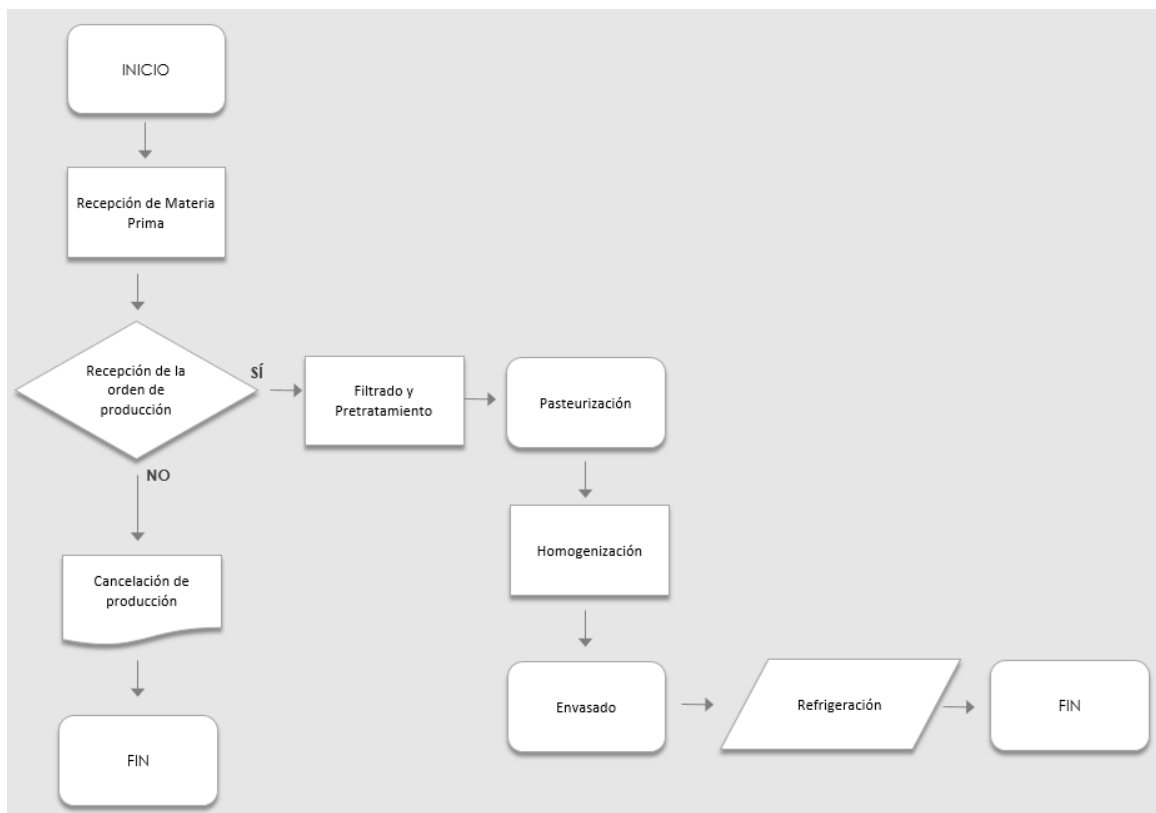
El reconocimiento del flujo interno del proceso en una empresa del sector lácteo, se constituye como un elemento vital para comprender la dinámica operativa y los puntos críticos que influyen en la calidad e inocuidad del producto final. Este análisis, busca

reconocer las etapas productivas, que generalmente se utilizan dentro de la cadena de producción láctea.

El flujo estándar del proceso lácteo, inicia con la recepción de la materia prima y continúa con las etapas de pasteurización, homogenización y los tratamientos térmicos complementarios. Posteriormente, el producto pasa al proceso de envasado y refrigeración, para culminar en las fases de almacenamiento y distribución. Cada una de estas etapas integra controles específicos orientados a asegurar el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y regulatorios establecidos para la producción de derivados lácteos. La estructura general del proceso se presenta en la Figura 2.

Figura 2.

Diagrama estándar del flujo de proceso lácteo



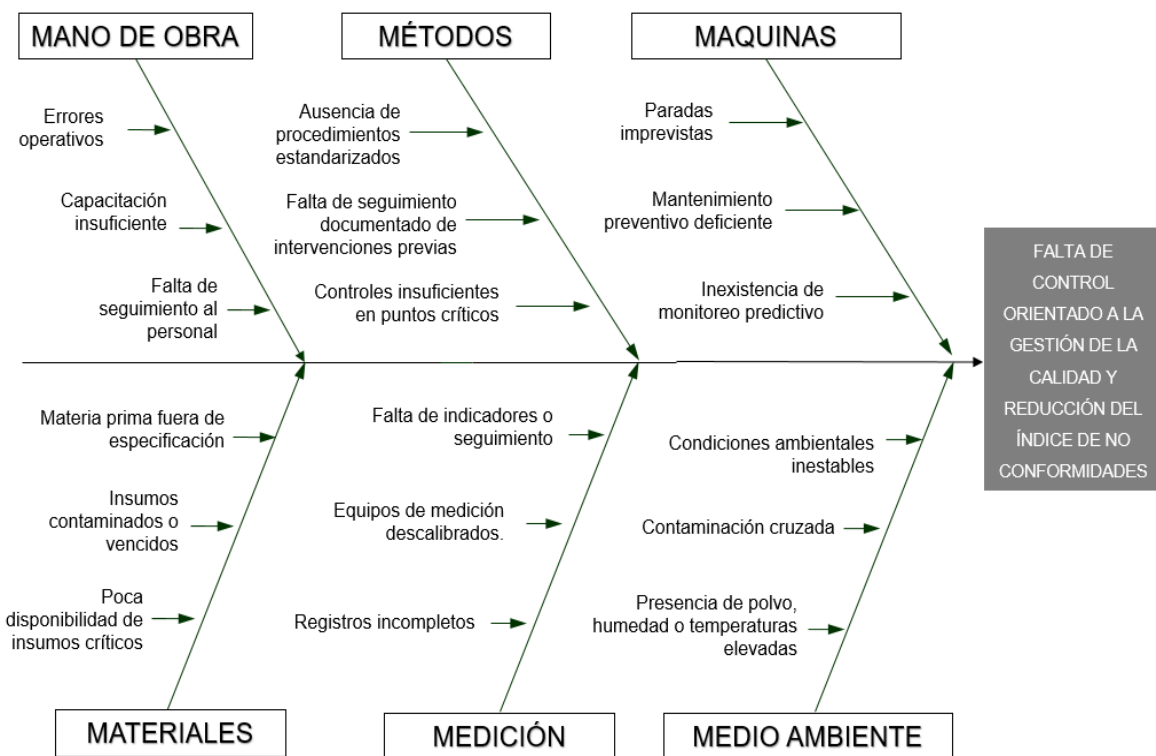
Fuente: Elaboración propia.

- **Identificación de las principales causas de no conformidad, aplicando el diagrama Ishikawa**

Se elabora un *diagrama de Ishikawa* con el propósito de indagar las causas que originan la no conformidad, así como su causa central, la cual servirá de insumo en la calificación tendencial de los patrones de variabilidad del proceso, a partir de fuentes y datos consultados en la industria (Bolsa Mercantil de Colombia, 2025), (ICA, 2023) (Asociación Colombiana de Procesadores de Leche, 2022), en conjunto con el reporte del (INVIMA, 2024).

Figura 3.

Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia.

Como análisis en la primera fase, se identificaron los factores genéricos de desempeño productivo que mayor incidencia, de los cuales se evidencia la falta de control orientado a la gestión de la calidad y reducción del índice de no conformidades del sector lácteo, entre causas operativas, técnicas y organizacionales que afectan la calidad, evidenciando brechas se concentran en la estandarización de métodos, la variabilidad de la materia prima, el mantenimiento de equipos y las prácticas operativas del personal, que pueden ser utilizados para la construcción de los indicadores a integrar en el tablero de control.

Como resultado del análisis del diagrama Ishikawa, se identificaron las causas que se presentan como puntos de mejora o de mayor incidencia en el sector lácteo. Los hallazgos evidencian una la falta de mecanismos de control orientados a la gestión de la calidad y a la reducción del índice de no conformidades. Además, se identificaron causas operativas, técnicas y organizacionales que influyen directamente en la industria láctea.

Como análisis a la primera fase, se observaron brechas se concentran en la falta de estandarización de métodos, las deficiencias en la materia prima, en el mantenimiento de equipos y las prácticas operativas del personal. Estos elementos representan puntos críticos del proceso y constituyen insumos fundamentales para la construcción de los indicadores que serán integrados en el tablero de control.

9.2. Fase II – Definición y selección de la batería de indicadores de desempeño de los principales factores críticos de “No conformidad”

En la segunda fase se avanzó en la definición y selección de la batería de indicadores de desempeño de los principales factores críticos de “No conformidad”, que servirían como base para la creación del tablero de control, partiendo de los factores identificados en la Fase

I, donde se identificaron y clasificaron las principales causas de “No conformidad”, desarrollando una matriz de categorización que permitió organizar las variables asociadas a los incumplimientos detectados en el sector lácteo.

Entidades y atributos de la selección de los principales factores críticos de “No conformidad”

La tabla de entidades y atributos, específicamente a partir de los factores críticos de “No conformidad” se presenta como información organizada para que pueda utilizarse directamente en el modelo lógico estadístico.

Tabla 5.

Entidades y atributos específicos de los factores críticos de “No conformidad”

Entidad	Atributos
Adulteración de la leche	- Tipo de adulterante (agua, sueros, sustancias no declaradas) - Número de empresas afectadas (grandes, medianas, pequeñas) - Frecuencia de ocurrencia- Impacto en inocuidad/autenticidad
No conformidades críticas en el proceso	- Etapas del proceso afectadas- Número de incumplimientos críticos por tamaño empresarial- Severidad del incumplimiento- Riesgo operativo asociado
Rechazo por desviación fisicoquímica	- Parámetros afectados (grasa, proteína)- Porcentaje de lotes rechazados por categoría de empresa- Variación respecto a estándar- Estabilidad del proceso
Contaminación microbiológica	- Tipo de microorganismo detectado- Causa raíz (fallas térmicas, higiene)- Porcentaje de empresas afectadas- Nivel de riesgo microbiológico
	- Tasa de d

Devoluciones reprocesables o destruidas	- Costos asociados al reproceso- Impacto en eficiencia operativa
Reclamos del cliente	- Tipo de reclamo- Porcentaje de reclamos por categoría empresarial- No conformidad percibida por el consumidor- Efecto sobre satisfacción del cliente
Sanciones por BPM (INVIMA)	- Tipo de infracción- Número de sanciones (grandes, medianas, pequeñas)- Nivel de cumplimiento de BPM- Impacto regulatorio y reputacional
Incumplimientos en rotulado	- Tipo de error (información, formato, trazabilidad)- Número de empresas afectadas por tamaño- Severidad del incumplimiento- Riesgo legal y documental

En conjunto, las entidades y atributos derivados de los factores críticos, permiten comprender que las no conformidades no solo responden a fallas técnicas u operativas, sino también a deficiencias en la estandarización de procesos, control de parámetros críticos y gestión documental.

Matriz de categorización de las variables asociadas a las causas de “No conformidad” detectadas en el sector lácteo

Para la construcción de la Matriz de categorización de las variables asociadas a las causas de “No conformidad” detectadas en el sector lácteo, se emplearon datos consultados en fuentes oficiales, como; (Bolsa Mercantil de Colombia, 2025), (ICA, 2023) (Asociación Colombiana de Procesadores de Leche, 2022), (INVIMA, 2024). Así como reportes institucionales del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2024). Dichas fuentes fueron seleccionadas considerando tanto el tamaño de las organizaciones como el impacto que cada una presenta dentro del sector..

