

Plan de mejoramiento del proceso productivo de la empresa Indunilo S.A.S. en la planta de procesamiento ubicada en la ciudad de Bucaramanga.

Jonathan Avila Torra

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial

Director

William Eduardo Vargas Ruiz

Máster en Dirección de Operaciones y Calidad

Tutor

Ana Milena Páez Sanguino

Microbióloga Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A Dios, por haberme bendecido y permitido obtener mi título como Ingeniero Industrial.

A mis padres, por confiar en mí, respaldarme y motivarme a cumplir mis metas.

A mis seres queridos por bríndame su apoyo durante tanto tiempo.

Agradecimientos

A Dios, por haberme guiado y por no dejarme desfallecer en esta etapa de mi vida y formación profesional, permitiéndome crecer personalmente.

Agradezco a mi director, el profe William, porque gracias a su apoyo y dedicación logré llevar a cabo mi proyecto de grado. Gracias por complementar esta labor con amabilidad y conocimiento.

Agradezco a Don Jorge Arciniegas, Christian Rincón, Milena Páez y cada uno de los colaboradores de Indunilo su hospitalidad y por haberme brindado la oportunidad desarrollo profesional en mi campo de estudio.

Por último, deseo expresar mi gratitud a cada docente, compañero y persona que formó parte de mi trayectoria académica, contribuyendo de manera significativa a mi crecimiento y dejando una huella imborrable en mi memoria.

Jonathan Avila Torra

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
Cumplimiento de objetivos	16
1. Generalidades.....	17
1.1. Título del proyecto.....	17
1.2 Generalidades de la empresa.....	17
1.2.1 Razón social	17
1.2.2 Localización.....	17
1.2.3 Objeto social	17
1.2.4 Misión	17
1.2.5 Visión.....	17
1.3 Planteamiento del problema.....	18
1.3.1 Actualidad de la Cadena Láctea en Colombia	18
1.3.1 Situación actual en Indunilo S.A.S	18
1.4 Objetivos	21
1.4.1 Objetivo General	21
1.4.1 Objetivos Específicos.....	21
1.5 Metodología	22
1.5.1 Pre-Diagnóstico.....	22
1.5.1.1 Actividades desarrolladas.	22
1.5.1.2 Resultados.	22
1.5.2 Diagnóstico de los procesos.....	22

1.5.2.1 Actividades desarrolladas.	22
1.5.1.2 Resultados.	23
1.5.3 Formulación de un Plan de mejoramiento	23
1.5.3.1 Actividades desarrolladas.	23
1.5.3.2 Resultados.	23
1.5.4 Implementación de las Propuestas	23
1.5.4.1 Actividades desarrolladas.	23
1.5.4.2 Resultados.	23
1.5.4 Control y Evaluación de Resultados	24
1.5.4.1 Actividades desarrolladas.	24
1.5.4.2 Resultados.	24
2. Marco de referencia	24
2.1 Marco de antecedentes	24
2.2 Marco teórico	26
2.2.1 Distribución de frecuencia	27
2.2.2 Histograma.....	28
2.2.3 Diagrama de causa-efecto	29
2.2.4 Diagrama de flujo de proceso	30
2.2.5 Mapeo de procesos.....	30
2.2.6 Cartas de control: Carta p (proporción de defectuosos).....	31
2.2.6.1 Carta p con tamaño de subgrupo muy grande.....	32
2.2.7 Carta de individuales.....	33
2.2.8 Indicadores de gestión.....	35

2.2.9 Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)	36
2.2.10 Los cinco ¿Por qué?	36
3. Diagnóstico	36
3.1 Metodología del diagnóstico	36
3.1.1 Reconocimiento de la empresa y sus procesos	37
3.1.2 Definición de herramientas y su aplicación	37
3.1.3 Análisis	38
3.1.4 Conclusiones del diagnóstico	38
3.2 Resultados del diagnóstico	38
3.2.1 Descripción del proceso productivo	38
3.2.1.1 Recepción de la leche	39
3.2.1.2 Filtración	39
3.2.1.3 Enfriamiento	39
3.2.1.4 Almacenamiento	39
3.2.1.5 Estandarización	39
3.2.1.6 Homogeneización	39
3.2.1.7 Pasteurización	39
3.2.1.8 UHT	40
3.2.1.9 Enfriamiento y envasado	40
3.2.1.10 Almacenamiento y distribución	41
3.2.2 Definición de herramientas y su aplicación	41
3.2.2.1 Diagrama de flujo del proceso	41
3.2.2.2 Mapeo de proceso	42

3.2.3 Análisis de las causas de los despilfarros	45
3.2.4 Conclusiones del diagnóstico.....	54
4. Plan de mejoramiento	54
5. Formulación de propuestas de mejora	56
5.1 Propuestas de mejoramiento	56
5.1.1 Problemática encontrada: Deficiencia operacional de los trabajadores.....	56
5.1.1.1 Propuesta de mejora 1. Integrar personal experto en el proceso productivo	56
5.1.1.2 Actividades para la implementación.....	57
5.1.2 Problemática encontrada: Déficit en el conocimiento técnico y capacidad operativa.....	57
5.1.2.1 Propuesta de mejora 2. Desarrollo de la formación y conocimiento técnico.....	58
5.1.2.2 Actividades para la implementación.....	58
5.1.3 Problemática encontrada: Deficiencia de indicadores de gestión.....	59
5.1.3.1 Propuesta de mejora 3. Complementar el sistema de indicadores de gestión existente ...	59
5.1.3.2 Plan de implementación.....	59
5.1.4 Problemática encontrada: falta de caracterización de las fallas potenciales del proceso.....	60
5.1.4.1 Propuesta de mejora 4. Implementar AMEF de proceso	60
5.1.4.2 Plan de implementación.....	60
6. Implementación de las propuestas de mejoramiento	61
6.1 Propuesta de mejora 1. Integrar personal experto en el proceso productivo	61
6.1.1 Reducción de la variabilidad de la cantidad de la pérdida de material.....	61
6.2 Propuesta de mejora 2. Desarrollo de la formación y conocimiento técnico.....	66
6.3 Propuesta de mejora 3. Complementar el sistema de indicadores de gestión existente	69
6.4 Propuesta de mejora 4. Implementación de AMEF de proceso.....	75

6.5 Consideraciones finales sobre orden y aseo en los espacios operativos	77
7. Socialización de las mejoras implementadas	79
8. Conclusiones	80
9. Recomendaciones	83
Referencias Bibliográficas	84

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Cumplimiento de los objetivos	16
Tabla 2. Indicadores de gestión para producto defectuoso y desperdicio de empaque	35
Tabla 3. Masa unitaria de empaque por presentación	43
Tabla 4. Cantidad de unidades retenidas por efectos de calidad.....	45
Tabla 5. Cantidad (Kg) de pérdida de material de empaque debida al arrastre	46
Tabla 6. Cantidad (kg) de pérdida de material de empaque por efectos de calidad.....	47
Tabla 7. Cantidad (Kg) de pérdida de material de empaque debida a devoluciones	47
Tabla 8. Distribuciones de frecuencia para los datos de despilfarro por arrastre	50
Tabla 9. Estructura del plan de mejoramiento	55
Tabla 10. Estructura propuesta de mejora 1	57
Tabla 11. Estructura propuesta de mejora 2.....	58
Tabla 12. Estructura propuesta de mejora 3.....	59
Tabla 13. Estructura propuesta de mejora 4.....	60
Tabla 14. Distribuciones de frecuencia para los datos de despilfarro por arrastre	66
Tabla 15. Matriz de polivalencia operarios UHT antes de la propuesta de mejora	67
Tabla 16. Matriz de polivalencia operarios UHT después de ejecutar la propuesta de mejora ...	68
Tabla 17. Indicadores de gestión	72
Tabla 18. AMEF proceso de envasado	76

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de producción de leche UHT	42
Figura 2. Mapeo del proceso de envasado de leche líquida UHT	43
Figura 3. Envasadora aséptica ESSIA3	44
Figura 4. Variación de la cantidad de despilfarro de material por ajuste en el cabezal	48
Figura 5. Cantidad de pérdida de material según la causa asociada	49
Figura 6. Histograma de los datos de despilfarro por ajuste en el cabezal	51
Figura 7. Prueba de normalidad para los datos de despilfarro por ajuste en el cabezal.....	51
Figura 8. Diagrama causa-efecto para el problema de pérdida de empaque en la máquina envasadora.....	52
Figura 9. Variación de la cantidad de despilfarro de material por ajuste en el cabezal	62
Figura 10. Prueba de normalidad	63
Figura 11. Carta de control estadístico para la presentación de 400 ml	58
Figura 12. Carta de control estadístico para la presentación de 900 ml	64
Figura 13. Carta de control estadístico para la presentación de 1100 ml	65
Figura 14. Nivel de utilización de empaque	73
Figura 15. Nivel de producto defectuoso	74
Figura 16. Orden y aseo en el área de envasado UHT	78

Lista de Apéndices**

Apéndice A. Diagrama de flujo leche UHT entera, semidescremada y deslactosada

Apéndice B. Formato orden de producción UHT

Apéndice C. Parámetros de construcción del AMEF

Apéndice D. Registro de asistencia jornada de socialización

Apéndice E. Divulgación de los indicadores en el área de envasado

** Los apéndices se encuentran en la carpeta de Google Drive adjunta con este documento.

Resumen

Título: Plan de mejoramiento del proceso productivo de la empresa Indunilo S.A.S. en la planta de procesamiento ubicada en la ciudad de Bucaramanga.*

Autor: Jonathan Avila Torra.**

Palabras Clave: Leche UHT, plan de mejoramiento, cartas de control, indicadores de gestión y AMEF.

Descripción: El proyecto de grado se desarrolló en la empresa INDUNILO S.A.S. en el área de producción de leche líquida UHT. Este trabajo se encargó de formular e implementar un plan de mejoramiento, que surge de la necesidad de lograr una reducción del despilfarro de material de empaque y materia prima.

En primera instancia, se realizó un acercamiento con la empresa para conocer el proceso de producción actual; seguidamente, se realizó un diagnóstico mediante herramientas cuantitativas y cualitativas que permitió recolectar información sobre los aspectos generales de la empresa y realizar un análisis completo del sistema productivo, en donde se identificó los principales problemas y posibles oportunidades de mejora.

Una vez recolectada y analizada la información se diseñó y ejecutó un plan de mejoramiento con el fin de contribuir a la solución de dichos problemas y se establecieron los indicadores de gestión para hacer seguimiento y evaluar los procesos. Como resultado, la empresa logró disminuir los niveles de pérdidas de material de empaque y producto procesado.

Para finalizar, los resultados del proyecto se socializó con todos colaboradores del proceso productivo, lo que permitió consolidar una cultura organizacional orientada hacia el desarrollo mejora continua.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Ingeniería Industrial. Director: William Eduardo Vargas Ruiz. Máster en Dirección de Operaciones y Calidad.

Abstract

Title: Improvement plan for the production process of the company Indunilo S.A.S. at the processing plant located in Bucaramanga city.*

Author(s): Jonathan Avila Torra.††

Key Words: UHT milk, improvement plan, control charts, indicators, and FMEA.

Description: The project was developed in the company INDUNILO S.A.S. in the area of UHT liquid milk production. This work was responsible for formulating and implementing an improvement plan, which arises from the need to achieve a reduction in the waste of packaging material and raw material.

In the first instance, an approach was made with the company to know the current production process; then, a diagnosis was made using quantitative and qualitative tools that made it possible to collect information about the general aspects of the company and to carry out a complete analysis of the production system, where the main problems and possible opportunities for improvement were identified.

Once the information was collected and analyzed, an improvement plan was designed and executed in order to contribute to the solution of these problems and the management indicators were established to monitor and evaluate the processes. As a result, the company managed to reduce the levels of losses of packaging material and processed product.

Finally, the results of the project were socialized with all collaborators of the production process, which allowed to consolidate an organizational culture oriented towards development continuous improvement.

* Bachelor thesis

††Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Industrial Engineering. Advisor: William Eduardo Vargas Ruiz. MSc in Operations and Quality Management.

Introducción

La industria láctea es una de las más importantes en la economía colombiana. De acuerdo con la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la cadena láctea en Colombia contribuye con el 12% del PIB del sector agropecuario (Navarro, 2022). En cifras de Asoleche, la evolución del volumen diario de acopio formal de leche cruda en Colombia, a febrero de 2022, señalan que a nivel nacional se recolectaron 8.879.011 litros de leche, de los cuales cerca del 73% lo aportan los departamentos de Antioquia, Boyacá y Cundinamarca. En Santander la cifra de recolección diaria corresponde a 244.699 litros de leche cruda (2,75% nacional, (Asoleche, Coordinación de Planeación Sectorial, 2022)

En este contexto actual, existe la necesidad de asegurar la competitividad industrial con el objetivo de mantener o mejorar las cifras productivas y, adicionalmente, incentivar la inversión y mejoramiento de los sistemas productivos. Indunilo S.A.S, dentro de la visión de convertirse en una empresa líder en el sector de los alimentos lácteos, suma esfuerzos de excelencia productiva para el crecimiento y desarrollo lácteo regional y nacional.

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como propósito implementar un plan de mejoramiento que permita la reducción del despilfarro de recursos mediante la aplicación de conceptos, métodos y técnicas típicas de la ingeniería industrial y que pueda brindar a Indunilo S.A.S una ruta mejoramiento para aumentar los niveles de productividad y eficiencia del proceso de Ultra Alta Temperatura, más conocido por sus siglas en inglés UHT (Ultra-High Temperature) para leche larga vida, que se traduzca en reducción de costos.

El desarrollo del presente plan inicia con un diagnóstico por medio de herramientas cuantitativas y/o cualitativas para conocer el estado inicial de las distintas etapas del proceso de producción y su secuencia. En el diagnóstico se realizó un análisis detallado del proceso productivo

de la leche UHT, evaluando cada uno de los procesos que conforman la cadena productiva. A partir de este análisis se identificaron oportunidades de mejora en términos del uso y cantidad de materia prima, con el objetivo de proponer acciones específicas para corregir las debilidades identificadas y potenciar las fortalezas del proceso.

Con base en lo anterior, nació la formulación del plan de mejoramiento que está orientado a mejorar el uso de recursos y tiempos. Como resultado se formula un plan de cambios y mejoras para el proceso UHT, especialmente en el uso de materia prima y la reducción de la pérdida de material de empaque.

Posterior a esta fase, se procedió a realizar las acciones y mediciones contempladas en el plan de mejoramiento sobre los procesos seleccionados y su respectivo análisis estadístico.

Cumplimiento de objetivos**Tabla 1***Cumplimiento de los objetivos*

Objetivo	Cumplimiento	Página
Realizar un diagnóstico del proceso productivo actual, que facilite identificar problemas en el proceso UHT.	Capítulo 3. Diagnóstico	29
Diseñar un plan de mejoramiento para el proceso de UHT de leche líquida aprobado y acordado por la dirección de la empresa.	Capítulo 4. Plan de mejoramiento	47
Ejecutar el plan de mejoramiento para el proceso de UHT de leche líquida.	Capítulo 5. Formulación de las propuestas de mejora	48
Formular indicadores de gestión que permitan el seguimiento y control de los puntos críticos en la línea de producción.	Capítulo 6. Implementación de las propuestas de mejoramiento	55
Socializar el plan de mejoramiento del proceso con el personal de la organización.	Capítulo 7. Socialización de las mejoras implementadas	73

1. Generalidades

1.1. Título del proyecto

Plan de mejoramiento del proceso productivo de la empresa Indunilo S.A.S. en la planta de procesamiento ubicada en la ciudad de Bucaramanga.

1.2 Generalidades de la empresa

1.2.1 Razón social

Indunilo S.A.S.

1.2.2 Localización

En la actualidad las instalaciones de Indunilo S.A.S. están ubicadas en el parque industrial Provincia de Soto II de la ciudad de Bucaramanga.

1.2.3 Objeto social

Indunilo S.A.S. es una empresa santandereana pulverizadora de leche entera y procesadora de leche líquida larga vida (UHT).

1.2.4 Misión

La búsqueda de la excelencia en la producción que pueda garantizar la calidad de nuestros productos, la fidelidad del consumidor y, a mediano plazo, la puesta en marcha de subproductos como resultado de las exigencias del momento y la adecuación de estas a través de la investigación innovadora.

1.2.5 Visión

Ser una empresa líder en alimentos lácteos, garantizando estándares de calidad. Visualizamos ampliar nuestro portafolio de sub-productos , como bebidas lácteas y quesos que nos permitan crecer un 20% nuestras ventas hasta el año 2023.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Actualidad de la Cadena Láctea en Colombia

De acuerdo al Plan de Ordenamiento Productivo de la Cadena Láctea en Colombia de 2022 de la UPRA (del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), la cadena láctea en Colombia produce al año 7.500 millones de litros de leche (12% del PIB del sector). Adicionalmente tiene un rol trascendental a nivel social, pues vincula más de 700.000 trabajadores de forma permanente en todas las etapas de la línea productiva (Navarro, 2022). No obstante, Colombia muestra una productividad láctea baja en comparación con el promedio mundial, situándose entre el 50% y 75%, caracterizada por una evolución técnica lenta (ANDI, 2020, s. f.). Algunos de los factores que contribuye a los altos costos de procesamiento es el costo de la energía y equipos para el procesamiento de la leche, los tanques instalados para tal fin, la construcción de puntos de acopio, la tecnología, materiales de empaque, las sustancias de estabilización de los procesos, etc. (Navarro, 2022).

En resumen, los costos de producción de productos lácteos y sus derivados en Colombia son elevados y se hace imperativo controlar todo los factores propios de los procesos de línea láctea que influyen de forma directa en los mismos.

1.3.1 Situación actual en Indunilo S.A.S

Desde el 2018, INDUNILO S.A.S. integró el proceso UHT para la producción de leche líquida larga vida. La puesta en marcha de la línea UHT requirió de importantes inversiones en tecnología e infraestructura. Sin embargo, en el proceso se han identificado problemas de eficiencia y por lo tanto de productividad. Los principales problemas están asociados con el tiempo operacional, despilfarro de empaque, y materia primas.

Durante el segundo trimestre del año 2023, se han registrado jornadas de procesamiento extensas que, incluso llegan a generar reprocesos del doble del tiempo normal haciendo que la empresa incurra en elevados costos de mano de obra y se generen pérdidas de materia prima y material de empaque. El desperdicio solo de material de empaque durante el periodo febrero-mayo superó los 300 kg, de acuerdo a los registros internos de Indunilo; los costos económicos ocasionados a este desperdicio ascienden a \$1.410.588 cada mes y supera el 2% del total de empaque utilizado, cifra que las directivas aspiran a reducir sustancialmente ya que en un año estaría rondando los 17 millones de pesos, significativa para una pequeña empresa. Además, la pérdida de material de empaque no solo implica una pérdida directa de recursos y un incremento en los gastos de producción, sino que también el desperdicio de materias primas, en este caso leche. Los 300 kg de material despilfarrado se traducen en 44.977 unidades de producto en presentación de 1100ml, es decir, potencialmente se puede perder una gran cantidad de volumen de leche; lo que representa una importante pérdida de recursos económicos. Igualmente, los residuos lácteos pueden causar problemas ambientales porque es un producto que usa grandes cantidades de agua y requiere un complejo proceso de disposición final y se suma la generación de gases de efecto invernadero durante su producción y transporte (Mutubuki & Chirinda, 2020); también se impacta negativamente el perfil de sostenibilidad de la empresa, generando una mayor huella ambiental debido a la necesidad de recursos adicionales para reemplazar el material perdido.

En síntesis, el desperdicio de tiempo operacional, empaque y materia prima en el proceso UHT de leche líquida se traduce en un aumento los costos de producción, y revela una reducción de la eficiencia del proceso.

Con motivo de los problemas señalados es crucial aumentar la eficiencia en los procesos y disminuir los costos a lo largo de la cadena láctea para contribuir al mejoramiento la productividad.

En ese marco, es importante de que a partir de un juicioso diagnóstico, se pudo implementar un plan de mejoramiento a través del cual se logró controlar el despilfarro de recursos y aumentar la eficiencia del proceso mediante de la adopción de nuevas metodologías; esto llevó a una disminución de los costos de producción de la leche UHT larga vida y una mejora en la calidad del producto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un plan de mejoramiento productivo del proceso UHT de leche líquida de la empresa Indunilo S.A.S. en la ciudad de Bucaramanga.

1.4.1 Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico del proceso productivo actual, que facilite identificar problemas en el proceso UHT.

Diseñar un plan de mejoramiento para el proceso de UHT de leche líquida aprobado y acordado por la dirección de la empresa.

Ejecutar el plan de mejoramiento para el proceso de UHT de leche líquida.

Formular indicadores de gestión que permitan el seguimiento y control de los puntos críticos en la línea de producción.

Socializar el plan de mejoramiento del proceso con el personal de la organización.

1.5 Metodología

El presente proyecto utilizó un diseño de investigación de campo, ya que contempló la realización de mediciones directamente dentro del proceso activo en la empresa Indunilo S.A.S. y el posterior análisis de datos mediante el control estadístico. A continuación, se describen las etapas de la investigación que engloban las actividades desarrolladas para alcanzar los objetivos del proyecto actual.

1.5.1 Pre-Diagnóstico

Durante esta fase, se recopiló información general sobre los procesos, se llevó a cabo una revisión inicial de los datos disponibles y se realizaron observaciones de campo preliminares.

1.5.1.1 Actividades desarrolladas. Entrevistas con los jefes de áreas y con el personal de producción de la empresa, observación directa del proceso global de producción, recolección de información.

1.5.1.2 Resultados. Caracterización del proceso de producción y envasado de leche líquida UHT. Dando cumplimiento al primer objetivo específico del presente trabajo.

1.5.2 Diagnóstico de los procesos

Esta etapa contempló un análisis más detallado y profundo de los procesos identificados durante el pre-diagnóstico. Durante esta etapa, se recopiló y analizó una amplia gama de datos e información sobre los procesos, se identificó las causas raíz de los problemas que afectan la eficiencia del proceso y, se establecieron acciones de mejora específicas.

1.5.2.1 Actividades desarrolladas. Observación directa en el área UHT y de envasado, análisis del comportamiento de los datos recolectados mediante análisis estadístico primario y herramientas de control estadístico como Pareto, Ishikawa y Cartas de control y determinación de las principales causas asociadas al problema identificado del proceso de envasado de leche UHT.

1.5.1.2 Resultados. Estado actual del proceso de producción y envasado de leche líquida UHT. Completando el primer objetivo específico y sentando las bases para el cumplimiento del segundo objetivo específico.

1.5.3 Formulación de un Plan de mejoramiento

Esta etapa se hizo el planteamiento de mejoras a partir de los resultados obtenidos. Se acordó con los directivos de la empresa cuáles de estas propuestas iban a ser implementadas en el periodo de la práctica.

1.5.3.1 Actividades desarrolladas. Análisis de los datos obtenidos en la fase anterior, análisis de las causas que generan los problemas en el proceso de envasado de leche líquida UHT, plantear acciones como resultado del análisis anterior y diseño de indicadores.

1.5.3.2 Resultados. Actividades de mejoramiento a desarrollar en el área con el problema identificado y presentación de las mismas a los directivos. Aquí se da cumplimiento al segundo y cuarto objetivo específico.

1.5.4 Implementación de las Propuestas

Esta etapa se implementaron las propuestas de mejora autorizadas por la gerencia, incluyendo un sistema de indicadores y capacitación al personal.

1.5.4.1 Actividades desarrolladas. Se ejecutaron las acciones de mejoramiento pactadas con la dirección de la organización y se realizó seguimiento y control de las acciones de mejoramiento a través del uso de los indicadores diseñados.

1.5.4.2 Resultados. Reporte del estado del proceso de producción y envasado de leche líquida UHT luego de ejecutar las acciones de mejora. Completando el tercer objetivo específico.

1.5.4 Control y Evaluación de Resultados

En esta etapa se evaluó y se hizo seguimiento de las mejoras implementadas y del sistema de indicadores después de su implementación completa.

1.5.4.1 Actividades desarrolladas. Se realizaron inspecciones de campo de los procesos intervenidos y una análisis comparativo del proceso antes y después de la ejecución del plan de mejoramiento.

1.5.4.2 Resultados. Evaluación del impacto que tuvo el proceso de implementación de las propuestas para el proceso productivo y socializarlo con el personal involucrado en el la línea productiva, además que con los directivos.

2. Marco de referencia

2.1 Marco de antecedentes

Castañeda (2021) realizó un trabajo donde se estudia el proceso de envasado de leche entera UHT en la empresa Pasteurizadora La Mejor S.A. Su objetivo general fue determinar el estado de la capacidad real del proceso de llenado en la línea de producción de empaque de leche entera UHT en la empresa Pasteurizadora La Mejor S.A.

La finalidad del estudio es identificar sí se está cumpliendo con los parámetros establecidos para el aseguramiento de la calidad, lo que permite conocer la variación en los procesos. En ese contexto se pone de manifiesto la necesidad de medir y controlar esas inconsistencias para evitar posibles impactos que afecten a la compañía en tema de desperdicios, costos y reprocesos. Del análisis de los datos se pudo concluir que el proceso no es realmente capaz de cumplir con las especificaciones en cuanto al volumen del producto leche entera UHT en sus 5 presentaciones.

En el proceso de envasado en la línea de producción de leche entera UHT se identificó que el proceso presentaba una alta inestabilidad en sus cinco presentaciones (200, 400, 900, 1000 y 1100 ml), ya que se observó medidas por fuera de los límites de control, así como también distintas tendencias y resultados que indican una variación generada por causas inherentes al proceso y las técnicas empleadas y, por consiguiente, que el proceso no se encuentra bajo control. Algunas de las causas identificadas están asociadas a que los operarios no ajustan a tiempo la máquina cuando se presenta inestabilidad en el llenado o a la ausencia de un mantenimiento preventivo a los equipos pertenecientes al área de empaque UHT que pudiera detectar a tiempo posibles fallas que pudieran influir en la variación del proceso (Castañeda, 2022). Se rescata de esta investigación la orientación del tipo de muestreo empleado y el análisis de las variables relacionadas con el problema.

Velandia (2020) llevó a cabo un proyecto titulado “Evaluación del proceso de empaquetado de alimento lácteo en polvo y alternativas de mejora para Indulácteos de Colombia S.A.S ubicado en Bucaramanga, Santander”, el cual tuvo como objetivo general evaluar el proceso de empaquetado de alimento lácteo en polvo de la empresa Indulácteos de Colombia SAS en Bucaramanga, para identificar las causas de pérdida de material de empaque. En la metodología empleada, se realizó un análisis y recopilación de información tanto de tipo cuantitativo como cualitativo sobre los aspectos importantes que influyen en la calidad de las bolsas plásticas y se identificaron los problemas del proceso de empaquetado para posteriormente diseñar unas alternativas de mejora. El control estadístico por cartas de control indican que el proceso está fuera de control y se están presentando variaciones secuenciales anómalas. La principal causa de no conformidad y que genera el mayor impacto en la pérdida de lámina en el proceso de empaquetado de alimento lácteo en presentación de 900g es la producción de unidades de producto “por debajo del peso establecido”, y que está estrechamente relacionado con la capacidad de la mano de obra y con las técnicas o

métodos usados en el área de envasado. La variación en el área de envasado indica que el despilfarro de empaque para alimento lácteo en polvo de 380g y 900g, representa un valor económico de \$762.240 y \$512.640 por mes, respectivamente (Velandia Clavijo, 2020). El citado trabajo aporta al proyecto una visión del uso de las herramientas para identificar las causas que afectan la calidad del proceso y que generan la pérdida de material de empaque, como lo es el diagrama de Ishikawa, el diagrama de Pareto, entre otros.