Tabla 3.*Matriz de identificación de los factores críticos de “No conformidad”*

Factor crítico	Naturaleza de la no conformidad	Descripción	Nivel de riesgo en el sector	Relevancia para el Control continuo
Tasa de muestras por adulteración	Inocuidad / Autenticidad del producto	Presencia de leche adulterada con agua, sueros no declarados u otras sustancias. Afecta a 65 empresas grandes, 192 medianas y 2.085 pequeñas.	Alto	Permite monitorear desviaciones críticas que afectan la calidad, confiabilidad del producto y cumplimiento normativo.
No conformidades críticas (procesos esenciales)	Fallas en control de procesos	Incumplimientos considerados críticos: afectan 30 grandes, 87 medianas y 951 pequeñas empresas.	Alto	Indicador clave para priorizar acciones de corrección en etapas sensibles del proceso.
Rechazo de lotes por incumplimiento de grasa y proteína estándar	Calidad fisicoquímica / Estándares del producto	Altos niveles de rechazo: 90% grandes, 88% medianas, 92% pequeñas, debido a variación de parámetros.	Alto	Mide estabilidad del proceso productivo y consistencia del producto final.
Producto no apto por contaminación microbiológica	Inocuidad microbiológica	Presencia de microorganismos por fallas térmicas o de higiene: 82% grandes, 80% medianas, 85% pequeñas afectadas.	Alto	Indicador esencial para la seguridad alimentaria, riesgo y cumplimiento regulatorio.

Devoluciones reprocesables o destruidas	Fallas de calidad interna / Eficiencia operacional	Altas tasas de devoluciones: 95% grandes, 90% medianas y 93% pequeñas.	Medio	Mide impacto económico del reproceso y pérdidas de eficiencia en el proceso.
Reclamos del cliente	Satisfacción del cliente / Calidad percibida	Incidencia de no conformidades detectadas por el consumidor: 50% grandes, 45% medianas, 55% pequeñas.	Medio	Permite evaluar impacto de fallas internas en el cliente final y percepción del producto.
Sanciones por fallas en BPM (INVIMA)	Cumplimiento normativo / Higiene	Sanciones por incumplir Buenas Prácticas de Manufactura: 39 grandes, 122 medianas y 1.246 pequeñas.	Alto	Indicador crítico para evaluar riesgos regulatorios y fallas en higiene y control operacional.
Sanciones por incumplimiento en rotulado y documentación	Etiquetado / Requisitos legales	Incumplimientos en rotulado: 26 grandes, 78 medianas y 852 pequeñas.	Medio	Importante para verificar trazabilidad, cumplimiento legal y consistencia documental.

Fuente: Elaboración propia. Tomado de (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2024).

Como análisis de la fase II, se destaca la necesidad urgente de fortalecer los sistemas de control para mejorar el desempeño productivo del sector lácteo, a partir de las no conformidades detectadas, evidenciada en factores incidentes, que requieren un seguimiento, como; *adulteración, incumplimientos fisicoquímicos, contaminación microbiológica y fallas en las Buenas Prácticas de Manufactura*, resaltando la importancia de implementar mecanismos de monitoreo sistemático que permitan anticipar las desviaciones del proceso y mejorar la estandarización operativa.

9.3. Fase III – Diseño del modelo preliminar del Dashboard en el específico de los datos

Para transformar los factores de riesgo identificados en la Fase II, en indicadores aplicables al tablero de control, se llevó a cabo un análisis específico de los datos, los cuales sirven como insumo para la validación hipotética del comportamiento tendencial de la información y su distribución, garantizando su consistencia mediante la aplicación de cartas de control, desarrollado en cuatro etapas:

Etapas 1- Recolección y preparación de datos

La primera etapa del modelo consistió en el alistamiento y depuración de la información proveniente de un registro histórico de 6.724 datos, organizados en 700 subgrupos. Este proceso permitió garantizar la organización de los datos y segmentarlos para su tratamiento y análisis posterior.

Tipo de empresa	Cantidad	Porcentaje del total
Grandes	188	2.9 %
Medianas	547	8.5 %
Pequeñas	5.989	88.6 %
Total	6.724	100 %

Los datos obtenidos se agruparon en 700 subgrupos, con el fin de proporcionar una base del proceso estadístico, identificando el comportamiento general de los datos, así como, tendencias atípicas, caracterizando la no conformidad (Crítica), en de los factores analizados.

Etapas de exploración y análisis descriptivo

Como análisis descriptivo estadístico, se realizó el cálculo de la estadística básica a los 700 subgrupos, con el fin de identificar el comportamiento general de los datos e identificación de la variabilidad, los patrones tendenciales y la detección de valores atípicos, permitiendo caracterizar la estabilidad del proceso y la consistencia de los indicadores evaluados.

Tabla 6.

Estadísticos descriptivos de los indicadores evaluados

Clasificación de la no conformidad (Crítica)	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de Variabilidad (CV)
Número total de no conformidades detectadas (Tasa de muestras por adulteración)	17,94	10,00	0,56
Número total sanciones por el INVIMA (Índice de fallas en BPM)	2,51	1,69	0,67
Número total sanciones por el INVIMA (Incumplimientos de rotulado y requisitos documentales)	2,46	1,76	0,71
% de lotes rechazados por cumplimiento de grasa y proteína estándar	0,51	0,30	0,58
% de producto no apto en línea (contaminación microbiológica detectado)	0,49	0,29	0,60

% de devoluciones reprocesables o destruidas	0,50	0,30	0,59
% de reclamos del cliente	0,49	0,28	0,58

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de las no conformidades críticas, muestra una variabilidad significativa en la mayoría de los indicadores, lo cual evidencia inestabilidades importantes en el control de calidad del proceso. Los mayores niveles de dispersión se observan en las sanciones del INVIMA relacionadas con rotulado y requisitos documentales, con un coeficiente de variabilidad de 0,71, reflejando inconsistencias relevantes en el cumplimiento normativo.

Así mismo, la tasa de muestras por adulteración presenta un Coeficiente de Variación de 0,56, lo que indica fluctuaciones considerables en la ocurrencia de este tipo de hallazgos. En contraste, aunque los indicadores porcentuales de rechazos, producto no apto, devoluciones y reclamos presentan medias relativamente bajas, sus coeficientes de variabilidad oscilan entre 0,58 y 0,60, lo que confirma que, pese a su menor magnitud, ocurren de manera irregular y poco controlada.

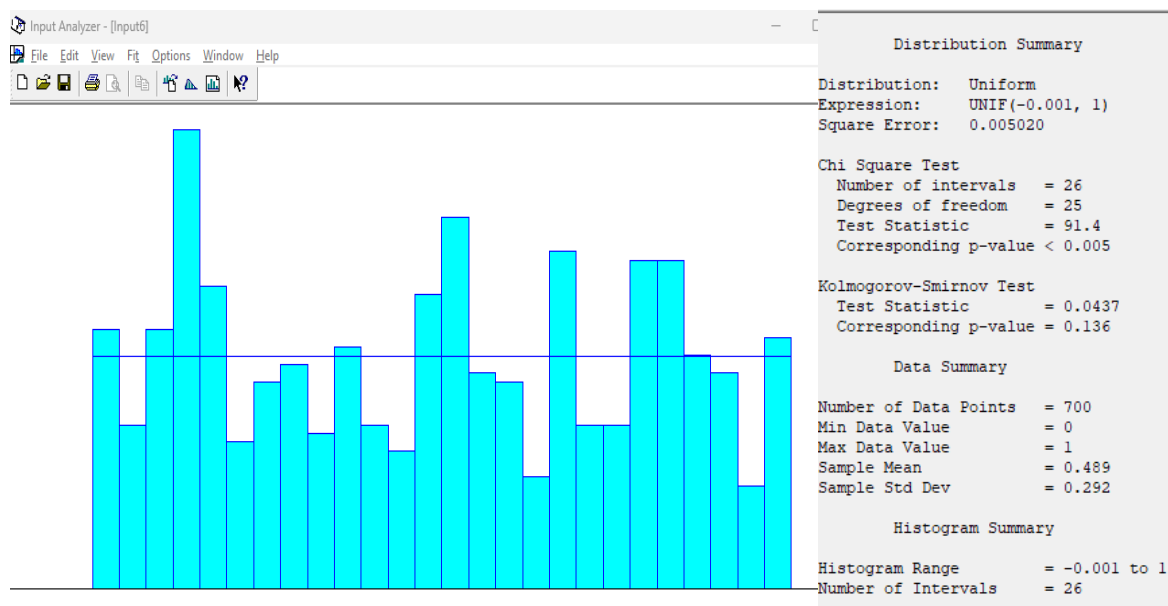
En conjunto, estos resultados señalan la necesidad de fortalecer los sistemas de vigilancia de calidad, estandarizar los controles operativos y reforzar el cumplimiento normativo para reducir la variabilidad y avanzar hacia procesos más estables y confiables.

Etapas de modelado hipotético de los datos

Para comprender el comportamiento de los datos, se realiza un método computacional, profundizando su análisis hipotético, a partir de identificar el tipo de distribución y comportamiento de los datos utilizando el software Arena.

Figura 4

Distribución y comportamiento de los datos de la variable “Contaminación microbiana”



Análisis de las pruebas de hipótesis de distribución para los datos de la variable

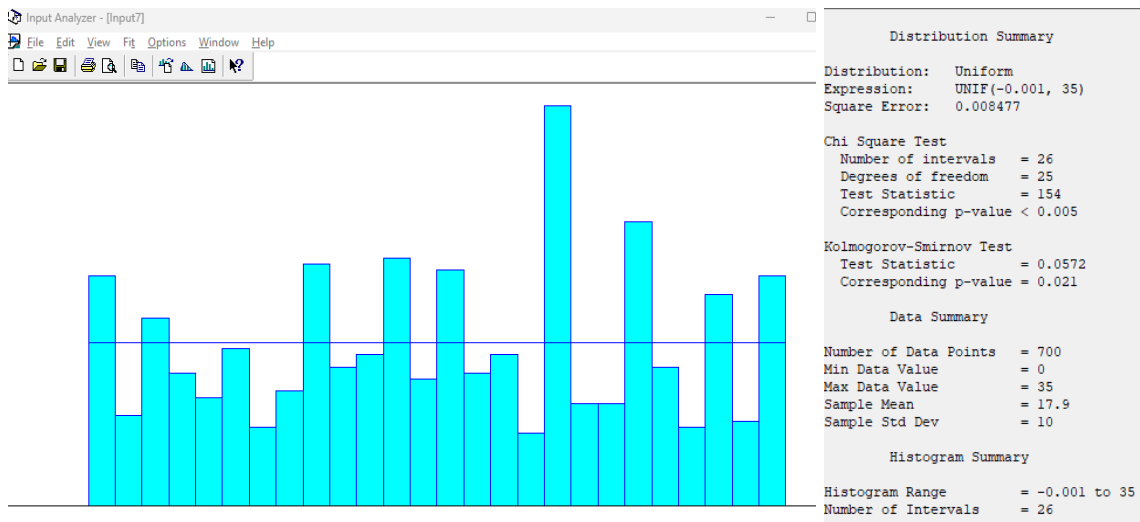
“Contaminación microbiana”

Las pruebas de hipótesis aplicadas a los datos, utilizando el módulo Input Analizar del software Arena, permitieron evaluar el ajuste de las observaciones a una distribución teórica. A partir de los resultados obtenidos en las pruebas de Chi-cuadrado y Kolmogórov-Smirnov, se evidencia que los datos presentan un comportamiento compatible con una distribución uniforme.

En particular, la prueba de Kolmogórov-Smirnov arrojó un valor estadístico de 0.0437 y un p-value de 0.136, el cual es superior al nivel de significancia de 0.05. Esto implica que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, por lo que se concluye que la distribución uniforme es adecuada para representar el comportamiento de los datos.

Figura 5

Distribución y comportamiento de los datos de la variable “Tasa de adulteración”



Análisis de las pruebas de hipótesis de distribución para los datos de la variable “*Tasa de adulteración*”.

Las pruebas de hipótesis aplicadas a los datos, utilizando el módulo Input Analizar del software Arena, permitieron evaluar el ajuste de las observaciones a una distribución teórica. A partir de los resultados obtenidos en las pruebas de Chi-cuadrado y Kolmogórov-Smirnov, se evidencia que los datos presentan un comportamiento poco compatible con un p-value de 0.021, el cual es inferior al nivel de significancia de 0.05. Esto implica que se rechazar la hipótesis nula, por lo que se concluye que los datos No se distribución uniforme.

Figura 6.