Ruiz (2004) llevó a cabo un proyecto titulado “Disminución de la tasa de desperdicios proveniente de la estación de sellado de la empresa Plásticos Monclat S.A.S. a través de la herramienta Seis Sigma y Lean Manufacturing”, el cual tuvo como objetivo general diseñar un plan de mejoramiento continuo de la calidad en sus procesos cuya finalidad es reducir costos y aumentar la productividad actual. Mediante la implementación de Metodología DMAIC, se realizó un análisis los aspectos importantes que influyen en la calidad de la producción, iniciando con un diagnóstico seguido por fases de recolección de datos, análisis y control. De este antecedente se puede rescatar una parte muy importante en el proceso de estandarización que procura mantener los cambios realizados a través del tiempo; además, una vez hechas las mediciones del caso, se logró cuantificar el cambio del desempeño se calculó la tasa de desperdicio promedio que expresó una reducción de la tasa de desperdicios de 58%, lo que podría ser un referente para los análisis del presente trabajo (Ruiz Ochoa, 2018).

2.2 Marco teórico

De acuerdo con Gutiérrez y De la Vara, las herramientas básicas para calidad permiten comprender y analizar diferentes aspectos de un proceso o sistema con el objetivo de identificar problemas, tomar decisiones informadas y mejorar la calidad en general. En razón a lo anterior,

las principales técnicas de Ingeniería Industrial que se aplicarán para el desarrollo del proyecto de grado en la empresa Indunilo S.A.S, serán principalmente las siguientes.

2.2.1 Distribución de frecuencia

La distribución de frecuencia es una técnica utilizada en estadística para organizar y resumir datos numéricos o categóricos en diferentes categorías o intervalos, conocidos como clases. Su propósito es proporcionar una representación más concisa y visual de la distribución de los datos, lo que facilita la interpretación y análisis de la información (Anderson et al., 2008). Brinda una visión general de cómo están distribuidos los valores dentro del conjunto de datos, facilitando la identificación de tendencias, patrones y posibles valores atípicos en la información analizada (Anderson et al., 2008; Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013).

Los tres pasos necesarios para definir las clases de una distribución de frecuencia con datos cuantitativos son: determinar el número de clases, determinar el ancho de cada clase y determinar los límites de las clases.

Número de clases: para construir las clases en la distribución de frecuencia, se definen intervalos que agrupan los datos. Se sugiere utilizar entre 5 y 20 clases, dependiendo de la cantidad de datos. Cuando hay pocos datos, unas cinco o seis clases son suficientes para resumirlos adecuadamente. En resumen, se necesitan más clases cuando hay muchos datos para mostrar la variación, pero no deben ser demasiadas si algunas contienen solo unos pocos datos (Anderson et al., 2008).

Ancho de clase: como regla general, se recomienda que todas las clases tengan el mismo ancho. El número de clases y su ancho están relacionados: a mayor número de clases, menor será el ancho de cada una, y viceversa. Para determinar el ancho de clase adecuado, se deben identificar el valor máximo y mínimo de los datos (Anderson et al., 2008).

$$\text{Ancho de clase} = \frac{\text{Valor máx} - \text{Valor mín}}{\text{Número de clases}}$$

Límite de clase: los límites de clase se seleccionan para que cada dato esté en una sola clase. El límite inferior es el valor mínimo de la clase, mientras que el límite superior es el valor máximo. Los límites de clase son necesarios para determinar dónde colocar cada dato.

2.2.2 Histograma

Es una representación gráfica de la distribución de frecuencias. El histograma, como una herramienta de estadística descriptiva, proporciona una visión de la forma que se asume la distribución de los datos, así como información acerca de la separación o dispersión de los datos. Además, el histograma es útil para entender la simetría o asimetría de la distribución y proporciona información esencial para la toma de decisiones (Montgomery & Runger, 2002).

Se recomienda considerar los siguientes puntos en la interpretación del histograma (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013):

- Observar la tendencia central de los datos: se refiere a la región donde se concentra la mayor cantidad de frecuencias o datos. la tendencia central no necesariamente coincide con la media, mediana o moda.
- Estudiar el centrado del proceso: apoyado en el punto anterior se examina la posición central del cuerpo del histograma con respecto a la calidad óptima y a las especificaciones.
- Examinar la variabilidad del proceso: se trata de observar cómo se extienden los valores de los datos a lo largo de las clases o intervalos en el histograma.
- Analizar la forma del histograma: En un histograma, la forma de campana es común en salidas de proceso y se asemeja a la distribución normal. Otras formas atípicas pueden indicar problemas en la calidad del proceso, como distribuciones sesgadas, multimodales, muy planas o con acantilados.

- Datos raros o atípicos: En un histograma, las mediciones atípicas se identifican fácilmente como barras aisladas, y requieren investigación por ser datos raros.
- Estratificar: histograma por cada fuente.

2.2.3 Diagrama de causa-efecto

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. Ayuda a identificar áreas clave de mejora y a fomentar el análisis en profundidad para abordar las causas raíz (Besterfield, s. f.).

El método de las 6M es un método de construcción de un diagrama de Ishikawa, en donde se agrupan las causas potenciales de acuerdo a seis ramas principales: métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013). Para la construcción de un diagrama de Ishikawa se insta a seguir los pasos que se indican a continuación:

- 1- Identificar un problema relevante para analizar, preferiblemente delimitado y cuantificado mediante herramientas estadísticas.
- 2- Elegir el tipo de diagrama de Ishikawa basado en sus ventajas y desventajas.
- 3- Identificar todas las posibles causas del problema usando la metodología de las 6M, el flujo de proceso o la numeración de causas.
- 4- Reflexionar sobre posibles causas adicionales después de representar las ideas.
- 5- Seleccionar causas relevantes mediante diálogo respetuoso respaldado por datos, conocimientos, consenso o votación.
- 6- Determinar las causas en las que se tomarán acciones considerando la relevancia identificada previamente y la viabilidad de abordar cada una de ellas.

- 7- Finalmente, Desarrollar un plan de acción para investigar o corregir las causas identificadas y garantizar su ejecución.

2.2.4 Diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo de proceso, también conocido como diagrama de flujo o diagrama de flujo de trabajo, es una representación gráfica que muestra la secuencia de pasos o actividades involucradas en un proceso o sistema, que incluye transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de retrabajo o reproceso (Chase et al., 2014). Este diagrama utiliza símbolos y flechas para ilustrar la secuencia lógica de las operaciones, decisiones, flujos de información y movimientos dentro del proceso. El objetivo principal del diagrama de flujo de proceso es proporcionar una visión clara y estructurada de cómo se lleva a cabo un proceso, permitiendo comprender su lógica y flujo general. Ayuda a identificar posibles ineficiencias, cuellos de botella, tiempos de espera, duplicación de tareas, decisiones críticas y puntos clave del proceso (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013).

2.2.5 Mapeo de procesos

En los diagramas de flujo de proceso, es común que en la etapa de diseño y documentación se omitan detalles y actividades importantes que ocurren en el proceso. Para abordar esta situación, el mapeo del proceso busca crear un diagrama de flujo más preciso y detallado, que especifique las actividades que realmente se llevan a cabo en el proceso (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013). Al realizar el mapeo de procesos, es posible analizar de manera minuciosa una parte del proceso, y quizá se especifiquen uno o varios de los siguientes detalles:

- Visualización clara del flujo de trabajo y de las principales variables de salida y entrada de cada etapa del proceso.

- Identificación de ineficiencias, cuellos de botella y tiempos de espera y los pasos que agregan y los que no agregan valor en el proceso.
- Identificación de oportunidades de mejora y optimización del proceso. Además de clasificar (crítico, controlable y/o ruido) las entradas clave en cada paso del proceso.
- Documentación precisa y detallada del proceso para futuras referencias.

2.2.6 Cartas de control: Carta p (proporción de defectuosos)

La carta p muestra variaciones en la proporción de artículos defectuosos por subgrupo, evaluando el rendimiento del proceso y detectando posibles causas o cambios significativos. (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013).

De cierta parte de la producción, se toma una muestra o subgrupo de n_i artículos, que puede ser la totalidad o una parte de las piezas bajo análisis.

Se inspeccionan las n_i piezas por subgrupo, catalogándolas como defectuosas o no, y evaluándolas mediante atributos de calidad, criterios y análisis estandarizados.

Si de las n_i piezas del subgrupo i se encuentra que d_i son defectuosas (se rechazan), entonces en la carta p se esquematiza y se analiza la variación de la proporción p_i de unidades defectuosas por subgrupo:

$$p_i = \frac{d_i}{n_i}$$

Los límites de control se calculan asumiendo una distribución binomial de piezas defectuosas por subgrupo. Utilizando el esquema general, los límites se establecen como $\mu_W \pm 3\sigma_W$, es decir, la media más o menos tres desviaciones estándar del estadístico W que se representa en la carta. En este caso particular, $W = p_i$. De acuerdo con la distribución binomial, se conoce que la media y la desviación estándar de una proporción están determinadas por:

$$\mu_{p_i} = \bar{p}$$

$$\sigma_{p_i} = \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

donde n es el tamaño de subgrupo y \bar{p} es la proporción promedio de artículos defectuosos en el proceso. De acuerdo con esto, los límites de control de la carta p con tamaño de subgrupo constante, están dados por:

$$LC = \bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

$$\mu_{p_i} = \bar{p} = \text{Línea central}$$

Cuando el tamaño de subgrupo n no se mantiene constante a lo largo de las muestras se tienen dos alternativas: la primera es usar el tamaño promedio de subgrupo \bar{n} , en lugar de n . En la segunda si el promedio del proceso medido a través de \bar{p} es desconocido, entonces será necesario estimarlo por medio de un estudio inicial (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013).

2.2.6.1 Carta p con tamaño de subgrupo muy grande. La amplitud de los límites de control en una carta p exhibe una relación inversamente proporcional a la raíz cuadrada del tamaño de muestra o subgrupo, n . En consecuencia, cuando n es significativamente grande, los límites se estrechan considerablemente. Este estrechamiento puede dar lugar a que las proporciones con desviaciones mínimas respecto al promedio de productos defectuosos se ubiquen fuera de dichos límites. En situaciones extremas, podría ocurrir que ningún punto caiga dentro de los límites, lo que hace que la carta p carezca de utilidad práctica.

En este escenario, una alternativa viable consiste en analizar las proporciones mediante una carta de individuales. En este tipo de gráfico, el valor de p_i se trata como una variable numérica continua, sin considerar el valor específico de n con el cual se obtuvo p_i . Adoptar esta estrategia permite detectar únicamente variaciones medianas y grandes en la proporción de productos

defectuosos, ofreciendo así una perspectiva más práctica y eficaz en comparación con la carta p estándar (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013).

2.2.7 Carta de individuales

La carta de individuales constituye un diagrama diseñado para variables de naturaleza continua. A diferencia de su contraparte, la carta $X-R$, que se utiliza comúnmente en procesos semimasivos o masivos, la carta de individuales encuentra su aplicación en entornos caracterizados por procesos más lentos. Estos son casos en los cuales la obtención de mediciones o muestras de producción demanda periodos de tiempo considerablemente extensos.

Ejemplos paradigmáticos de estos procesos incluyen:

- Procesos químicos por lotes.
- Sectores como la industria de bebidas alcohólicas, que involucran procesos de fermentación y destilación con duraciones que superan las 100 horas.
- En procesos donde las mediciones cercanas difieren principalmente por errores de medición, como en la medición de temperaturas en procesos o la humedad relativa en el entorno.
- Procesos administrativos donde las mediciones se realizan con una frecuencia regular, ya sea diaria, semanal o en intervalos más extensos. Por ejemplo, mediciones relacionadas con la productividad, la gestión de residuos, así como el consumo de recursos como agua, electricidad y combustibles, entre otros.

Para determinar los límites de control se hace la estimación de la media y la desviación estándar del estadístico W que se grafica en la carta, que en este caso es directamente la medición individual de la variable X . Así, los límites se obtienen con la expresión $\mu_X \pm 3\sigma_X$, donde μ_X y σ_X son la media y la desviación estándar del proceso, respectivamente. Es decir, los límites de control,

es este caso, coinciden por definición con los límites reales. A continuación se definen como se estiman estos parámetros .

$$\mu_x = \bar{X}$$

$$\sigma_x = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{\bar{R}}{1,128}$$

donde \bar{X} es la media de las mediciones, y \bar{R} es la media de los rangos móviles de orden 2 (rango entre dos observaciones sucesivas en el proceso). Al dividir el rango promedio entre la constante d_2 se obtiene una estimación de la desviación estándar del proceso, σ . Además, como en este caso el rango móvil es de orden 2, entonces el valor de n para determinar d_2 será $n = 2$; de esa forma $d_2 = 1,128$.

Los límites de control para una carta de individuales están dados por:

$$\bar{X} \pm 3 \left(\frac{\bar{R}}{1,128} \right)$$

Vale la pena resaltar que la carta de *rangos móviles* ha sido empleada como complemento de la carta de individuales, visualizando el rango móvil de orden 2 con el objetivo de identificar cambios en la dispersión del proceso. Sin embargo, investigaciones recientes indican que la carta de individuales es lo suficientemente robusta para detectar tanto cambios en la media como en la dispersión del proceso. Este hallazgo se fundamenta en el hecho de que una medición individual atípica afecta directamente los dos rangos móviles en los que participa. En consecuencia, se observa una tendencia creciente hacia la preferencia exclusiva de la carta de individuales, considerándola eficaz para abordar de manera integral las alteraciones en la media y la dispersión del proceso (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013).

2.2.8 Indicadores de gestión

Un indicador de gestión es una expresión cuantitativa (generalmente gráfica) del comportamiento y desempeño de un proceso con base en factores clave, para guiar, asegurar y evaluar su desempeño en un periodo de tiempo determinado, bajo una meta definida (Beltrán Jaramillo, 1998). Los indicadores para la tasa de defectos en la producción y de material de empaque usado se resume en la tabla 2.

Tabla 2

Indicadores de gestión para producto defectuoso y desperdicio de empaque

Indicador	Nivel de producto defectuoso
objetivo	Establecer el número de unidades defectuosas de (despilfarro) que ocurrirán por producción total
Definición	Medida que representa el número unidades con defectos de calidad que originan por cada jornada de producción
Periodicidad	Diaria. Cada jornada de producción
Fórmula	$(\text{Número unidades defectuosas} / \text{Número de unidades total producidas}) * 100$
Unidad de medida	Porcentaje
Indicador	Nivel de utilización de empaque
objetivo	Medir la eficiencia del uso del empaque
Definición	Medida que permite evaluar cuánto empaque se desperdicia en comparación con la cantidad total de empaque utilizado.
Periodicidad	Diaria. Cada jornada de producción
Fórmula	$(\text{Cantidad de empaque despilfarrado} / \text{Cantidad total de empaque utilizado}) * 100$
Unidad de medida	Porcentaje

Estas métricas proporcionan una evaluación precisa de la efectividad y eficiencia en el logro de los objetivos propuestos, ajustadas a la metodología SMART (acrónimo del inglés Specific, Measurable, Achievable, Realistic y Time-bound).

2.2.9 Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)

La metodología AMEF identifica y jerarquiza fallas potenciales en productos o procesos, analizando su frecuencia, formas de detección y efectos. Se generan acciones para abordar las fallas más críticas que afectan la confiabilidad del producto o proceso. Aplicar AMEF asegura la confiabilidad y reduce la probabilidad de fallas. Se enfoca en detectar problemas durante el diseño o producción, teniendo en cuenta el impacto en el cliente final, interno o externo (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013; Pyzdek & Keller, 2010).

2.2.10 Los cinco ¿Por qué?

A pesar de su simplicidad, esta herramienta ha demostrado ser altamente efectiva. Enfocándose principalmente en el proceso en lugar de las personas, esta técnica puede revelar una clave importante para identificar la causa raíz de un problema. El procedimiento para utilizarla es sencillo: se comienza por describir el problema de manera específica y luego se procede a realizar la pregunta crucial: "¿por qué?". Es regla general repetir este interrogante cinco veces. (Besterfield, s. f.; Card, 2017; Toyota Motor Corporation, 2003) .

3. Diagnóstico

3.1 Metodología del diagnóstico

La metodología que se implementó para llevar a cabo el diagnóstico contempló un análisis cualitativo y cuantitativo de la información recolectada con la finalidad conocer y caracterizar el proceso de UHT de leche líquida.

El compendio y análisis de la información se llevó a cabo mediante observación directa del proceso activo, entrevistas con los jefes de área y los operarios y revisión documental de los registros que se llevan en el proceso de UHT. Adicionalmente, la dirección proporcionó los

diagramas de flujo de procesos y se realizó un mapeo del proceso detallado del área UHT; además, para determinar las principales causas de despilfarro de materiales se hizo uso de histogramas y distribución de frecuencias y diagrama causa-efecto.

3.1.1 Reconocimiento de la empresa y sus procesos

La finalidad de esta etapa fue conocer la empresa Indunilo S.A.S y para esto se realizaron múltiples visitas a las instalaciones con un promedio de 5 horas diarias a partir del mes de marzo de 2023. Se realizaron entrevistas a los actores involucrados en los procesos, es decir, jefe del área, jefe o supervisor de producción y operarios, ya que son las personas que están al tanto de cualquier situación relacionada con el proceso de producción, lo cual permitió caracterizar el proceso que se va a estudiar. Además, a través de la observación directa se reconocieron situaciones causantes de problemas en el área UHT. El jefe de área, que también funge el rol de tutor del presente trabajo, proporcionó información detallada del proceso, el número de colaboradores y su función, los niveles de materiales que se pierden durante el proceso y demás información que facilita la realización de indagaciones cualitativas y cuantitativas.

3.1.2 Definición de herramientas y su aplicación

Específicamente el área de UHT tiene como herramientas de control los registros de las actividades dentro de la misma. Esto es, recopilación de tiempos de operación, cantidad de leche procesada y unidades producidas, cantidad de material de empaque usado y el desperdicio del mismo, procedimientos de preparación de máquinas y cierre de procesos. Debido a la utilidad de esas herramientas se pudo construir una visión asertiva y detallada del proceso UHT para facilitar el diseño de las mejoras del proceso.

3.1.3 Análisis

El análisis de los datos, cuya finalidad fue identificar las principales causas del despilfarro, se realizó a través herramientas para mejora continua como lo es el diagrama de flujo, mapeo de proceso, histograma y diagrama de causa y efecto. Como complemento, se llevó a cabo un análisis en conjunto del proceso, entre quien desarrolla el trabajo, el tutor y los jefes de operaciones para determinar en qué área de la línea de producción debe enfocarse la tarea de mejora.

3.1.4 Conclusiones del diagnóstico

Este apartado de la metodología y de acuerdo con los problemas identificados y el análisis de los resultados se exponen los hallazgos, que posteriormente generan las oportunidades de mejora. Los resultados proporcionaron una visión de la tendencia y el control del proceso con el paso del tiempo, permitiendo entender la magnitud del problema en la línea de producción. Además se espera problema relacionar las contribuciones relativas de los hallazgos al costo de producción.

3.2 Resultados del diagnóstico

3.2.1 Descripción del proceso productivo

El proceso productivo para la producción de leche líquida UHT implica una serie de etapas y controles estrictos para garantizar la seguridad y la calidad del producto final. Para identificar cada uno de los procesos que intervienen en la línea de producción se empleó principalmente la observación en acompañamiento del jefe de área, al tiempo que se tomaba nota de las observaciones hechas por él. Aquí se describe en detalle el proceso de manufactura actual desde la recepción de la materia prima hasta la salida del producto final. A continuación, una descripción detallada de las principales etapas que componen el proceso:

3.2.1.1 Recepción de la leche. La leche cruda que se recibe se somete a un control de calidad. Empezando por una evaluación organoléptica, es decir, verificar su color, olor, sabor o frescura y temperatura; además, se aplican pruebas fisicoquímicas, donde se avalúan parámetros como el nivel de acidez de la leche, el nivel de antibióticos, residuales de alcohol, entre otros.

3.2.1.2 Filtración. La leche cruda se filtra para eliminar impurezas y partículas sólidas indeseables durante el bombeo de la leche desde los compartimientos de los carrotanques hacia los silos. Esto se logra mediante el uso de filtros de placa de malla fina.

3.2.1.3 Enfriamiento. Se reduce la temperatura de la leche usando intercambiador de temperatura de placas hasta los 2-4 grados Celsius y se realiza control de calidad cada 3 horas cuando sea necesario.

3.2.1.4 Almacenamiento. Cumpliendo con los parámetros de calidad la leche se almacena en silo. La empresa cuenta con dos silos de almacenamiento con capacidades de 30.000 y 20.000 litros. Esta etapa de la cadena productiva se considera un punto crítico del proceso. Se utiliza el tripolifosfato para asegurar la estabilidad de leche antes de pasar al proceso de estandarización.

3.2.1.5 Estandarización. En esta etapa, se ajusta la composición de la leche según los requerimientos establecidos. Se puede modificar el contenido de grasa mediante la remoción de grasa, o la adición de crema en los casos que así se requiera, y se ajusta sólidos no grasos.

3.2.1.6 Homogeneización. Proceso que tiene como objetivo romper las partículas de grasa en tamaños más pequeños y distribuir las uniformemente en toda la leche. Evitando la separación de la grasa y mejora la textura (aumenta estabilidad)

3.2.1.7 Pasteurización. Este proceso elimina microorganismos y enzimas dañinas. La leche se calienta a una temperatura de 70 grados Celsius y se mantiene durante unos segundos.

Luego, se enfría rápidamente a una temperatura inferior a 10 grados Celsius para evitar la proliferación de bacterias.

3.2.1.8 UHT. En esta etapa, la leche pasteurizada se somete a un tratamiento térmico a una temperatura muy alta, 140 grados Celsius, durante un período de tiempo corto, normalmente de 2 a 4 segundos. La temperatura elevada mata todos los microorganismos presentes en la leche y aumenta significativamente su vida útil sin la necesidad de refrigeración. El caudal y la temperatura son dos parámetros críticos para lograr un correcto proceso UHT. Controles estrictos cada hora. Esta etapa es un punto crítico.

3.2.1.9 Enfriamiento y envasado. Luego, la leche se enfría rápidamente a una temperatura cerca de los 25 grados Celsius y se bombea a sistemas de envasado aséptico. Durante el envasado, se mantienen condiciones estériles para evitar la contaminación de la leche por microorganismos externos; para este fin el área de empaque mantiene una atmósfera rica en peróxido de hidrógeno, la esterilidad del sistema de llenado y de los empaques se logra con peróxido de hidrógeno (H₂O₂) al 35%. Se envasa leche entera larga vida en presentaciones de 400, 900 y 1100 ml; adicional, se envasa leche deslactosada larga vida en única presentación de 900 ml. No se envasa presentación de 1000 ml. En el área de envasado UHT hacen presencia dos operarios, uno en formación y otro experto, y una persona del área de calidad. Al iniciar el envasado, los operarios ajustan el rollo de empaque de polietileno de la presentación que se va a envasar en la máquina de llenado. El rollo de empaque transita a través de una serie de rodillos que lo conducen a una inmersión en una solución concentrada de H₂O₂, con el objetivo de esterilizar la superficie de la película. Posteriormente, el empaque pasan por un sistema de eliminación de residuos de H₂O₂. En el siguiente paso, el paquete se envuelve en el collarín plegador, cuya función es doblar la película en forma de manga alrededor del tubo de dosificación que conduce al compartimiento de sellado,

creando así la forma de la bolsa de empaque. La máquina cuenta con unas fotoceldas que hacen lecturas de marcas puestas en el empaque que aseguran que los bordes tubular de película recubran de una manera pareja el tubo dosificador y que se haga el selle vertical de cada unidad en la posición correcta. En la recámara de sellado, primero se encuentra un sellado vertical que sella la zona lateral izquierda del empaque y, luego, se encuentra una banda para el sellado horizontal que se desplaza hacia abajo junto con la bolsa mientras sella la parte inferior de esta. Luego, se activa la válvula que permite el llenado de la bolsa y la barra horizontal se desplaza nuevamente hacia arriba para sellar la parte superior del empaque, al mismo tiempo que sella la parte inferior de la bolsa siguiente. Saliendo de la recámara de sellado realiza el corte y las unidades de producto se transportan a la zona de almacenamiento y distribución.

3.2.1.10 Almacenamiento y distribución. Envasada la leche se transporta a través de una cinta de transporte y se almacena y se cumple con un periodo de cuarentena con la finalidad garantizar que se hayan cumplido con los estándares de calidad y también sirve como punto de referencia ante cualquier requerimiento por calidad por parte del cliente final. Se distribuye en función de la demanda.

3.2.2 Definición de herramientas y su aplicación

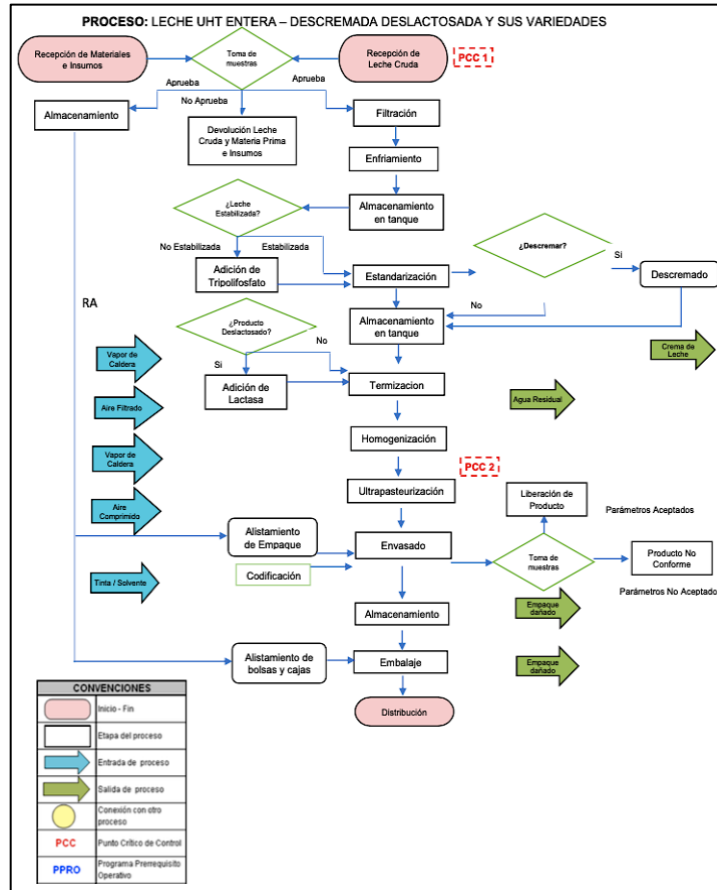
Para el análisis del proceso se utilizaron técnicas como la observación directa, entrevistas con los operarios encargados del área y junto con el diagrama de flujo y mapeo del área de envasado se usaron los formatos de control y registro de las variables y parámetros de la línea de producción, que la empresa usa actualmente. A continuación, se presenta los principales hallazgos:

3.2.2.1 Diagrama de flujo del proceso. Una forma de obtener una imagen clara del proceso UHT es a través del diseño del diagrama de flujo de operaciones que se muestra en la figura 1, donde se relacionan todas las operaciones (procesos), las entradas y salidas, las

conexiones y los puntos crítico dentro del proceso de producción. Además, se puede visualizar la forma en que las actividades se influyen entre sí, proporcionando un estimación de la dinámica entre varias operaciones.