Distribución y comportamiento de los datos de la variable “Incumplimientos de rotulado y requisitos documentales”

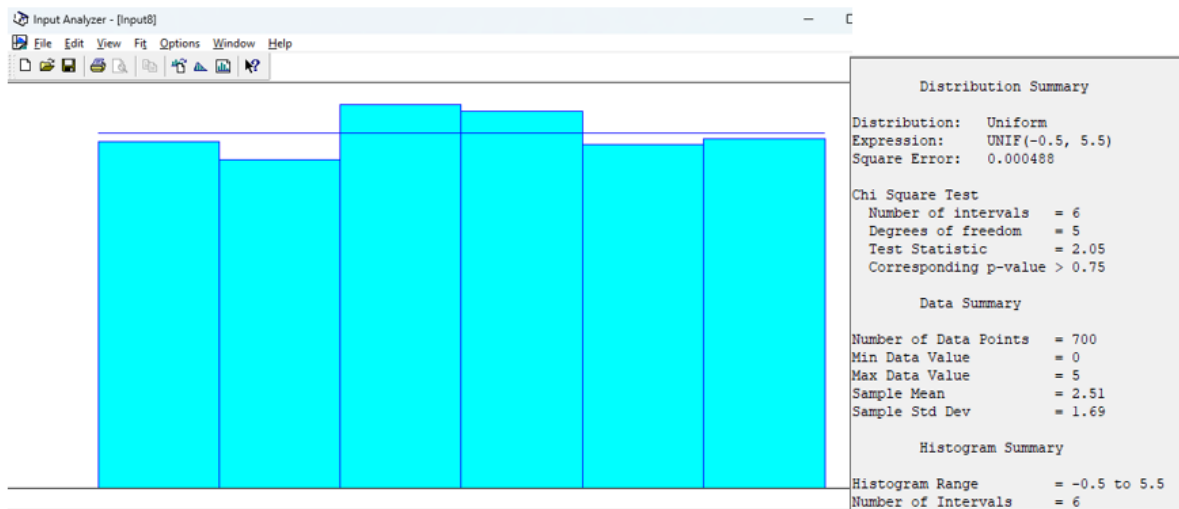


Figura 7.

Distribución y comportamiento de los datos de la variable “, para el % de lotes rechazados por cumplimiento de grasa y proteína estándar”

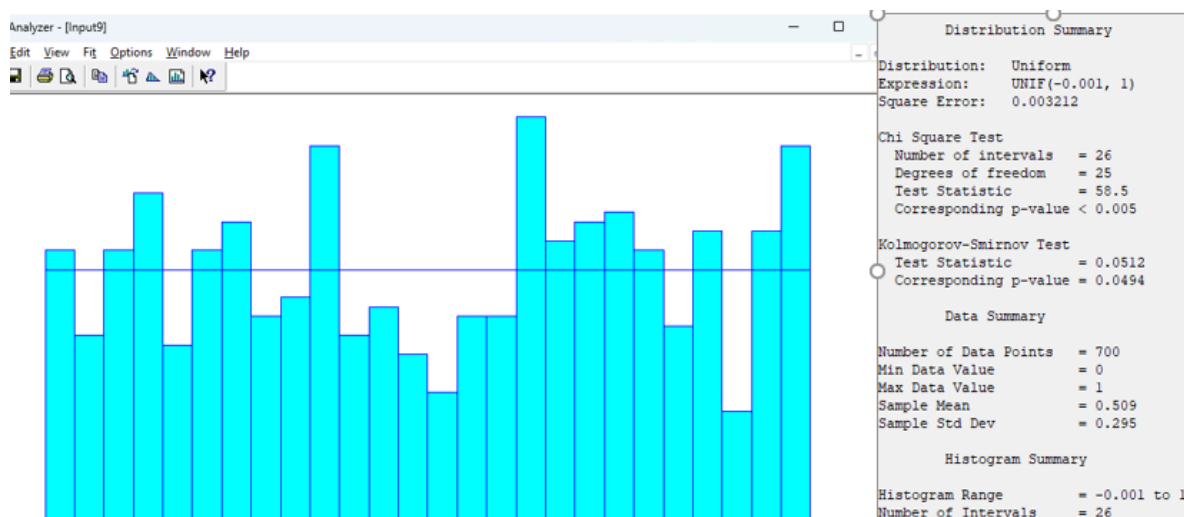


Tabla 8.

Resultados de las pruebas de hipótesis de distribución de los datos” contaminación microbiológica detectado”

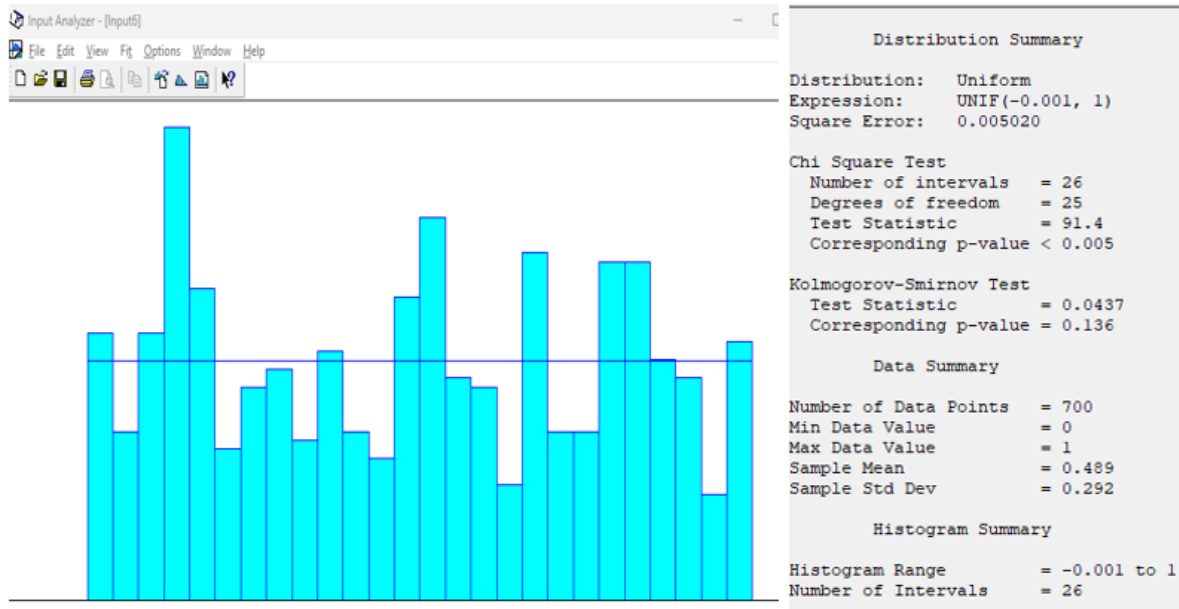


Tabla 8.

Resultados de las pruebas de hipótesis de distribución de los datos " % de devoluciones reprocesables o destruidas

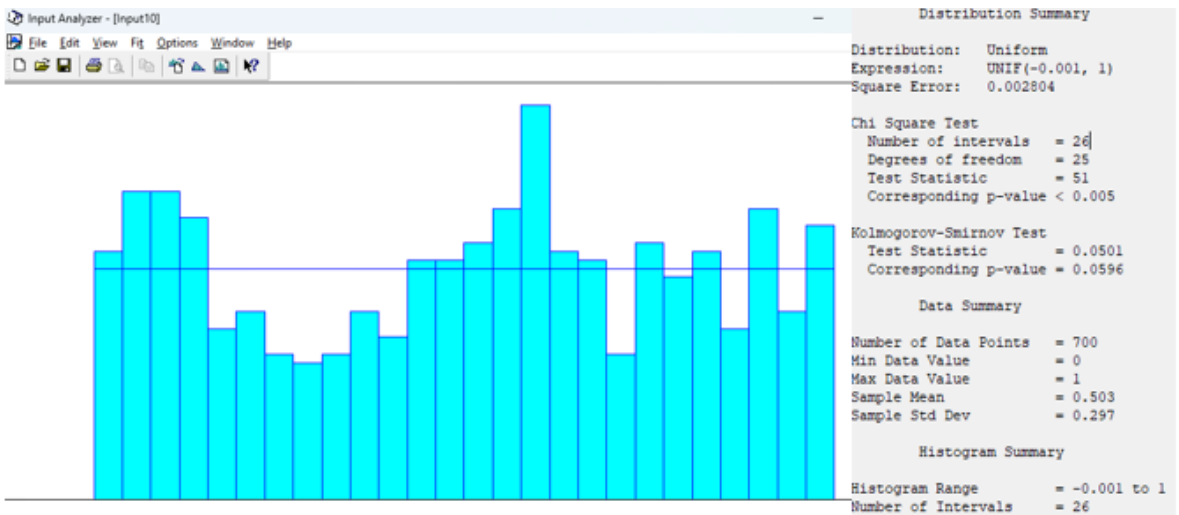
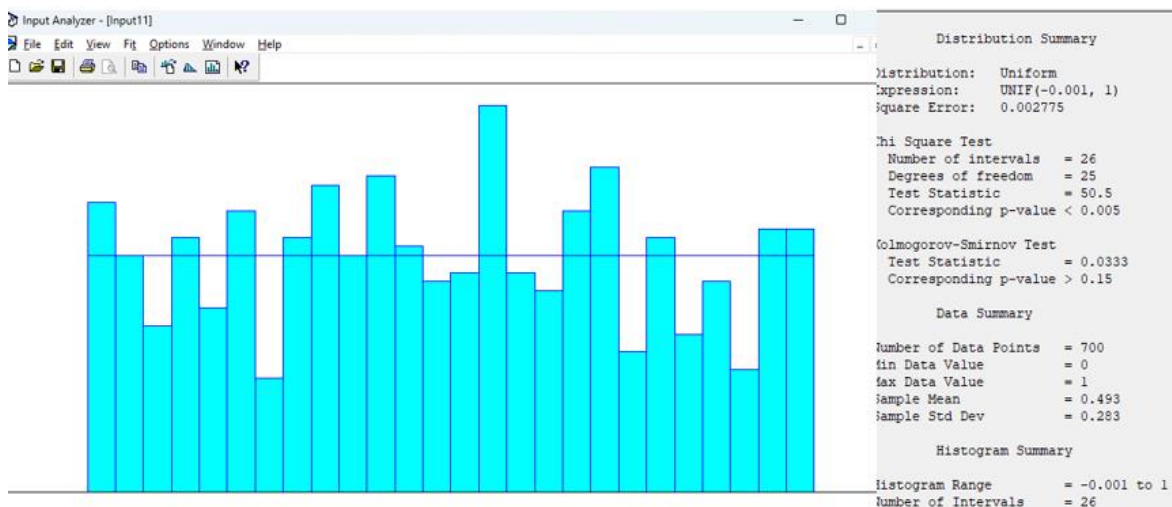


Tabla 9.

Resultados de las pruebas de hipótesis de distribución de los datos " % de devoluciones reprocesables o destruidas



A continuación, se presenta el análisis correspondiente a las pruebas de hipótesis aplicadas para evaluar el ajuste de cada variable a sus respectivas distribuciones teóricas. Los resultados obtenidos permiten identificar si los datos cumplen con los supuestos estadísticos necesarios para su modelamiento y posterior interpretación dentro del estudio.

Tabla 7.

Análisis de las pruebas de hipótesis

Variable	Tipo de distribución	Parámetros	Prueba Estadística	resultado
Número total de no conformidades detectadas (Tasa de muestras por adulteración)	Uniforme	UNIF(-0.001, 1)	p-value = 0.136	No se rechaza Ho
Número total sanciones por el INVIMA (Índice de fallas en BPM)	Uniforme	UNIF(-0.5, 5.5)	p-value > 0.75	No se rechaza Ho
Número total sanciones por el INVIMA (Incumplimientos de	Uniforme	UNIF(-0.001, 1)	p-value = 0.049	Se rechaza Ho

rotulado y requisitos documentales)				
% de lotes rechazados por cumplimiento de grasa y proteína estándar	Uniforme	UNIF(-0.001, 1)	0.15	No se rechaza H_0
% de producto no apto en línea (contaminación microbiológica detectado)	Uniforme	UNIF(-0.001, 35)	p-value de 0.021	Se rechaza H_0
% de devoluciones reprocesables o destruidas	Uniforme	UNIF(-0.001, 1)	p-value = 0.0596	No se rechaza H_0
% de reclamos del cliente	Uniforme	UNIF(-0.001, 1)	0.15	No se rechaza H_0

Los resultados de las pruebas de hipótesis de distribución muestran que, para la mayoría de las variables analizadas, los datos se ajustan adecuadamente a una distribución uniforme, evidenciado en p-value superiores al nivel de significancia de 0.05, lo que lleva a no rechazar la hipótesis nula.