Figura 1

Diagrama de flujo del proceso de producción de leche UHT

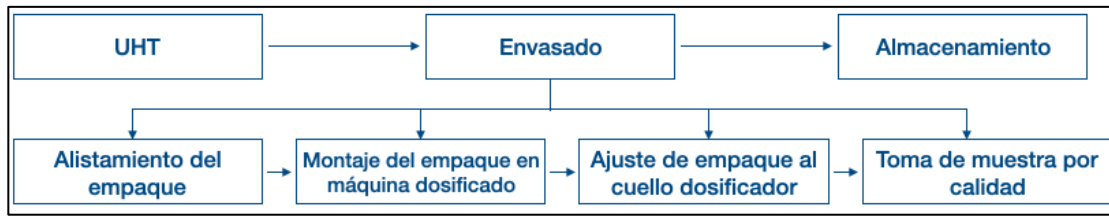


Nota: Fuente: Indunilo S.A.S. El apéndice A contiene una forma más amplia este diagrama.

3.2.2.2 Mapeo de proceso. Por lo general los diagrama de flujo omiten detalles y actividades que están ocurriendo en el proceso. A raíz de ello, la finalidad del mapeo del proceso UHT es hacer un diagrama de flujo más detallado y apegado a la realidad, en donde se especifiquen las actividades que en realidad se realizan en el proceso (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013).

Figura 2

Mapeo del proceso de envasado de leche líquida UHT



Una ventaja de esta herramienta es que permite identificar las actividades que están directamente relacionadas con el despilfarro de materia prima y material de empaque. La figura 2 representa el mapeo del proceso de envasado y, describe las actividades asociadas al envasado de la leche líquida UHT; cada una de estos subprocesos contribuyen en sus proporciones a la eficiencia del proceso, además de generar un desperdicio inherente las características de las actividades.

Alistamiento de empaque: Se tiene inventario de empaque de acuerdo con la presentación del producto, en términos de volumen, así, se tiene empaque en presentación de 400, 900, 1000 y 1100 ml con una masa unitaria propia (tabla 3). El empaque se almacena por lotes y sigue un sistema FIFO para su utilización para envasado.

Tabla 3

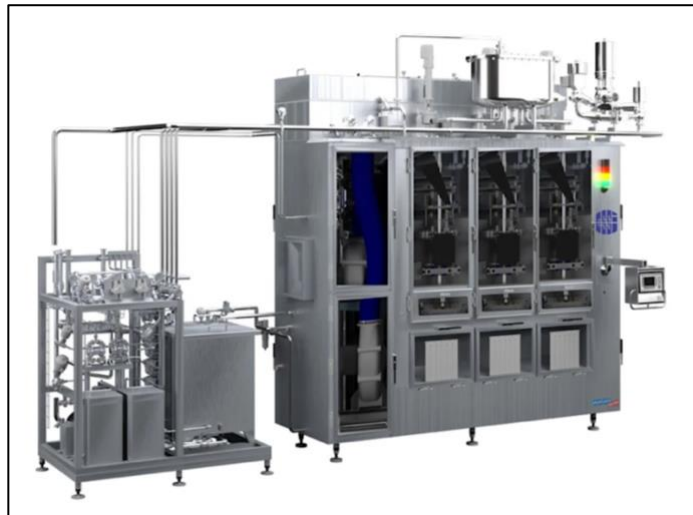
Masa unitaria de empaque por presentación

Presentación (ml)	Masa (g)
400	3,37
900	5,9
1000	6,26
1100	6,67

Montaje del empaque en máquina dosificadora: un operario es el responsable de hacer el montaje de los rollos de empaque de acuerdo al plan de producción. El envase de la leche se realiza en una máquina envasadora aséptica ESSIA3 (figura 3) que permite realizar el montaje en paralelo para tres líneas de envasado para cualquiera de las presentaciones del producto.

Figura 3

Envasadora aséptica ESSIA3



Nota: Tomado de la página web de ESSI.

En esta parte del proceso se considera crítico el *ajuste del empaque al cuello dosificador* porque se puede generar alto despilfarro de material si no se cuenta con el destreza humana necesaria para llevar a cabo la actividad.

Calidad: dentro del plan de aseguramiento de la calidad en cada proceso de envasado se retiene un número de unidades de producto terminado para someterse a un análisis de calidad cuya finalidad es dar seguimiento a la concentración residual de peróxido de hidrógeno; el número de unidades varía de acuerdo a la presentación y está definido por los estándares establecidos para el proceso (tabla 4).

Tabla 4*Cantidad de unidades retenidas por efectos de calidad*

Presentación (ml)	Número de unidades retenidas
400	50
900	25
1100	25

Una vez completada la caracterización exhaustiva del proceso, se procedió a un análisis en profundidad. En este análisis, se examinó detalladamente las áreas dentro del proceso en cuestión. A continuación se describe los hallazgos del diagnóstico y la relación de los aspectos relevantes con la problemática descrita anteriormente.

3.2.3 Análisis de las causas de los despilfarros

En primer lugar, se identificó las principales causas que contribuyen directamente al despilfarro de material de empaque de leche líquida UHT. De acuerdo al concepto del personal a cargo y a las observaciones durante el proceso activo, las tres principales causas de generación de despilfarro son: *despilfarro por arrastre en el cabezal de la máquina*, *despilfarro por efecto de calidad* y *despilfarro por devoluciones*. También la *experticia* de la mano de obra es una causa importante de pérdida, de la cual no se tiene registro cuantitativo pero contribuye de forma sustancial a la generación de despilfarro.

En cuanto a la pérdida generada por arrastre en el cabezal (también referido como ajuste en el cuello de envasado), vale la pena resaltar que en este punto pueden converger dos tipos de errores causantes de pérdidas: aquel relacionado con la máquina y otro relacionado con la experticia del operario. De esta manera, el despilfarro por esta causa se convierte en una medida directa de la capacidad del operario.

Así, se recopilaron datos durante el periodo febrero-mayo de 2023 mediante observación directa del proceso activo. El formato utilizado para el control del proceso UHT relaciona y registra la cantidad de leche a procesar (apéndice B), número de lote, tipo de producto (leche entera o deslactosada en sus diferentes presentaciones), la cantidad de material de empaque alistado y su respectivo lote y el desperdicio por cada uno de los procesos. Los datos de treinta jornadas de producción se resumen en la tabla 5 y 6. Se cuantificó el desperdicio en términos de unidades de material de empaque desperdiciado o en su defecto la masa en kilogramos del mismo.

Tabla 5

Cantidad (Kg) de pérdida de material de empaque debida al arrastre

Fecha	Total Despilfarro/día (Kg)	Fecha	Total Despilfarro/día (Kg)
1/02/23	8,782	24/03/23	14,046
3/02/23	13,518	28/03/23	2,68
9/02/23	3,804	4/04/23	12,158
10/02/23	6,027	14/04/23	19,76
16/02/23	21,628	20/04/23	2,401
17/02/23	7,356	21/04/23	10,299
18/02/23	2,885	25/04/23	14,964
23/02/23	7,266	27/04/23	8,471
24/02/23	4,714	28/04/23	9,511
2/03/23	11,721	4/05/23	9,133
4/03/23	6,27	5/05/23	3,439
9/03/23	6,654	6/05/23	28,924
10/03/23	4,71	8/05/23	24,188
16/03/23	8,038	12/05/23	9,125
17/03/23	2,984	19/05/23	15,399

Nota. Datos tomados por observación directa con formatos de control de producción de Indunilo.

Tabla 6*Cantidad (kg) de pérdida de material de empaque por efectos de calidad*

Fecha	Total Despilfarro/día (Kg)	Fecha	Total Despilfarro/día (Kg)
1/02/23	0,1475	24/03/23	0,48275
3/02/23	0,48275	28/03/23	0,1475
9/02/23	0,31425	4/04/23	0,33525
10/02/23	0,316	14/04/23	0,48275
16/02/23	0,48275	20/04/23	0,1475
17/02/23	0,1475	21/04/23	0,63025
18/02/23	0,1475	25/04/23	0,48275
23/02/23	0,48275	27/04/23	0,48275
24/02/23	0,1475	28/04/23	0,48275
2/03/23	0,48275	4/05/23	0,316
4/03/23	0,31425	5/05/23	0,1475
9/03/23	0,48275	6/05/23	0,1685
10/03/23	0,295	8/05/23	0,31425
16/03/23	0,48275	12/05/23	0,48275
17/03/23	0,1475	19/05/23	0,48275

Nota. Datos tomados por observación directa con formatos de control de producción de Indunilo.

Adicionalmente, se obtuvieron los datos que relacionan la cantidad de despilfarro de material de empaque asociado a las devoluciones de producto final (tabla 7); para tal efecto y en virtud de facilitar el análisis se toma un valor (en kilogramos) por mes.

Tabla 7*Cantidad (Kg) de pérdida de material de empaque debida a devoluciones*

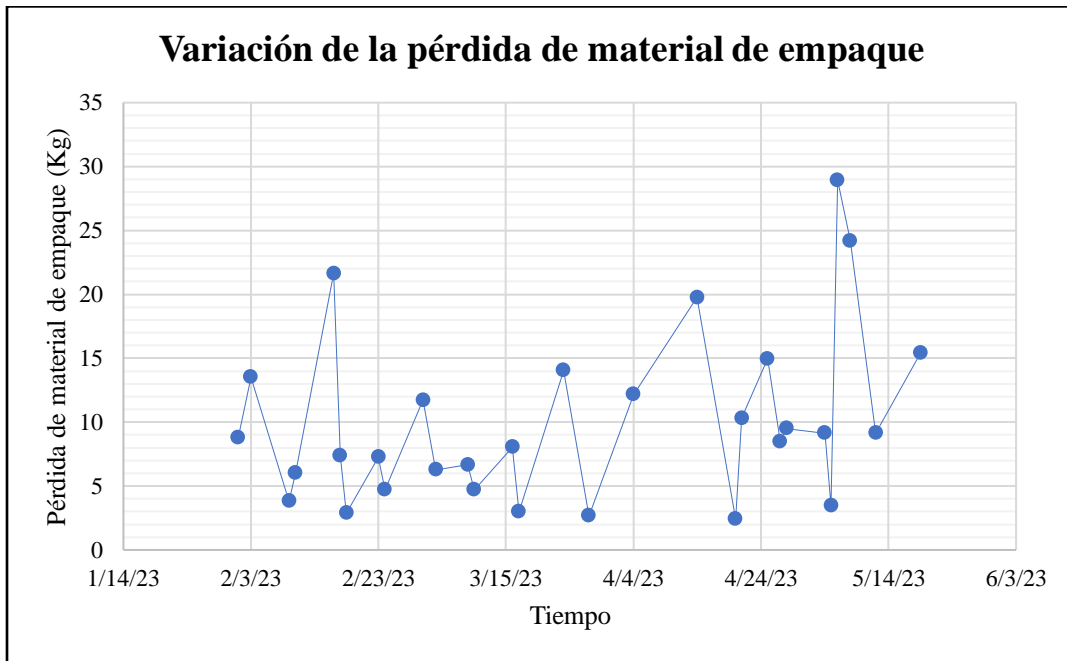
Mes	Total Despilfarro/día (Kg)
<i>Enero</i>	0,55854
<i>Febrero</i>	3,93083
<i>Marzo</i>	6,52785
<i>Abril</i>	10,42427
<i>Mayo</i>	9,57143

Nota. Datos tomados por observación directa con formatos de control de producción de Indunilo.

Existe mucha variabilidad en la cantidad de despilfarro por arrastre (figura 4), con jornadas de producción que arrojan datos atípicos desde los 10,3 Kg y sobrepasando los 28 Kg.

Figura 4

Variación de la cantidad de despilfarro de material por ajuste en el cabezal



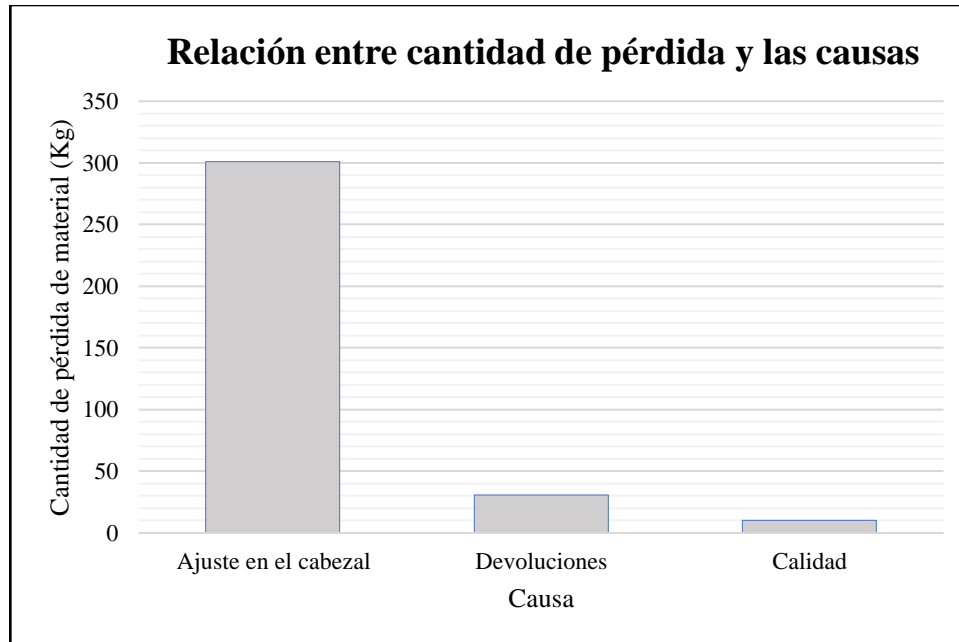
En estos casos los valores atípicos tan altos de despilfarro están influenciados en parte por alteraciones externas y que no se pueden manejar internamente, como lo es, aunque poco frecuente, fallas en suministro de electricidad. Sin embargo la rotación de operarios, algo recurrente en la empresa, propicia deficiencias en los procedimientos operativos estándar que conducen a mayores pérdidas de materia prima y material de empaque.

El análisis de las contribuciones relativas de las causas, ratifica como principal contribución a la generación de desperdicio al que se genera por arrastre de empaque en la máquina de envasado, dando como resultado 300,86 Kg de material defectuoso (figura 5); las otras dos causas principales que generan la mayoría del despilfarro de material de empaque de leche líquida

UHT distan significativamente de las cifras que se generan en la máquina de envasado. Las devoluciones registradas, en su mayoría, son debido al mal manejo y/o maltrato de las unidades de producto en la ruta de distribución, lo que genera 31 Kg de material defectuoso.

Figura 5

Cantidad de pérdida de material según la causa asociada



Los datos sobre la pérdida por arrastre en el cabezal de la máquina sugieren que el 86,7% del desperdicio contiene las clases 1, 2 y 3 (tabla 8). Es decir, el análisis de los datos indican que más del 80% de los procesos tienden a generar despilfarro no menor a 2,401 Kg/día y no mayor a 15,663 Kg/día. Así mismo, cuatro observaciones parecen representar procesos atípicos de generación de despilfarro; sin embargo se hace imperativo controlar este tipo de comportamientos ya que cuatro observaciones, correspondiente al 13,3% de los procesos, aportan 94,5 Kg de empaque deteriorado, es decir, casi una tercera parte del total.

Tabla 8*Distribuciones de frecuencia para los datos de despilfarro por arrastre*

Clase	Intervalo		Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa
1	2,401	6,822	4,611	11	0,367
2	6,822	11,242	9,032	9	0,300
3	11,242	15,663	13,453	6	0,200
4	15,663	20,084	17,873	1	0,033
5	20,084	24,504	22,294	2	0,067
6	24,504	28,925	26,715	1	0,033

La distribución de los datos posee una tendencia sesgada a la izquierda (figura 6). En términos generales, un sesgo en una variable de salida indica el desplazamiento gradual de un proceso debido a desajustes en la línea productiva (Anderson et al., 2008).

Además, puede resaltar procedimientos sesgados o mal logrados en la forma de obtener las mediciones o un desempeño singular del proceso, de manera que se traduce en valores excepcionalmente altos o bajos en un solo extremo de la distribución. Dado que la representación del histograma es asimétrica, es decir, la media, la mediana y la moda no coinciden, los datos no representan una distribución normal. Dado que la representación del histograma es asimétrica, es decir, la media, la mediana y la moda no coinciden, los datos no representan una distribución normal.

Figura 6

Histograma de los datos de despilfarro por ajuste en el cabezal

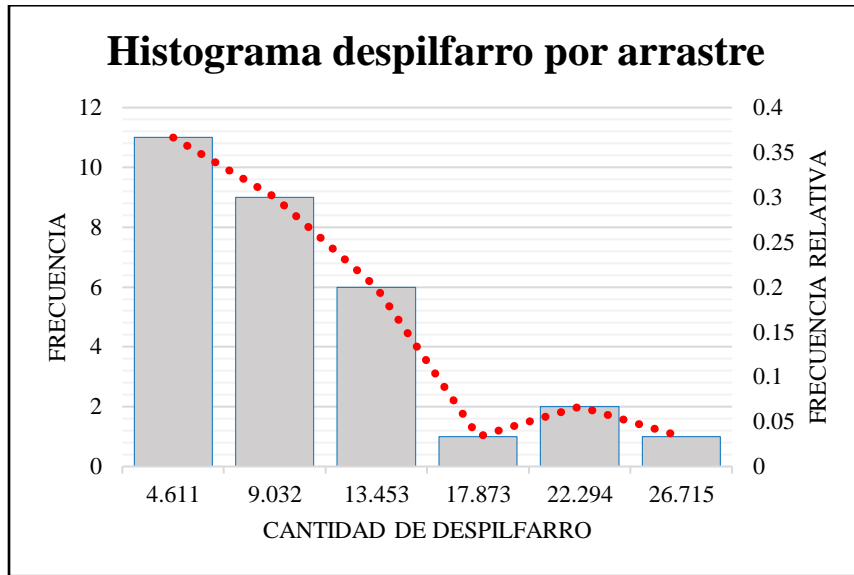
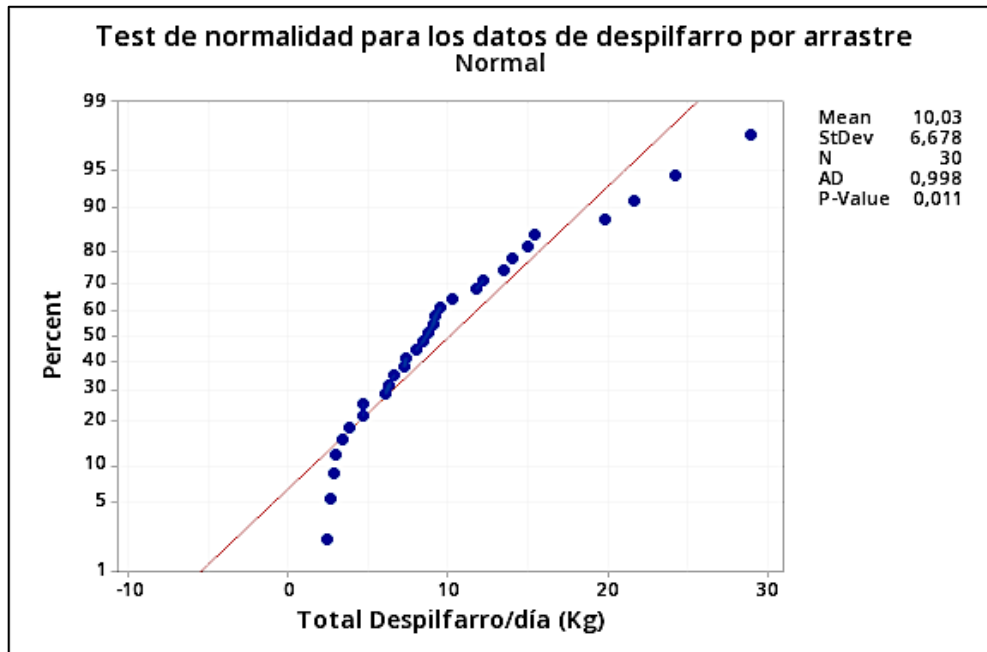


Figura 7

Prueba de normalidad para los datos de despilfarro por ajuste en el cabezal

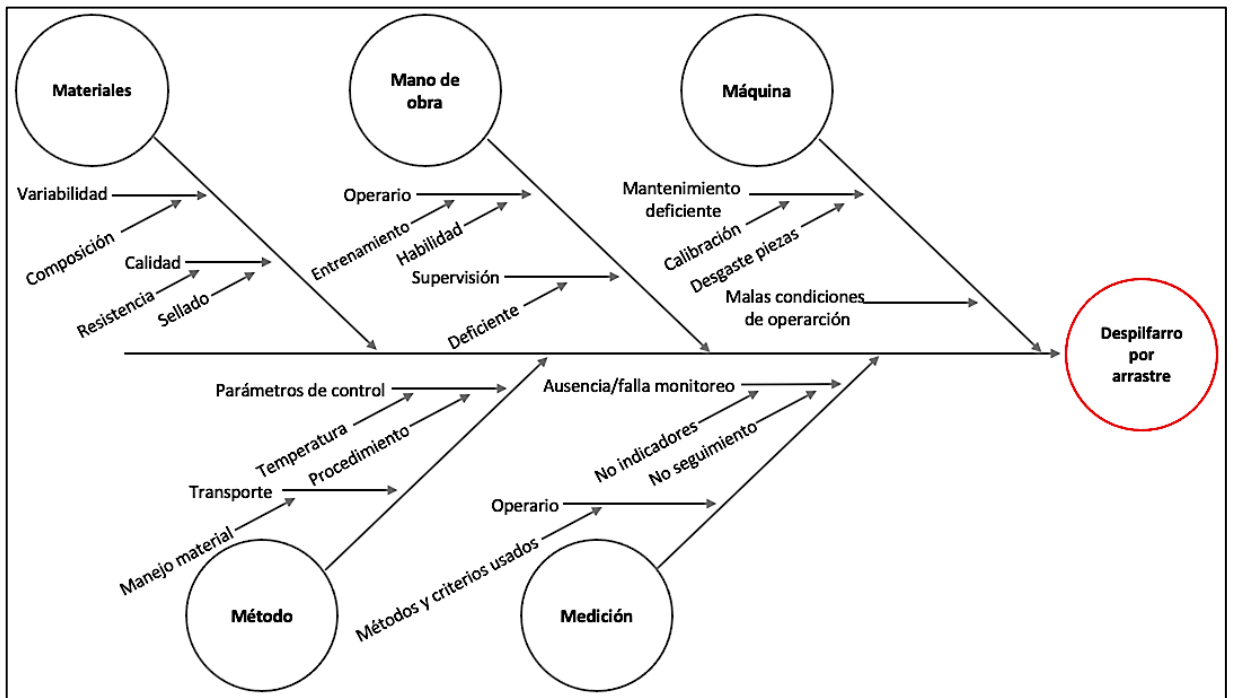


La verificación de normalidad indica que los datos no tienen un comportamiento de distribución normal, debido a los datos extremos (colas) que distan de la media de forma significativa y genera un p-value menor a 0,05 (alfa) dentro de un nivel de confianza del 95%. Como se aprecia en la figura 7, es claro que los puntos no se ajustan a una línea recta; por lo tanto, la gráfica de probabilidad estaría indicando que los datos no siguen una distribución normal.

El diagrama causa-efecto de la figura 8, permitió visualizar cada una de las posibles causas que generan la pérdida de material de empaque y de materia prima. La observación sugiere que el problema se debe, principalmente, al mal uso de los métodos de medición y monitoreo.

Figura 8

Diagrama causa-efecto para el problema de pérdida de empaque en la máquina envasadora



Como resultado del trabajo de campo, se pudo observar que los materiales usados presentan total homogeneidad respecto a su composición y se pudo verificar la idoneidad de los mismos al ser sometidos a la inspección de sellado y resistencia; además se evidenció el correcto manejo del material y el transporte del mismo para ser usado en la máquina envasadora.

En lo concerniente a la máquina se encontró todos los registros de mantenimiento y procedimientos de puesta a punto para asegurar su correcto funcionamiento. Sin embargo, dentro de los hallazgos se tienen registros (aunque no cuantificados) de tres causas de despilfarro inherentes a la máquina: *mal pliegue de la bolsa de empaque, mal sellado vertical y horizontal de la bolsa y mala rotulación de la fecha de vencimiento del producto*. De manera que, el análisis de todos los factores sugieren que el despilfarro de material de empaque y materia prima puede estar asociado a los métodos y las formas de operación de la máquina que el personal ejecuta en el proceso de envasado, y en concordancia con la ausencia de indicadores de desempeño y el deficiente monitoreo del proceso se incurre en gastos por pérdidas.

Como resultado, aparte de generar demoras en la línea de producción que podrían ser evitadas, y considerando un costo de \$23.443 por cada kilogramo de material de empaque, la empresa está incurriendo en un gasto de \$7.052.944 causados por los 300,86 Kg de despilfarro que se genera sólo en el área de envasado durante las 30 jordanas de producción que se analizaron. Cifra que llega a los \$8.025.182 si se tiene en cuenta pérdida por calidad y devoluciones. Lo que se traduce en un detrimento de \$267.506 por cada jornada de producción. No obstante, el jefe del proceso considera que el volumen de producción amortigua las pérdidas por despilfarro, aunque, no le resta importancia y preocupación al alto nivel de pérdida de material de empaque y materia prima. Dado el tipo de causa encontrada, la dificultad en el área de envasado es totalmente controlable y se puede prevenir con la puesta en marcha de esfuerzos de mejora y medidas correctivas específicas que llevaría a resolver el problema.

3.2.4 Conclusiones del diagnóstico

En conclusión, los principales problemas identificados están asociados, primero, al desempeño operativo del personal. Segundo, las ineficiencias en la máquina de envasado, como mal pliegue de la bolsa de empaque, mal sellado, y mala rotulación de la fecha de vencimiento del producto. Por último, y no menos importante, la falta de indicadores de desempeño y un monitoreo deficiente que no permite la detección temprana de pérdidas y la gestión eficiente de los recursos.

4. Plan de mejoramiento

En un esfuerzo por mejorar la eficiencia operativa surgió la necesidad de tratar las pérdidas de material de empaque y materia prima en el proceso de producción de leche líquida UHT. Este plan de mejora tuvo el propósito de reducir sustancialmente estas pérdidas, logrando un avance en el uso y manejo de recursos y refinar la calidad del capital humano. A través de una implementación estratégica y colaborativa de una serie de propuestas se fortaleció el uso responsable de los recursos y se gestionó la reducción de las pérdidas económicas inherentes a los problemas identificados. En mutuo acuerdo con la dirección de la empresa se establecieron las siguientes actividades, las cuales una vez aplicadas contribuyeron a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas del proceso:

- Análisis del estado y de la variación dentro del proceso
- Planteamiento de propuestas de acción para corrección y prevención
- Evaluación de mejoras a través de indicadores de control

Para tal fin se recurrió a herramientas que hacen parte de la metodología AMEF y los cinco ¿por qué? (sintetizadas en el diagrama de Ishikawa), que permitieron determinar la causa básica del problema. El análisis de la variación dentro del proceso permitió dimensionar la magnitud del problema y facilitó identificar el origen del mismo; mediante el análisis de los resultados del

diagnóstico y, a través de reuniones con la dirección del proceso, se presentó una serie de propuestas de mejora; además, el seguimiento mediante indicadores permitió medir y analizar el impacto de los cambios implementadas, y especialmente se analizó el progreso operacional de los colaboradores de área. En la tabla 9 se presentan el esquema del plan de mejoramiento.