Sin embargo, dos variables, las sanciones por incumplimientos de rotulado y el porcentaje de producto no apto por contaminación microbiológica, presentan p-values inferiores a 0.05, lo que indica un comportamiento no uniforme y la presencia de variabilidad estructural distinta a la esperada.

En conjunto, estos resultados permiten identificar, como análisis de los 700 datos, qué hay factores que mantienen un comportamiento aleatorio homogéneo dentro de los rangos analizados y cuáles exhiben patrones alineados a una distribución uniforme, sin embargo, requieren de un análisis más profundo para comprender las causas que generan su distribución diferenciada.

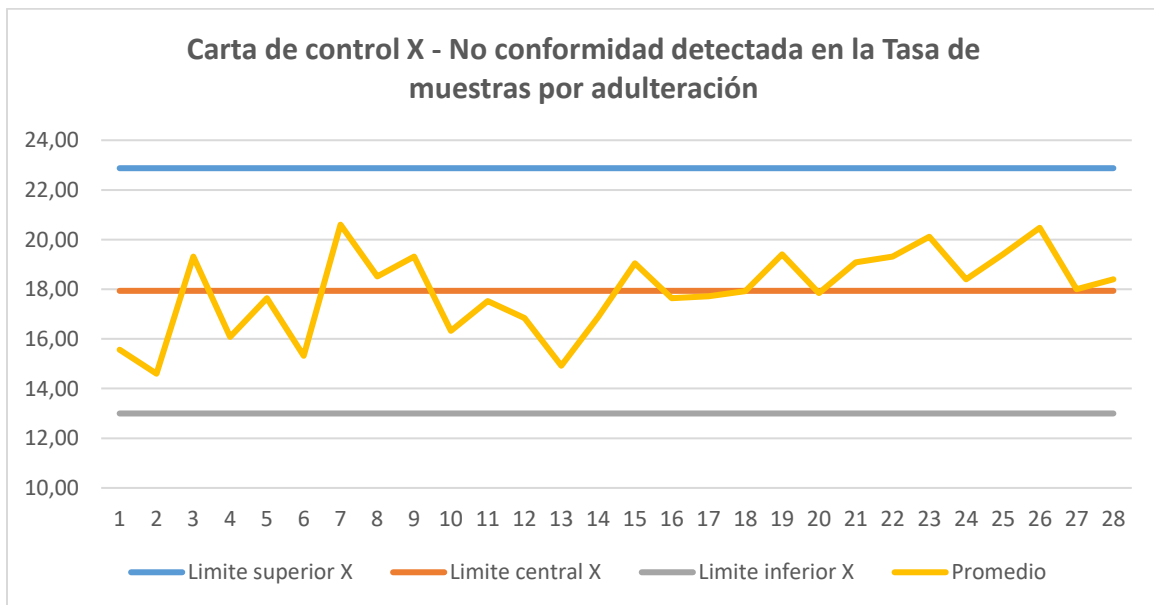
Etapas de cartas de control estadístico

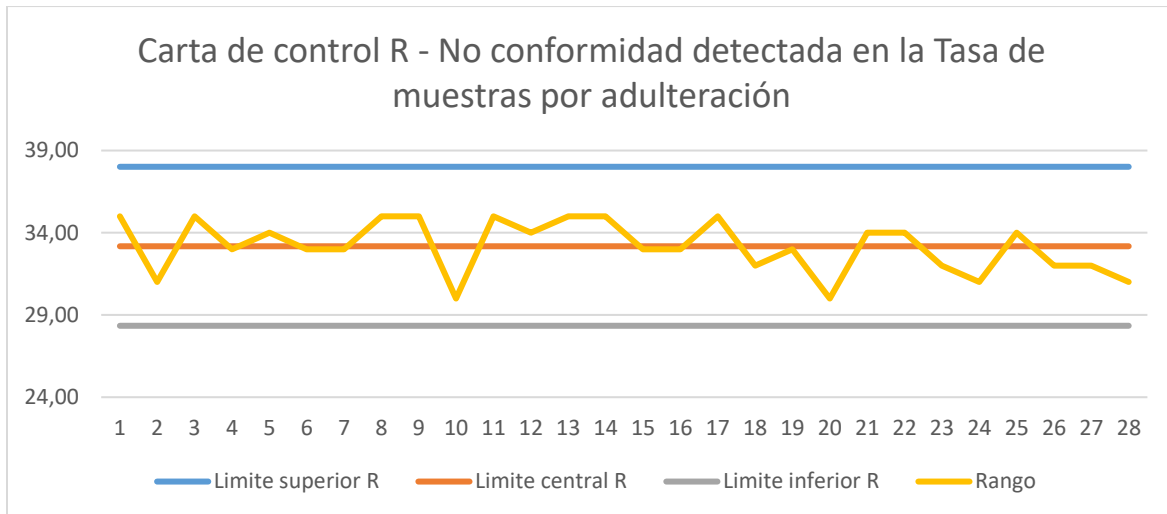
Para dar respuesta a los factores mantienen un comportamiento de las causas que generan su distribución diferenciada, se realizan gráficas de control estadístico, que ayuden a identificar patrones de variación, observando si las variables se mantienen dentro de los límites esperados o si presentan desviaciones que podrían evidenciar fallas sistemáticas en el control del proceso. La construcción de las cartas de control facilita visualizar dichas tendencias, observando los puntos que se encuentran fuera de control o aquellas fluctuaciones irregulares que afectan directamente la capacidad de un proceso.

Este análisis constituye un insumo vital para la toma de decisiones, puesto que permite detectar oportunidades de mejora y fortalecer la estabilidad operativa de los procesos evaluados. A continuación, se realizan las cartas de control para cada variable:

Figura 5.

Carta de control de control $\bar{X}$ -R para la Tasa de muestras por adulteración

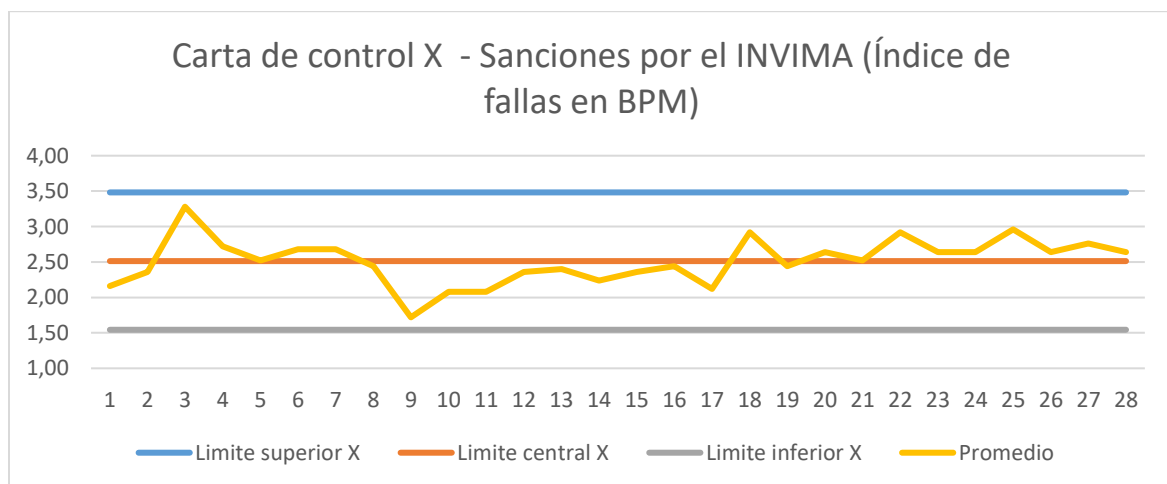


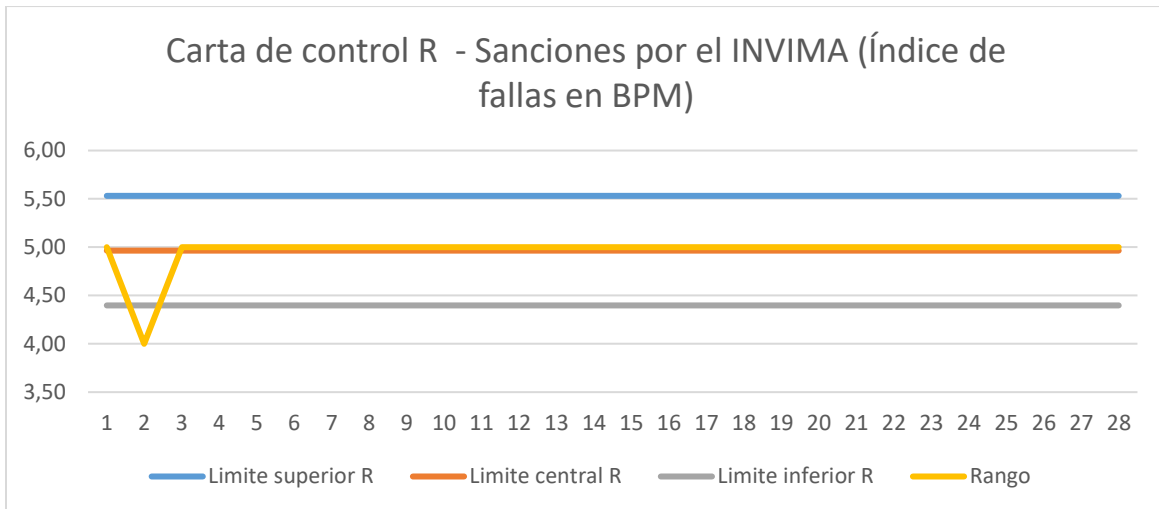


La evaluación de las Cartas X-R para la Tasa de muestras por adulteración permitió identificar que el proceso presenta variabilidad moderada, con varios puntos que fluctúan cerca de los límites de control superior e inferior. Aunque no se observan señales de inestabilidad extrema, la proximidad de los valores al límite superior sugiere que el proceso opera con un riesgo persistente de desviaciones. Esto indica la necesidad de reforzar los controles de autenticidad de la leche y fortalecer los procedimientos de verificación de proveedores.

Figura 6.