Tabla 9*Estructura del plan de mejoramiento*

Actividad	Recursos	Duración	Responsable
Análisis del estado y de la variación del proceso	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo del jefe de calidad y supervisor - Tiempo del autor del proyecto - Hallazgos de producción 	8-12 semanas	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de calidad - Supervisor - Autor del proyecto
Formulación de las acciones de mejora	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo del supervisor y operario líder - Tiempo del autor del proyecto - Hallazgos y registros de producción 	4 semanas	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisor - Operario líder - Autor del proyecto
Acciones de mejora para los indicadores de control	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo del supervisor y autor del proyecto - Registro de producción - Formatos de seguimiento 	3 semanas	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisor - Operario líder - Autor del proyecto

5. Formulación de propuestas de mejora

Tras analizar minuciosamente los procesos involucrados en la línea de producción de leche larga vida, se identificaron fallos que resultan en costos excesivos para el proceso productivo. En respuesta, se diseñó un plan de acción y mejora para abordar estos problemas. En común acuerdo con la dirección de la empresa, reconociendo la necesidad de control, la primera fase se centró en abordar los inconvenientes en el área de envasado. En concordancia, se planteó una opción de mejoramiento enfocada a disponer de por lo menos un colaborador altamente capacitado; se planteó la posibilidad de que sea un operario suministrado por la compañía que ensambló la máquina envasadora o una contratación temporal o permanente. Complementariamente, y como resultado de reuniones con el jefe y supervisor de área, se planteó una ruta de mejoramiento que permitió examinar el conocimiento técnico y formación del personal del área UHT; se estipuló que la formación sea impartida por el colaborador experto y sea un acuerdo dentro del contrato laboral. Por último, se hizo necesario mejorar el sistema de indicadores de gestión existentes y refinar la forma en que los resultados de los mismos impacta en la productividad de los operarios.

5.1 Propuestas de mejoramiento

5.1.1 Problemática encontrada: Deficiencia operacional de los trabajadores

En conformidad con lo expuesto en el diagnóstico realizado, donde se expuso que el desempeño del personal operativo es una de las principales causas asociadas a los altos niveles de despilfarro de material de empaque e induce variabilidad en el proceso de envasado, hace que sea necesario implementar una fase inicial donde se pueda mitigar o corregir las causas asociadas a la capacidad operativa.

5.1.1.1 Propuesta de mejora 1. Integrar personal experto en el proceso productivo. El objetivo de esta acción de mejora fue vincular, sea temporal o permanentemente, un operario con

las habilidades, conocimientos y desempeño que asegure la correcta ejecución del proceso, logrando una mayor efectividad en el proceso de envasado.

5.1.1.2 Actividades para la implementación. Las actividades de que se ejecutaron para desarrollar las mejora se resumen en la tabla 10 fueron las siguientes:

- En primer lugar, se identificaron las dificultades de procedimiento en los operarios mediante evaluaciones de campo y análisis de los resultados.
- Con el objetivo de vincular una persona capacitada y con experiencia, se realizó una búsqueda específica enfocada en las habilidades y conocimientos necesarios para el desempeño óptimo en el área de envasado.
- Luego, se gestionó la vinculación del personal experto en el proceso.

Tabla 10

Estructura propuesta de mejora 1

Actividad	Recursos	Duración	Responsable
Identificación de dificultades de operación	- Tiempo de jefe de calidad, supervisor de área y autor del proyecto - Registros de producción	2 semanas	- Jefe de calidad - Supervisor del proyecto
Ponderación de habilidades y conocimientos	- Tiempo de jefe de calidad, supervisor de área - Registro de desempeño	1 semana	- Jefe de calidad - Supervisor
Vinculación	- Tiempo recursos humanos	2 semanas	- Jefe de calidad - Jefe recursos humanos

5.1.2 Problemática encontrada: Déficit en el conocimiento técnico y capacidad operativa

Como se relacionó en el diagrama causa-efecto, la falta de entrenamiento y conocimiento de guías detalladas y estructuradas que describan los procesos y operaciones relacionados con la maquinaria y los procedimientos del área de envasado afecta la consistencia, calidad y eficiencia

de las operaciones de envasado, ya que el personal carece de instrucciones claras para llevar a cabo las tareas de manera uniforme y eficaz.

5.1.2.1 Propuesta de mejora 2. Desarrollo de la formación y conocimiento técnico. El objetivo del plan es fortalecer las capacidades técnicas y profesionales del equipo de envasado de leche UHT para mejorar la calidad, eficiencia y seguridad en el proceso de envasado, y fomentar un ambiente de desarrollo y crecimiento dentro del equipo.

5.1.2.2 Actividades para la implementación. En la tabla 11 se describe las actividades a ejecutar y se explican como sigue:

- Se acordó capacitación al personal por parte del operario experto contratado, que permita generar las habilidades mínimas requeridas para ejecutar los procesos
- Se elaboró y/o se hizo uso de una matriz de polivalencia para cada proceso donde se visualiza la evolución técnica operacional de los trabajadores
- Se estableció crear oportunidades para el desarrollo profesional de los empleados, con el objetivo de aumentar su autoconfianza, satisfacción en el trabajo y sentido de pertenencia.

Tabla 11

Estructura propuesta de mejora 2

Actividad	Recursos	Duración	Responsable
Capacitación del personal operativo	- Tiempo supervisor de área y experto - Manuales de procedimientos	6-8 semanas	- Supervisor - Personal experto
Creación de matriz de polivalencia	- Tiempo de jefe de calidad y autor de proyecto - Registro de desempeño y producción	6-8 semanas	- Jefe de calidad - Supervisor - Autor proyecto
Desarrollo laboral	- Tiempo recursos humanos - Recursos económicos para patrocinar formación	NA	- Jefe recursos humanos

5.1.3 Problemática encontrada: Deficiencia de indicadores de gestión

Ante la deficiente visibilidad de indicadores de desempeño para los operarios y un monitoreo deficiente de los mismos, no es posible la detección temprana de pérdidas y la gestión eficiente de los recursos. Lo anterior dificulta la toma de decisiones asertivas y la gestión eficiente de los recursos.

5.1.3.1 Propuesta de mejora 3. Complementar el sistema de indicadores de gestión existente. El objetivo principal del plan de mejora es fortalecer la capacidad de la organización para medir, evaluar y mejorar su desempeño de manera continua y efectiva, lo que se traducirá en una operación más eficiente, una mayor calidad y una toma de decisiones más informada.

5.1.3.2 Plan de implementación. En la tabla 12 se detallan las acciones ejecutadas y se describen a continuación:

- Se inició con una revisión literaria sobre la creación de indicadores de gestión y expuso con la dirección para discutir cómo implementarlos.
- Después se revisó los formatos utilizados para el control y seguimiento de procesos.
- Por último, utilizando los datos recopilados de las actividades previas, se ejecutó la formulación del sistema de indicadores de gestión.

Tabla 12

Estructura propuesta de mejora 3

Actividad	Recursos	Duración	Responsable
Revisión literaria	- Tiempo autor del proyecto	2 semanas	- Autor del proyecto
Revisión documental	- Tiempo de supervisor de área y autor proyecto - Documentos de registro	1 semana	- Supervisor - Autor proyecto
Ejecución	- Tiempo de supervisor de área y autor proyecto	6-8 semanas	- Autor proyecto

5.1.4 Problemática encontrada: falta de caracterización de las fallas potenciales del proceso

Frente a la ausencia de una metodología que permita identificar las fallas potenciales del proceso, es decir, el efecto que provocan, el análisis de frecuencia y las formas de detección, se incurre en situaciones tardías en las que no se visualizan de forma anticipada las fallas que vulneran más la calidad del producto y/o la estabilidad del proceso.

5.1.4.1 Propuesta de mejora 4. Implementar AMEF de proceso. El objetivo de implementar un AMEF en procesos es reducir los riesgos, mejorar la calidad, aumentar la eficiencia del proceso, al anticipar y abordar los posibles problemas en el proceso. Esta metodología permite mitigar riesgos anticipándolos y, también reducir la variabilidad dentro del proceso de envasado, lo que a su vez conduce a una mejora en la calidad del producto.

5.1.4.2 Plan de implementación. Las acciones ejecutadas se exponen en la tabla 13 y se describen a continuación:

- Se creó un formato AMEF basados en el análisis del diagnóstico, en el que se revisa las actividades críticas dentro del proceso.
- Se identificó las posibles maneras en que podrían ocurrir fallas en el proceso.
- Se estableció el efecto y la gravedad para cada una de las potenciales fallas.

Tabla 13

Estructura propuesta de mejora 4

Actividad	Recursos	Duración	Responsable
Creación de AMEF procesos	- Tiempo autor del proyecto y supervisor de área	3 semanas	- Autor del proyecto y supervisor
Identificación fallas	- Tiempo de supervisor de área y autor proyecto - Documentos de registro	3 semanas	- Autor proyecto
Análisis AMEF	- Tiempo de supervisor de área y autor proyecto	2 semanas	- Autor proyecto y supervisor

6. Implementación de las propuestas de mejoramiento

En este apartado se dará a conocer el desarrollo de los planes de mejora implementados en Indunilo S.A.S. Se expone las actividades llevadas a cabo y el orden de las mismas; además, se relacionan la documentación y las estrategias que se usaron para el cumplimiento de los objetivos de mejora.

6.1 Propuesta de mejora 1. Integrar personal experto en el proceso productivo

La organización vinculó un operario experto en el mes de mayo de 2023 y desde su llegada se renovó la forma de trabajo en las jornadas de producción. Como una medición del nivel de acierto de la propuesta de mejoramiento se evaluaron los resultados de las jornadas de producción posteriores al inicio de ejecución del mismo; los resultados se muestran a continuación.

6.1.1 Reducción de la variabilidad de la cantidad de la pérdida de material.

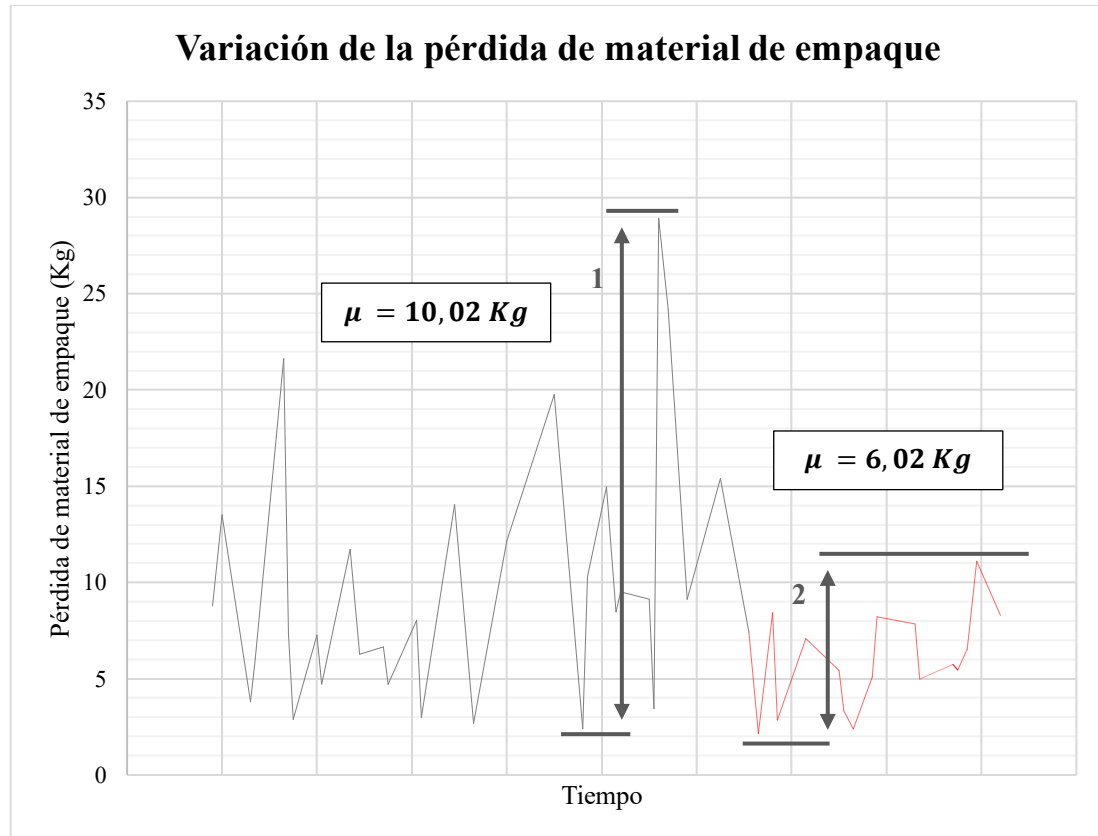
Durante el diagnóstico se observó que la capacidad del operario influye en la variabilidad del proceso productivo al afectar la consistencia, precisión y eficiencia en la realización de tareas. En virtud de generar un proceso más estable y eficiente, lo que se traduce en beneficios tangibles para la organización, la dirección adquirió los servicios de un operario experto; el diagnóstico del presente trabajo se hizo durante la estancia de un operario que ya no se encuentra en la organización y los resultados son, por mucho, diferentes a los obtenidos posterior a su salida. En su lugar la persona experta además de dirigir las jornadas de producción, ha capacitado a uno de los cuatro colaboradores de área durante los últimos tres meses y medio.

Los resultados después de la vinculación del experto, sugieren que la variación de la cantidad de pérdida de material ha disminuido en las últimas diecisiete jornadas de producción, después del realizado el diagnóstico. En la figura 9 se contrasta la amplitud más significativa de la producción durante el diagnóstico frente a los resultados después que se ejecutó la propuesta de

mejora (rojo). La evidencia muestra que los valores extremos y atípicos no se dieron durante las jornadas de implementación de la propuesta, es decir, entre el 25 de mayo y el 17 julio, y se redujo la media de despilfarro de 10,02 Kg hasta 6,02 Kg.