Carta de control X-R del Índice de fallas en BPM

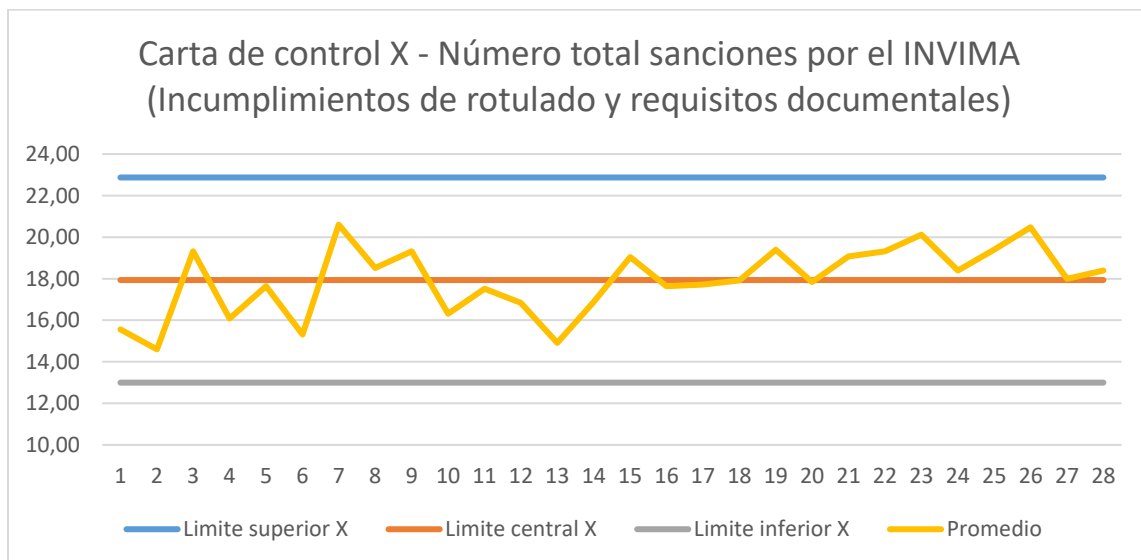


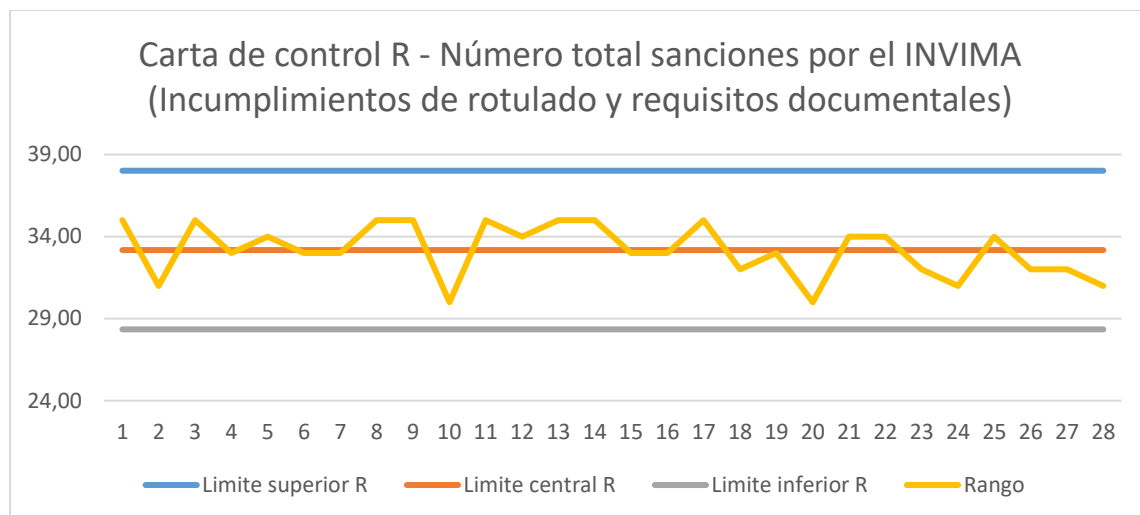


El análisis de las cartas X–R del Índice de fallas en BPM evidenció un comportamiento con picos iniciales elevados, seguidos por una tendencia descendente más estable. Sin embargo, la presencia de rangos amplios en la carta R confirma que el proceso aún muestra oscilaciones significativas entre períodos evaluados. Esto refleja inconsistencias en la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura, lo cual demanda intervenciones sistemáticas de capacitación, monitoreo y estandarización.

Figura 7.

Carta de control X–R de Incumplimientos de rotulado y requisitos documentales

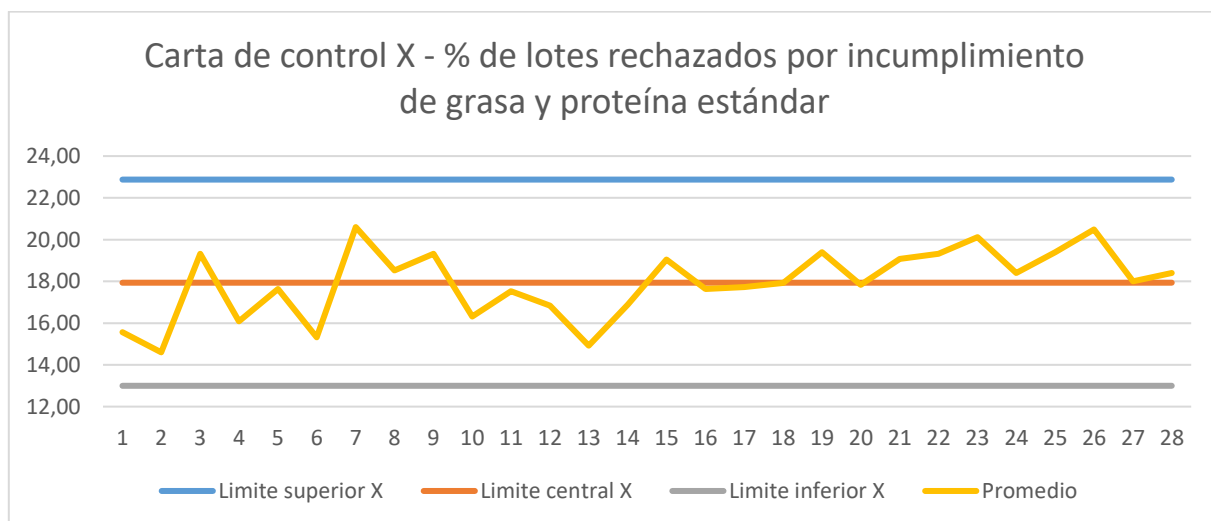


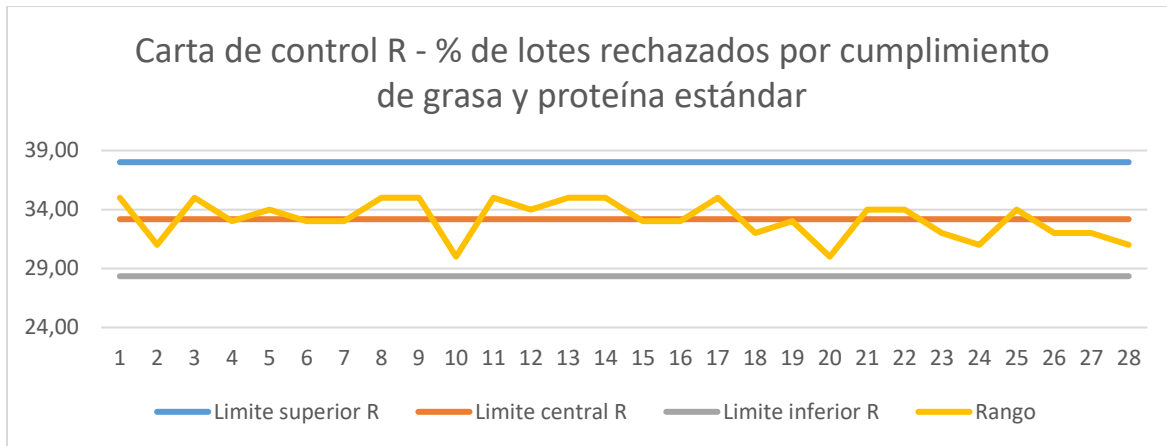


Las Cartas X-R para los incumplimientos de rotulado, muestran un proceso moderadamente estable, aunque con valores que se acercan de manera recurrente al límite superior. La carta R evidencia una variación relativamente constante, indicando que el proceso no es crítico, pero sí vulnerable a errores recurrentes en documentación y etiquetado. Se requiere una mejora en los sistemas de trazabilidad, verificación documental y control de formato.

Figura 8.

Carta de control X-R de % de lotes rechazados por incumplimiento de grasa y proteína estándar

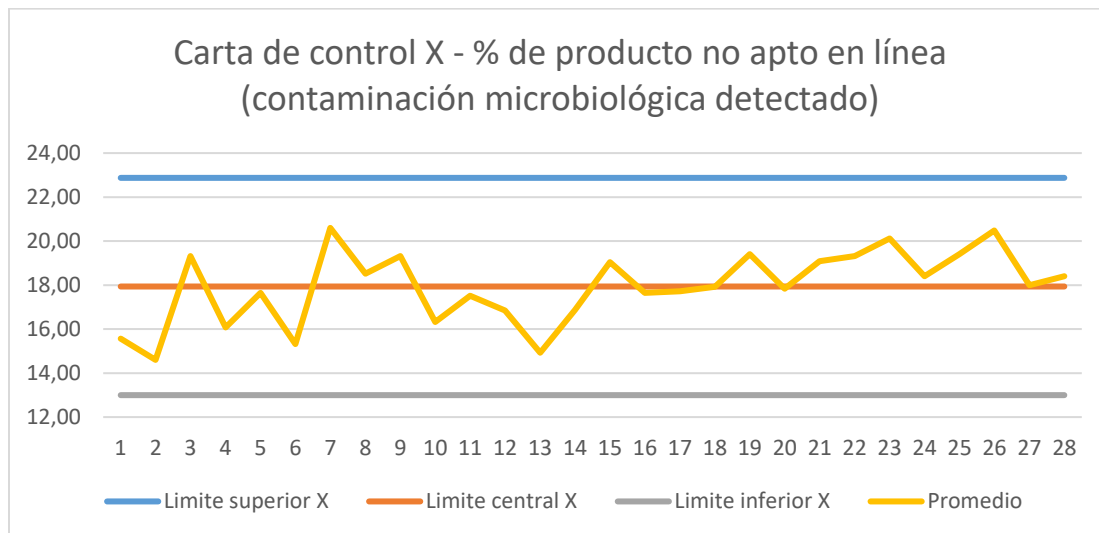


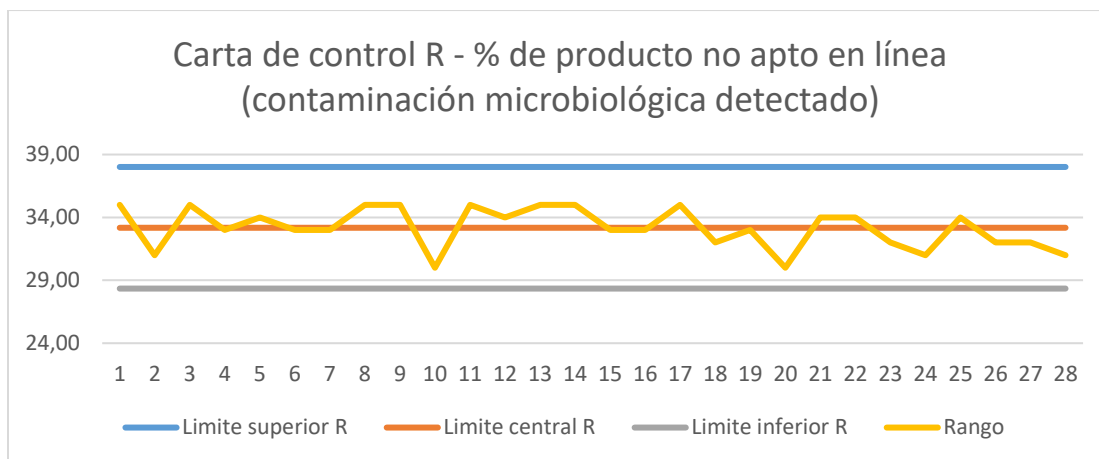


Las Cartas X–R de esta variable, reflejan una elevada variabilidad, con fluctuaciones amplias entre los períodos analizados. La carta X muestra valores que se desplazan continuamente hacia los límites superiores, lo que indica problemas persistentes de estandarización del proceso productivo. Este comportamiento confirma fallas en el control de la mezcla, dosificación y calibración de equipos, afectando la estabilidad fisicoquímica del producto final.

Figura 9.

Carta de control X–R de contaminación microbiológica detectado

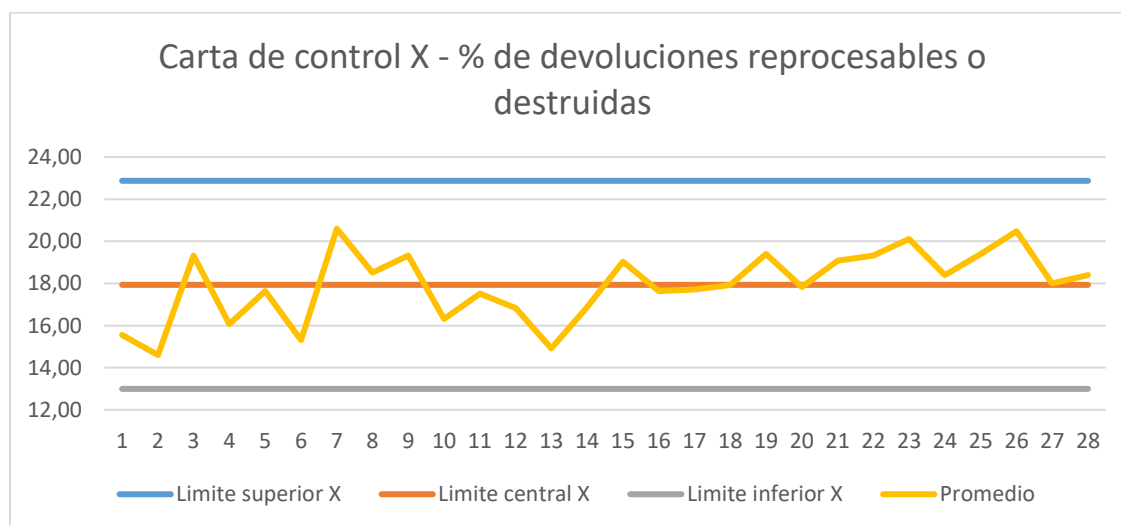


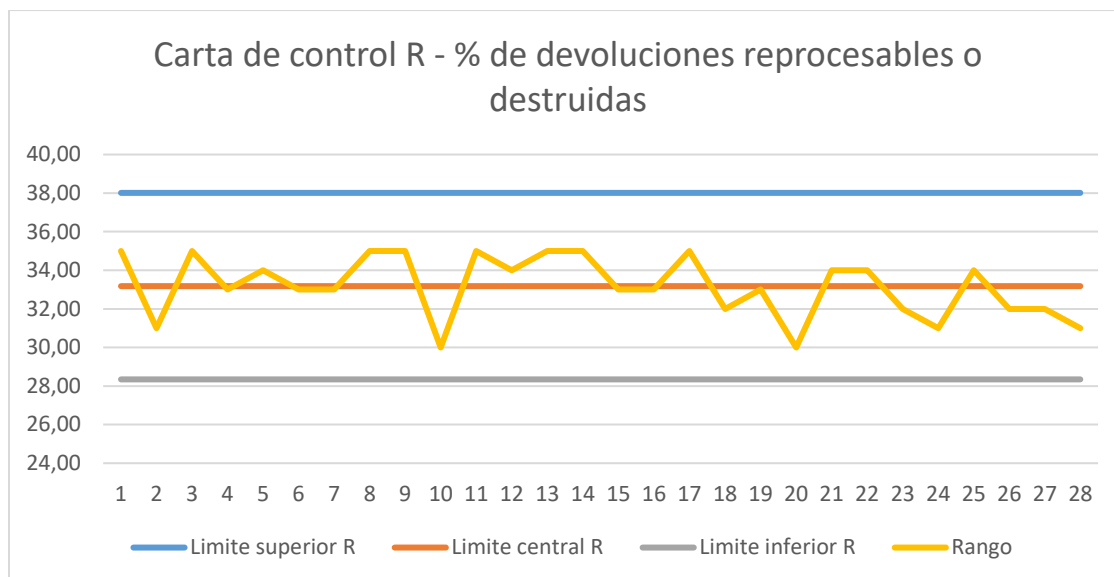


El análisis de las cartas X-R, para esta variable, evidencia que el porcentaje de producto no apto presenta variabilidad moderada, aunque con varios valores cercanos al límite superior. Esto sugiere la presencia de fallas intermitentes en la cadena térmica, higienización o manipulación. La carta R confirma una dispersión constante, lo cual indica que el riesgo microbiológico sigue siendo una amenaza significativa que requiere monitoreo continuo y protocolos de saneamiento reforzados.

Figura 10.

Carta de control X-R de % de devoluciones reprocesables o destruidas

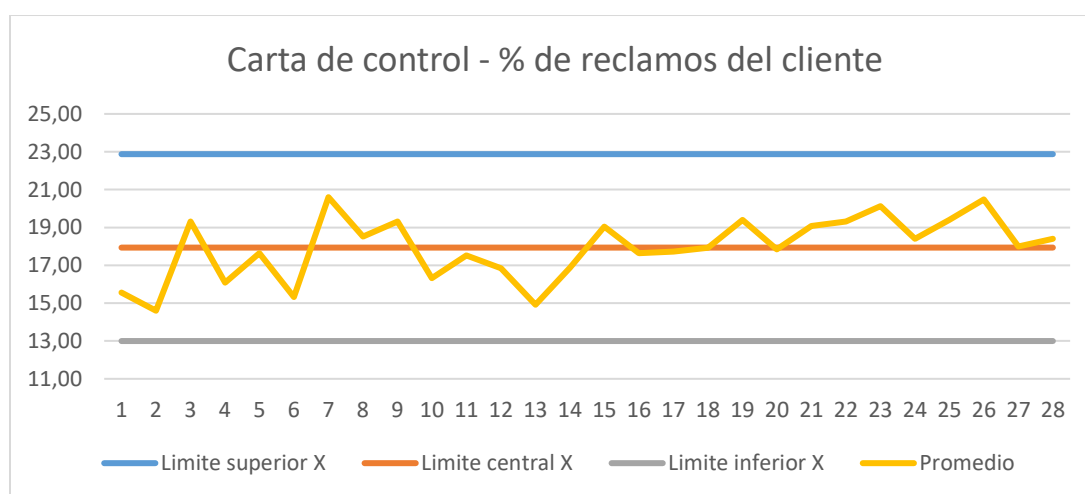


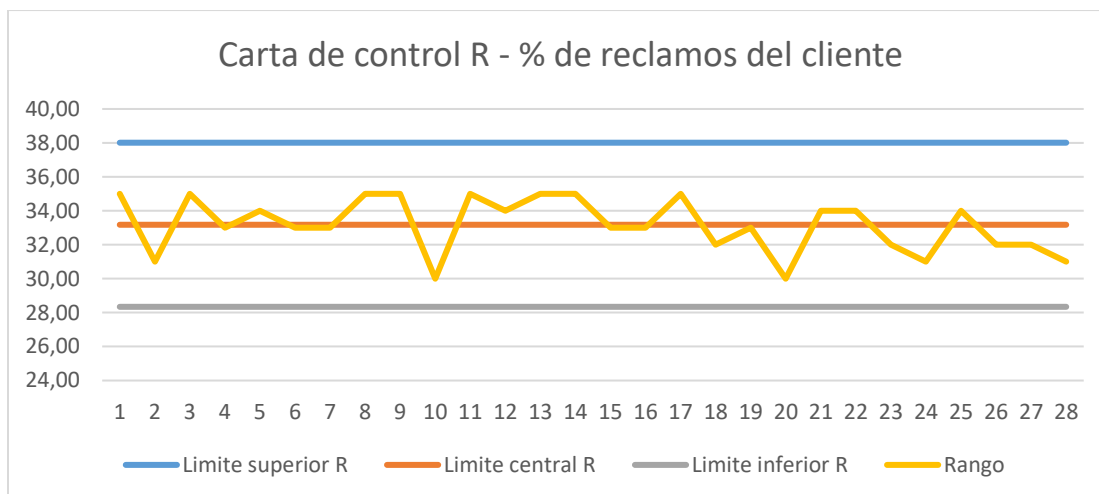


Las Cartas X-R para esta variable, muestran un proceso con oscilaciones recurrentes, reflejadas en la carta R y en los picos aislados en la carta X. Aunque el indicador no presenta inestabilidad extrema, la variabilidad indica deficiencias sistemáticas en los controles de calidad del producto terminado y en la inspección previa al despacho. Esto genera costos adicionales y afecta la eficiencia operativa.

Figura 10.

Carta de control X-R de % de reclamos del cliente





El análisis de las Cartas X-R, de esta variable de “% de reclamos del cliente”, muestra el porcentaje de reclamos, con un comportamiento relativamente constante y valores intermedios entre los límites de control. Sin embargo, la presencia sostenida de puntos cercanos al límite superior indica que persisten fallas perceptibles para el consumidor. La estabilidad del rango sugiere que, aunque el proceso es controlado, no es óptimo, y requiere acciones de mejora enfocadas en la experiencia del cliente y la consistencia del producto.

Como conclusión del análisis realizado mediante las cartas de control X-R, se evidencia un comportamiento general estable en las variables evaluadas, sin señales críticas que indiquen pérdida de control estadístico, dando paso a la utilización de dichas variables en la integración de un modelo físico basado en indicadores.

9.4. Fase IV – Integración de los resultados como modelo físico en indicadores

Para integrar las variables analizadas, en un modelo físico basado en indicadores, se desarrollaron fichas técnicas estructuradas con una lógica estandarizada que permitirá describir sus características y tipo de métrica.

Selección y definición de la batería de indicadores

Tras identificar las variables de mayor impacto mediante el análisis estadístico y el comportamiento tendencial evidenciado en las cartas X–R, se priorizaron los indicadores más representativos para la gestión del proceso. Estos indicadores fueron seleccionados por su contribución directa a la detección de variaciones significativas y por su capacidad para reflejar la estabilidad del sistema productivo.

La Tabla 6 presenta la batería de indicadores clave seleccionados, los cuales constituyen la base técnica que permitirá el monitoreo continuo del desempeño, la detección temprana de desviaciones y la reducción del índice de no conformidades en la empresa del sector lácteo. Esta estructura facilitará la toma de decisiones informada y el fortalecimiento de las prácticas de control interno.

Tabla 4.

Batería de indicadores (KPI) relevantes para la construcción del tablero de control

Indicador (KPI)	Descripción	Fórmula del Indicador
Tasa de Muestras por Adulteración	Mide la proporción de muestras que presentan adulteración o alteraciones fisicoquímicas fuera de norma.	$(N^{\circ} \text{ muestras adulteradas} / N^{\circ} \text{ total de muestras analizadas}) \times 100$
Rechazo de Lotes por Grasa y Proteína Estándar	Controla el incumplimiento de especificaciones fisicoquímicas en los lotes procesados.	$(N^{\circ} \text{ lotes rechazados} / N^{\circ} \text{ total de lotes procesados}) \times 100$
Producto no apto por contaminación microbiológica	Determina la incidencia de contaminación microbiológica durante el proceso.	$(N^{\circ} \text{ lotes contaminados} / N^{\circ} \text{ total de lotes analizados}) \times 100$
Devoluciones Reprocesables o Destruídas	Evalúa las devoluciones por fallas en calidad detectadas en planta o en puntos de venta.	$(N^{\circ} \text{ unidades devueltas} / N^{\circ} \text{ total de unidades despachadas}) \times 100$

Índice de Reclamos del Cliente	Mide el número de reclamos asociados a sabor, textura, empaque u otros atributos del producto.	$(N^{\circ} \text{ reclamos recibidos} / N^{\circ} \text{ total de unidades vendidas}) \times 100$
Índice de Sanciones por BPM (Buenas Prácticas de Manufactura)	Identifica fallas en el cumplimiento de los requisitos de higiene y operación según INVIMA.	$(N^{\circ} \text{ de sanciones BPM} / N^{\circ} \text{ total de inspecciones}) \times 100$
Índice de Sanciones por Rotulado y Documentación	Controla el cumplimiento de la normatividad asociada a etiquetado, trazabilidad y requisitos legales.	$(N^{\circ} \text{ sanciones por rotulado} / N^{\circ} \text{ total de evaluaciones}) \times 100$
Tiempo de Respuesta a No Conformidades	Evalúa la rapidez con la que se atienden y cierran acciones correctivas.	$\Sigma \text{ tiempos de cierre de NC} / N^{\circ} \text{ total NC}$

Fuente: Elaboración propia.

La construcción de los anteriores indicadores, fue validada por un experto del sector, quien verificó la pertinencia, claridad y aplicabilidad de cada KPI en relación con los procesos operativos y de calidad. Su revisión permitió ajustar las definiciones, fórmulas y descriptores para garantizar que los indicadores respondieran efectivamente a las necesidades de seguimiento, control y toma de decisiones dentro de la organización.

Construcción de los indicadores a partir de la Ficha técnica

Una vez la data fue analizada estadísticamente, se procede a integrar los resultados en indicadores contruidos a partir de fichas técnicas, donde se evidencie cómo dichos resultados apoyan la toma de decisiones para las empresas del sector lacto. El diseño de las fichas, define de manera estructurada cada indicador, como se muestra en la tabla 8.

Tabla 5.*Ficha técnica para el indicador de Tasa de Muestras por Adulteración*

GESTIÓN DE CALIDAD					Página	1 de 1
FICHA TÉCNICA DE INDICADOR						
DEFINICIÓN DEL INDICADOR						
NOMBRE DEL INDICADOR			Tasa de muestras adulteradas			
OBJETIVO DEL INDICADOR			TIPO DE INDICADOR	META OBJETIVO		
				PLAZO DE CUMPLIMIENTO		VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO
Identificar la incidencia de adulteración para tomar acciones correctivas y prevenir riesgos de inocuidad.			Calidad / Inocuidad	Reducir la tasa anual por debajo del 10% a 12 meses		Anual
INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR						
UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META	RESPONSABLE MEDICIÓN	RESPONSABLE ANÁLISIS	ACTORES INTERESADOS EN EL RESULTADO	
Porcentaje (%)	Mensual	≤ 10% de muestras adulteradas	Jefe de Control de Calidad	Dirección de Aseguramiento de Calidad	Producción, Compras, Alta Dirección, INVIMA	
FUENTE DE INFORMACIÓN				FÓRMULA DE CÁLCULO		
Registros de laboratorio interno, reportes de no conformidades, control de proveedores.				$\text{Tasa de adulteración} = \frac{\text{Número de muestras adulteradas}}{\text{Total de muestras analizadas}} \times 100$		

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 6.***Ficha técnica para el indicador del Índice de Fallas en Buenas Prácticas de Manufactura**(BPM)*

GESTIÓN DE CALIDAD					Página	1 de 2
FICHA TÉCNICA DE INDICADOR						

DEFINICIÓN DEL INDICADOR					
NOMBRE DEL INDICADOR			Índice de fallas en BPM		
OBJETIVO DEL INDICADOR			TIPO DE INDICADOR	META OBJETIVO	
				PLAZO DE CUMPLIMIENTO	VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO
Monitorear el cumplimiento normativo en BPM y reducir sanciones regulatorias.			Inocuidad / Normativo	12 meses	Anual
INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR					
UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META	RESPONSABLE MEDICIÓN	RESPONSABLE ANÁLISIS	ACTORES INTERESADOS EN EL RESULTADO
Número absoluto	Trimestral	Cero sanciones anuales	Coordinador de Calidad	Gerencia Técnica	INVIMA, Dirección General, Producción
FUENTE DE INFORMACIÓN			FÓRMULA DE CÁLCULO		
Actas de inspección INVIMA, sistema interno de calidad.			$\text{Índice de fallas BPM} = \frac{\text{Número total de sanciones INVIMA asociadas a BPM}}{\text{Número total de lotes}} \times 100$		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.

Ficha técnica para el indicador de rechazo de lotes por grasa y proteína estándar

GESTIÓN DE CALIDAD				Página	1 de 1
FICHA TÉCNICA DE INDICADOR					
DEFINICIÓN DEL INDICADOR					
NOMBRE DEL INDICADOR		% de lotes rechazados por incumplimiento fisicoquímico			
OBJETIVO DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	META OBJETIVO			
		PLAZO DE CUMPLIMIENTO		VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO	
Mide el porcentaje de lotes rechazados por incumplir los valores estándar de grasa y proteína en productos lácteos.	Calidad	6 meses		Semestral	
INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR					
UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META	RESPONSABLE MEDICIÓN	RESPONSABLE ANÁLISIS	ACTORES INTERESADOS EN EL RESULTADO
Porcentaje (%)	Semanal	≤ 5% de lotes rechazados	Laboratorio Físico–Químico	Aseguramiento de Calidad	Producción, I+D, Dirección de Calidad
FUENTE DE INFORMACIÓN			FÓRMULA DE CÁLCULO		

Bitácora de análisis físico-químicos; reportes de rechazo en planta.	$\% \text{ Rechazo} = \frac{\text{Lotes rechazados}}{\text{Total de lotes producidos}} \times 100$
--	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.

Ficha técnica para el indicador de producto no apto por contaminación microbiológica

GESTIÓN DE CALIDAD					Página	1 de 1
FICHA TÉCNICA DE INDICADOR						
DEFINICIÓN DEL INDICADOR						
NOMBRE DEL INDICADOR		Producto no apto por contaminación microbiológica				
OBJETIVO DEL INDICADOR	TIPO DE INDICADOR	META OBJETIVO				
		PLAZO DE CUMPLIMIENTO			VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO	
Mide el porcentaje de producto considerado no apto debido a fallas microbiológicas.	Inocuidad	12 meses			Anual	
INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR						
UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META	RESPONSABLE MEDICIÓN	RESPONSABLE ANÁLISIS	ACTORES INTERESADOS EN EL RESULTADO	
Porcentaje (%)	Diario	≤ 2%	Laboratorio Microbiológico	Gerencia de Calidad	Producción, Logística, INVIMA	
FUENTE DE INFORMACIÓN			FÓRMULA DE CÁLCULO			
Resultados microbiológicos, reportes de línea y control en recepción.			$\% \text{ Producto no apto} = \frac{\text{Unidades o lotes no aptos}}{\text{Producción total}} \times 100$			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9.

Ficha técnica para el indicador de devoluciones reprocesables o destruidas

GESTIÓN DE CALIDAD					Página	1 de 1
FICHA TÉCNICA DE INDICADOR						

DEFINICIÓN DEL INDICADOR						
NOMBRE DEL INDICADOR			% de devoluciones reprocesables			
OBJETIVO DEL INDICADOR			TIPO DE INDICADOR		META OBJETIVO	
					PLAZO DE CUMPLIMIENTO	VIGENCIA DE CUMPLIMIENTO
Evalúa la cantidad de producto devuelto que debe reprocesarse o destruirse.			Calidad / Logística		12 meses	Anual
INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR						
UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META	RESPONSABLE MEDICIÓN	RESPONSABLE ANÁLISIS	ACTORES INTERESADOS EN EL RESULTADO	
Porcentaje (%)	Mensual	≤ 3%	Logística y Calidad	Dirección de Operaciones	Comercial, Producción, Dirección General	
FUENTE DE INFORMACIÓN				FÓRMULA DE CÁLCULO		
Sistema de devoluciones; reportes de cliente; control de inventarios.				$\% \text{ Devoluciones} = \frac{\text{Producto devuelto reprocesable o destruido}}{\text{Producto despachado}} \times 100$		

Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, la batería de indicadores seleccionada permite visualizar de manera integral los puntos críticos del proceso y constituye la base para el diseño de un tablero de control orientado a la reducción del índice de no conformidades y al fortalecimiento del sistema de calidad de la empresa.

Integración de los indicadores seleccionados a un cuadro de mando integral

Tabla 10. *Indicadores integrados en un cuadro de mando*

Perspectiva del CMI	Objetivo Estratégico	Indicador (KPI)	Fórmula / Métrica	Meta Objetivo	Interpretación y uso en el Tablero
1. PROCESOS INTERNOS	Reducir fallas en el proceso productivo y mejorar la estandarización	Tasa de no conformidades detectadas (Adulteración)	$N^{\circ} \text{ total de no conformidades} / N^{\circ} \text{ de empresas evaluadas}$	↓ 10% anual	Mide la consistencia operacional y la eficacia del control interno; alto impacto en la calidad del producto final.
	Mejorar el control de parámetros físico–químicos	% de lotes rechazados por incumplimiento de grasa y proteína	$(\text{Lotes rechazados} / \text{Lotes analizados}) \times 100$	≤ 10%	Permite monitorear la estabilidad del proceso de formulación y pasteurización; indicador de desempeño técnico clave.
	Controlar la inocuidad en línea	% de producto no apto por contaminación microbiológica	$(\text{Unidades contaminadas} / \text{Unidades inspeccionadas}) \times 100$	≤ 5%	Variable crítica para el riesgo sanitario; su tendencia alimenta alertas automáticas en el dashboard.
2. Perspectiva de Cliente o Consumidor	Incrementar la satisfacción y confianza del consumidor	% de reclamos del cliente	$(\text{Reclamos recibidos} / \text{Productos despachados}) \times 100$	≤ 2%	Permite evaluar percepción de calidad; comportamiento ascendente activa revisión de procesos y proveedores.

	Reducir devoluciones atribuibles a fallas de calidad	% de devoluciones reprocesables o destruidas	<i>(Devoluciones reprocesables o destruidas / Total de entregas) × 100</i>	≤ 3%	Indica impacto directo en el costo de no calidad y afectación al cliente.
3. Perspectiva del Cumplimiento	Garantizar cumplimiento de requisitos regulatorios INVIMA	Índice de sanciones por fallas en BPM	<i>Nº de sanciones BPM / Nº total de empresas</i>	Cero sanciones	Permite validar desempeño frente a la autoridad sanitaria y madurez en gestión de inocuidad.
	Cumplir normatividad documental y rotulado	Índice de sanciones por rotulado	<i>Nº sanciones por rotulado / Nº total de empresas</i>	Cero sanciones	Indicador clave para cumplimiento normativo, con impacto directo en habilitación sanitaria.
4. Perspectiva De Aprendizaje Y Mejora Continua	Fortalecer el sistema de calidad mediante análisis de tendencias	Variabilidad de las no conformidades (CV)	<i>Desviación estándar / Media</i>	CV ≤ 20%	Refuerza el nivel de control del proceso; un CV alto indica inestabilidad operativa.
	Optimizar la capacidad de respuesta y análisis de datos	Tiempo de actualización del tablero de control	<i>Tiempo (días) entre corte de datos y actualización del dashboard</i>	Máx. 3 días	Garantiza información oportuna para la toma de decisiones y seguimiento continuo.

Fuente: Elaboración propia.

Con el desarrollo del Cuadro de Mando, se integraron las “No conformidades” del sector lácteo, convertidas en indicadores clave a partir del análisis estadístico y el procesamiento estructurado de la información. Esta integración permite visualizar de manera estratégica las brechas críticas en los procesos, evidenciando los puntos donde se concentran las fallas de calidad, inocuidad y cumplimiento normativo. A partir de ello, los responsables de la gestión pueden orientar la toma de decisiones con mayor precisión, priorizar intervenciones en los factores más sensibles y diseñar acciones de mejora continua que fortalezcan la calidad del producto, la seguridad alimentaria y la competitividad del sector ante las demandas regulatorias y del mercado.

Modelo preliminar del Dashboard para el diseño del Tablero de control

Se elaboró el modelo preliminar del del Dashboard como base para el diseño del Tablero de Control, integrando de manera visual y estructurada los indicadores seleccionados en las fases previas. Este modelo permitió definir la arquitectura del tablero, la disposición de los gráficos, la jerarquía de la información y la forma en que se relacionan los KPI entre sí para facilitar el análisis integral del desempeño.

El diseño incorpora elementos de control por perspectiva (procesos internos, cliente, cumplimiento y mejora continua), facilitando una lectura intuitiva de las tendencias, alertas y desviaciones. Así mismo, el modelo establece los criterios de navegación, filtrado y visualización dinámica, para garantizar un monitoreo eficiente y oportuno de las no conformidades del sector lácteo.

Figura 4.

Diseño del modelo preliminar del Dashboard para el tablero de control



Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, el diseño del tablero de control fue posible gracias al análisis de datos, el cual permitió transformar la información operativa y los registros de control en conocimiento estratégico para la gestión de la calidad. Mediante el análisis específico de datos, proporcionando los insumos necesarios para construir un modelo funcional del tablero de control.

De esta manera, se consolida una herramienta estratégica, con el propósito de reducir los factores de “No conformidad” en una empresa láctea, al facilitar la detección temprana de desviaciones, la priorización de riesgos y toma de decisiones basadas en el tratamiento específico de los datos analizados del sector.

10. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio evidenciaron que las “No conformidades” en el sector lácteo, presentan un comportamiento recurrente, especialmente en variables asociadas a *adulteración, incumplimiento físicoquímico, fallas en inocuidad y deficiencias en la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura*. El análisis estadístico descriptivo permitió determinar altos niveles de ocurrencia y variabilidad, reflejados en coeficientes de variación superiores al 59% en la mayoría de los indicadores evaluados. Estos hallazgos confirman que la calidad en el sector enfrenta problemas estructurales asociados a falta de estandarización, controles insuficientes y limitaciones en los sistemas de monitoreo.

El estudio logró caracterizar los indicadores de desempeño del sector, construir una batería de KPI relevantes y diseñar un modelo preliminar del tablero de control articulado con la gestión de la calidad. Los hallazgos concuerdan con lo expuesto por Ecurra Chávez (2023) y Sinarahua Cárdenas y Rojas Sinche (2024), quienes destacan la importancia del análisis de datos como fundamento para la mejora continua, la reducción de variabilidad y la toma de decisiones basada en evidencia. Así mismo, autores como Muñoz Ríos (2023), refuerzan la idea de que los métodos estadísticos aplicados permiten identificar patrones de comportamiento y puntos críticos del proceso, lo cual fue fundamental para la estructuración de los indicadores seleccionados.

La identificación de factores críticos y los resultados consolidados del análisis estadístico, evidenciaron que, resulta indispensable mantener un monitoreo continuo del modelo diseñado, además integrar estos factores como indicadores prioritarios dentro del tablero, puede facilitar su seguimiento sistemático, permitiendo la generación de alertas

tempranas cuando un indicador exceda los límites de control establecidos o se acerque al umbral de riesgo identificado en el análisis.

La priorización de acciones mediante el análisis de la matriz de categorización, permitió jerarquizar los factores de acuerdo con su naturaleza, nivel de riesgo y relevancia operativa. Este proceso, apoyado en los principios de la ingeniería industrial y en metodologías como Ishikawa, análisis estadístico, permitió la selección de aquellos indicadores cuyo control tendría mayor repercusión en la disminución de no conformidades.

En línea con los autores del marco teórico, como Kaplan y Norton (1996) en relación con el Cuadro de Mando Integral, la herramienta diseñada no solo permite visualizar resultados, sino orientar estratégicamente la gestión, identificar brechas de desempeño y definir acciones de mejora alineadas con los objetivos organizacionales.

En conjunto, los resultados confirmaron que el tablero de control, no es solamente un instrumento visual, sino una herramienta estratégica que permitirá a la empresa detectar desviaciones en tiempo real, anticiparse a incumplimientos regulatorios, asignar recursos de forma focalizada y fortalecer la cultura de calidad. La integración de los indicadores priorizados dentro de un análisis estructurado de los datos, el cual facilita una gestión más proactiva y orientada a la prevención, en lugar de la corrección, lo cual representa un avance significativo en el fortalecimiento del sistema de calidad y en la reducción del índice de no conformidades en una empresa del sector lácteo.

CONCLUSIONES

Con el diseño del tablero de control se logra integrar variables críticas, orientadas a la mejora de la gestión de la calidad y reducción del índice de no conformidades del sector lácteo, sirviendo como mecanismo estratégico de fortalecimiento, promoviendo la mejora continua dentro esta industria.

Se logró diseñar un modelo preliminar del tablero de control donde, el análisis específico de datos jugó un papel clave en su construcción, integrando indicadores seleccionados mediante análisis estadístico y cartas de control. Este proceso permitió generar información estratégica, pertinente para el diseño de un tablero de control de calidad, orientado a la toma de decisiones de alto impacto en el sector lácteo

El análisis de la información permitió identificar altos niveles de variabilidad y recurrencia en aspectos críticos como; *la adulteración de muestras, los incumplimientos físicoquímicos, las desviaciones microbiológicas, las devoluciones, los reclamos y las sanciones regulatorias*, presentes tanto en empresas grandes como medianas y pequeñas.

Se logró consolidar una herramienta estratégica orientada a reducir los factores de no conformidad en una empresa del sector lácteo, facilitando la detección temprana de desviaciones y la priorización de acciones que permitan minimizar los riesgos asociados. Esta herramienta fortalece la toma de decisiones al basarse en el tratamiento específico de los datos analizados, aportando mayor precisión y oportunidad en la gestión de la calidad dentro del sector.

RECOMENDACIONES

Se recomienda adaptar el diseño del tablero de control como herramienta de seguimiento permanente, asegurando que los indicadores críticos, como; *adulteración, BPM, parámetros fisicoquímicos, inocuidad y reclamos*, sean evaluados en tiempo real, identificando desviaciones tempranas, priorizar alertas y ejecutar acciones correctivas antes de que impacten en la calidad del producto o generen sanciones regulatorias.

Es necesario reforzar los procedimientos operativos estándar y los programas de capacitación del personal en temas de Buenas Prácticas de Manufactura, higiene, manipulación y control de procesos térmicos y fisicoquímicos. La estandarización y el entrenamiento continuo reducen la variabilidad del proceso, minimizan errores humanos y contribuyen a disminuir la incidencia de no conformidades críticas.

Se recomienda establecer un sistema formal de revisión periódica de los indicadores, apoyado en metodologías de mejora como PHVA, para evaluar tendencias en el desempeño histórico. Esto permitirá ajustar metas, actualizar los KPI, optimizar los controles y tomar decisiones basadas en evidencia, asegurando la sostenibilidad del sistema de calidad y la competitividad de la empresa.

REFERENCIAS

- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2020). *Guía de análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC) en leches UHT y pasteurizadas*.
https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/guia_leche_final.pdf
- Asociación Colombiana de Procesadores de Leche. (2024). *Informe de gestión 2022*.
<https://www.asoleche.org/area-privada/wp-content/uploads/2023/10/INFORME-DE-GESTION-2022.pdf>
- Bolsa Mercantil de Colombia. (2025). *Análisis del sector lácteo 2025: Retos y oportunidades para un crecimiento sostenible*.
https://www.bolsamercantil.com.co/sites/default/files/2025-05/Analisis_producto_lacteos_VF_2025_0.pdf
- Casas Agudelo, M. G. (2021). *Propuesta de mejora del proceso de gestión de despachos para el área logística de la unidad Alkomprar de la empresa Corbeta* (Tesis de pregrado, Politécnico Grancolombiano).
<https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/6730/03.%20Propuesta%20de%20mejora%20del%20proceso%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20despachos%20para%20%C3%A9l%20%C3%A1rea%20log%C3%ADstica%20de%20la%20unidad%20Alkomprar%20de%20la%20empresa%20CORBETA.pdf?sequence=1>
- Dorador Julca, M. A. R., & López Cárdenas, A. R. (2024). *Dashboard de inteligencia de negocios para realizar el control y seguimiento de productos en una empresa logística* (Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas).
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/675396/Dorador_Julca_M.pdf?sequence=14

(Empresite, 2024). Industria láctea en Colombia. Recuperado de:

<https://empresite.eleconomistaamerica.co/Actividad/INDUSTRIA-LACTEA/>

Escurrea Chávez, S. (2023). *Control interno y la gestión logística en el área de despacho de un operador logístico ubicado en Lima, 2022* (Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte).

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/35092/Escurrea%20Chavez%20C%20Sandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2023). Perspectivas del mercado mundial de productos lácteos 2023. FAO. <https://www.fao.org>

Hernández Sampieri, R. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cuantitativo activa y mixta* (7.^a ed.). McGraw-Hill.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5A2QDwAAQBAJ>

ICA. (2024). *Informes de vigilancia y muestreo en leche cruda 2023–2025*. Instituto Colombiano Agropecuario.

INVIMA. (2024). *Comunicado oficial sobre medidas sanitarias aplicadas a plantas procesadoras de leche*. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. <https://www.invima.gov.co>

INVIMA & ICA. (2023). *Informe técnico del Plan Nacional Subsectorial de Vigilancia y Control de Residuos en Leche Bovina*. Instituto Nacional de Vigilancia de

INVIMA. (2023). *Plan Nacional de Vigilancia y Control – Segmento Leche Bovina 2023*. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos.

<https://intranet.invima.gov.co/biblioteca/informe-plan-leche-split-system-2023>

INVIMA & ICA. (2023). *Informe técnico de resultados del Plan Leche 2020*. Instituto Colombiano Agropecuario y Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y

Alimentos. <https://www.invima.gov.co/sites/default/files/alimentos-y-bebidas-alcoholicas/2023-09/INFORME%20RESULTADOS%20PLAN%20%20LECHE%202020%20ICA%20E%20INVIMA.pdf>

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). (2024). *Informe de gestión institucional 2024*.

https://www.invima.gov.co/sites/default/files/informacion-de-planeacion/Informes_de_gestion/informe_gestion_institucional_2024.pdf

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – INVIMA. (2023).

Reporte de resultados del programa de vigilancia y control de calidad de leche cruda en Colombia. INVIMA. <https://www.invima.gov.co>

León Gómez, I. L., & Palacio, Y. T. S. (2020). *Análisis comparativo del sector lácteo colombiano frente a la Alianza del Pacífico* (Trabajo de grado, Universidad Agustiniana). <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstreams/edd9c052-cb3c-489b-b215-e0eea1aa1e7b/download>

Marrero Galván, J. J., & González Pérez, P. (2022). *Investigaciones sobre el uso de analogías en el aula de ciencias: una revisión sistemática*.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92072334006>

Mayaute, G. A. (2025). *Propuesta de mejora para reducir el índice de no conformidad en una empresa láctea mediante la estandarización de procesos, TPM y 5S* (Tesis de maestría, Universidad Perú Cayetano Heredia).

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/685103/Mayaute_GA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024). Análisis situacional del sector lácteo colombiano: Calidad e inocuidad de la leche cruda. Gobierno de Colombia.

<https://uspleche.minagricultura.gov.co>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2023). *Resolución 2270 de 2023*.

<https://www.minsalud.gov.co>

Monsalve-Castro, J., & Tobón Tobón, Y. (2023). *Optimización de procesos en las áreas de recibo y despachos para el mejoramiento de la eficiencia en una empresa de operaciones logísticas en Colombia* (Tesis doctoral, Corporación Universitaria Minuto de Dios).

<https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/4a3eb70b-fce2-4188-9c8b-17bf9f3c615e/content>

Muñoz Ríos, M. (2023). *Desarrollo de dashboard de indicadores para la gerencia de distribución secundaria de Postobón S.A.* (Tesis de maestría, Universidad de Antioquia).

<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/cc81e371-5859-454f-90a7-c72c5d1240d4/content>

Palencia Bermúdez, J. L., & Horta Perdomo, N. J. (2024). *Plan de mejoramiento para el cierre de las no conformidades derivadas de la auditoría externa del sistema de gestión integrado HSEQ bajo las normas ISO 9001:2015, 14001:2015 y 18001:2007 para la empresa Agrocivil del Sur LTDA.*

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/80b33f04-e169-4c55-bb46-fe2180bea197/content>

Medicamentos y Alimentos; Instituto Colombiano Agropecuario.

Parra, J., De la Ossa, A., & Ruiz, L. (2019). Implementación de estándares ISO 9001:2015 en la industria alimentaria. *Revista de Gestión y Calidad*, 7(2), 45–58.

Parra, G. M., De la Ossa, J. J., & del Carmen Ruiz, S. (2019). Diagnóstico de la situación actual de una empresa de servicios de alimentación con respecto al cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2015 para un sistema de gestión de la calidad. *SIGNOS: Investigación en sistemas de gestión*, 11(1), 99–116.

<https://www.redalyc.org/journal/5604/560465980007/560465980007.pdf>

Rojas Taborda, D. (2023). *Diseño e implementación de un tablero analítico para optimización de toma de decisiones en el área de despachos del Grupo GCO* (Trabajo de grado, Universidad de Antioquia).

<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/273a3294-e567-4d2b-bf26-432115446d63/content>

República de Colombia. (2006). Decreto 616 de 2006. Por el cual se expiden las normas técnicas de calidad de la leche cruda para consumo humano. Diario Oficial No. 46.230.

República de Colombia. (2012). Resolución 017 de 2012. Por la cual se establecen los requisitos sanitarios para la leche cruda y sus derivados. Ministerio de Salud y Protección Social

Sinarahua Cárdenas, A. M., & Rojas Sinche, S. F. (2024). *Implementación de la metodología 5S para incrementar el nivel de cumplimiento de despachos en el área logística de la empresa Cosapi S.A., Lima, Perú, 2022–2023* (Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte).

https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/39209/Tesis_Sinarahua_Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Superintendencia de Industria y Comercio. (2024). *Informes y sanciones por prácticas de adulteración en productos lácteos*. <https://www.sic.gov.co>

Torres-Navarro, C. A., Malta-Callegari, N., & Olivares-Rojas, C. (2020). Sistema de monitoreo para la implementación de la norma ISO 9001. *Ingeniería Industrial*, 41(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362020000100009&script=sci_arttext&tlng=pt

Universidad de Sevilla. (2024). *Gestión de no conformidades* [Manual de procedimientos]. Escuela Técnica Superior de Ingeniería.

<https://ereding.etsi.us.es/bibing/proyectos/use/abreproy/70189/fichero/Sistema+de+Gesti%C3%B3n%252F4.+Manual+de+Procedimientos%252F5.+Gesti%C3%B3n+de+no+Conformidades%252Fproc5.pdf>

Zuluaga Carmona, M. (2025). *Análisis de las tendencias de la movilización de carga y manejo de rutas mediante el diseño de un dashboard en Power BI, para la optimización de las operaciones de la gestión estratégica comercial en una empresa tipo logtech en Colombia* (Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia). <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/583d2b79-67c2-4676-9fd3-abdef4a2642f/content>