Figura 9

Variación de la cantidad de despilfarro de material por ajuste en el cabezal

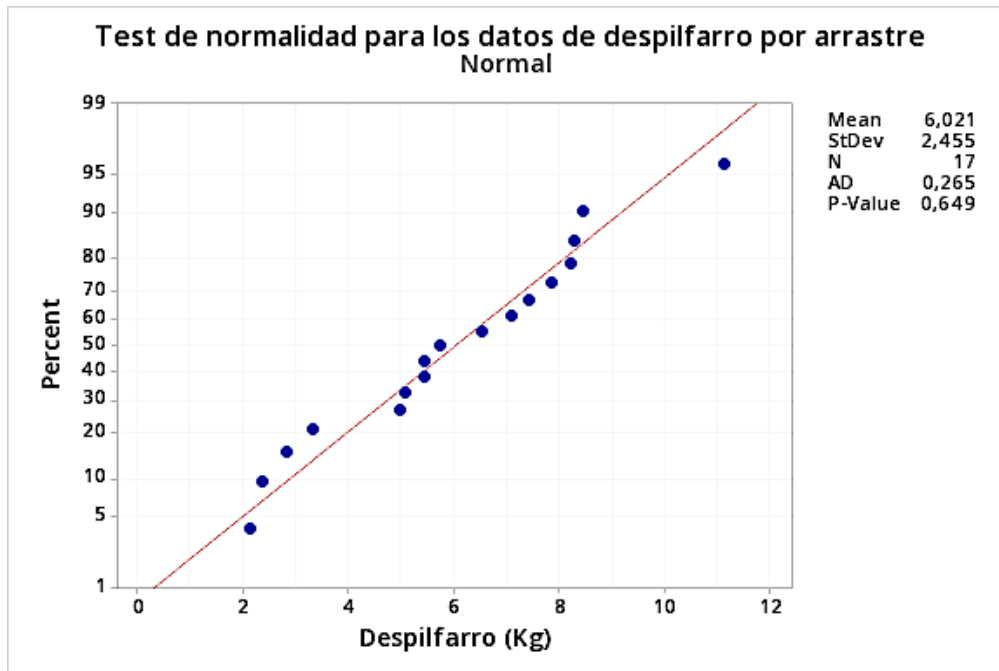


Otra razón por la cual los resultados muestran un mejoramiento en la eficiencia, además de la reducción los recursos para producir, reside la prueba de normalidad para los datos de las jornadas durante 7 semanas después del diagnóstico. La verificación de normalidad indica que los datos durante el periodo de ejecución del plan se aproximan a una distribución normal, debido a que los datos no distan significativamente de la media (figura 10) y además el valor p es mayor que el nivel de significancia de 0,05. Como se aprecia en la gráfica, es claro que los puntos tienden

a ajustarse a una línea recta; por lo tanto, la gráfica de probabilidad estaría indicando que los datos siguen una distribución normal.

Figura 10

Prueba de normalidad



Aunque la reducción de la variabilidad y de la media de despilfarro es positivo para el proceso, y luego de diez jornadas de producción adicionales (6 semanas de producción), estadísticamente el proceso de envasado carece de control (figura 11, 12 y 13) y en general se hace complejo hacer proyecciones sobre el comportamiento de los resultados. Sin embargo, es importante resaltar que en los resultados de las últimas diecisiete jornadas de producción siguen una tendencia más regular y consistente, lo que indica que el desempeño del personal operativo ha mejorado.

Figura 11

Carta de control estadístico para la presentación de 400 ml

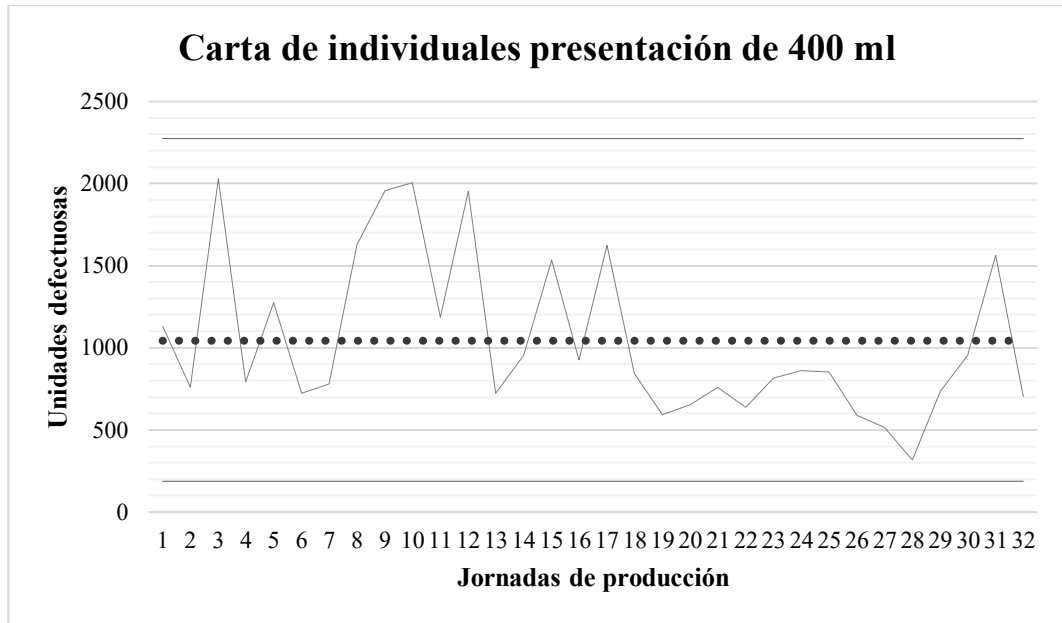


Figura 12

Carta de control estadístico para la presentación de 900 ml

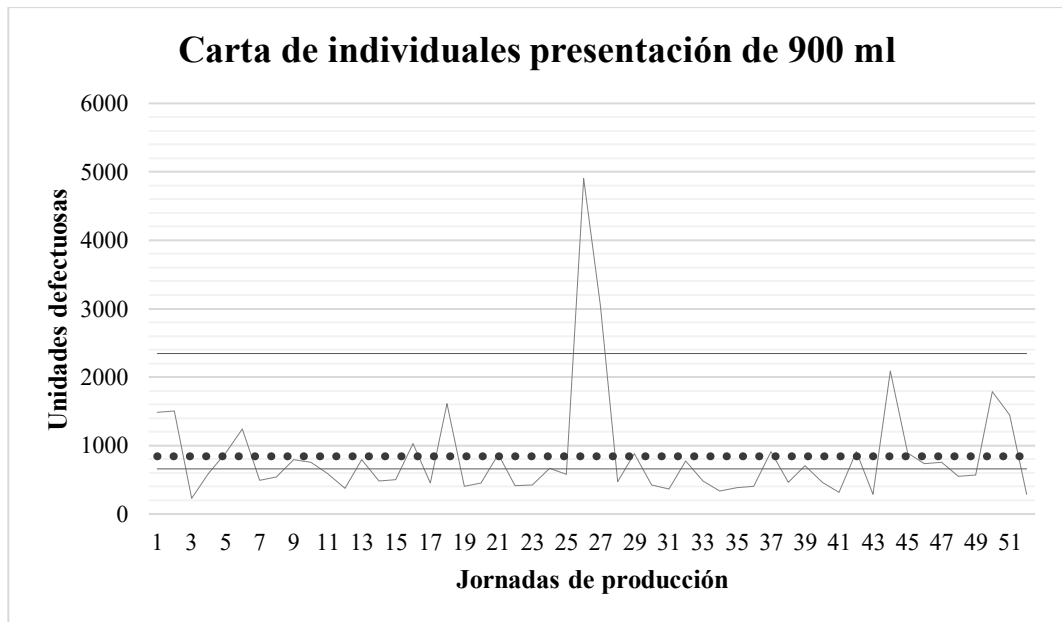
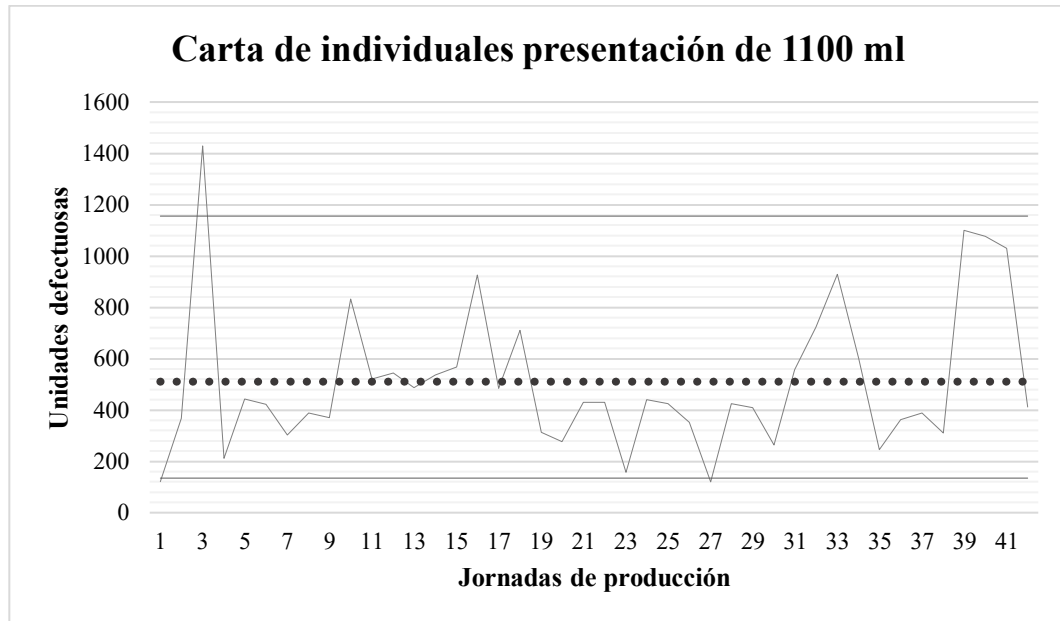


Figura 13

Carta de control estadístico para la presentación de 1100 ml



Además de se observa que no hay ningún punto (resultado) fuera de los límites de control en la carta de control para la presentación de 400 ml, lo que sugiere que el proceso está en control estadístico en cuanto a variabilidad; no obstante los resultados de las últimas diez corridas de producción volvieron a mostrar una alta variación. Por otro lado, en las cartas de control para las presentaciones de 900 y 1100 ml se evidencian puntos por fuera de los límites de control que ponen de manifiesto que el proceso de envasado no está bajo control estadístico. Lo anterior, aunado a otras imprecisiones, se traduce a un deterioro importante de la eficiencia del proceso y que resulta en grandes pérdidas de leche y material de empaque.

Otro resultado positivo de la implementación del plan de mejoramiento se observa en la distribución de frecuencias, donde los datos indican que el 65% (clase 1, 2) de los procesos tienden

a generar despilfarro entre 2,152 y 8,845 Kg/día (tabla 14). Comparado con los resultados del diagnóstico se logró reducir en límite inferior y superior en 0,249 y 2,397 Kg, respectivamente.

Tabla 14

Distribuciones de frecuencia para los datos de despilfarro por arrastre

Clase	Intervalo		Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa
1	2,152	5,499	3,825	17	0,298
2	5,499	8,845	7,172	20	0,351
3	8,845	12,192	10,519	8	0,140
4	12,192	15,539	13,865	5	0,088
5	15,539	18,885	17,212	3	0,053
6	18,885	22,232	20,558	2	0,035
7	22,232	25,578	23,905	1	0,018
8	25,578	28,925	27,252	1	0,018

6.2 Propuesta de mejora 2. Desarrollo de la formación y conocimiento técnico

Después de las observaciones y las reuniones periódicas con el jefe de calidad y el supervisor del área se confirmó la necesidad de fomentar el crecimiento del conocimiento técnico sobre las máquinas y sus componentes. En busca de dar pronta solución a situaciones de averías con suspensión de producción, en las cuales el tiempo de solución ha sido elevado porque los operarios del área desconocen y/o no manejan los términos técnicos correctos de las piezas, procedimiento y en algunas veces del mismo proceso en sí, se creó una matriz de polivalencia (tabla 15 y 16) en donde se relaciona la capacidad técnica de los operarios.

En busca de tener un concepto lo más objetivo posible de la capacidad de los operadores y el nivel de acoplamiento al proceso, la construcción de la matriz se hizo mediante entrevistas con cada uno de los operarios y bajo la supervisión del jefe de calidad y parcialmente con el área de recursos humanos; en este contexto, las formas de calificar y clasificar la habilidad de los colaboradores fueron mediante la autoevaluación y la coevaluación.

Tabla 15

Matriz de polivalencia operarios UHT antes de la propuesta de mejora

Matriz de polivalencia: proceso UHT

Jefe:	Ana Milena Paez		Área:	UHT		Fecha revisión:	30/06/23	
	Puede entrenar	Autónomo	Ejecución con supervisión	Recibió entrenamiento	Sin entrenamiento			
Puntaje:	4	3	2	1	0			
	Nivel de entrenador	Experto	Experiencia media	Reconocimiento básico	Desconoce			

Operario	Nombre	Rol	Pasteurizado	UHT	Montaje de empaque	Ajuste de froma en dosificador
1	Carlos	Experto UHT				
2	Cristian	Supervisor				
3	Camilo	Operario formación				
4	Operario 4	Operario formación				
5	Operario 5	Operario formación				
Puntaje por proceso			12	11	8	5
Puntaje meta			10	10	10	10

Tabla 16

Matriz de polivalencia operarios UHT después de ejecutar la propuesta de mejora

Matriz de polivalencia: proceso UHT

Jefe:	Ana Milena Paez		Área:	UHT		Fecha revisión:	13/08/23	
	Puede entrenar	Autónomo	Ejecución con supervisión	Recibió entrenamiento	Sin entrenamiento			
Puntaje:	4	3	2	1	0			
	Nivel de entrenador	Experto	Experiencia media	Reconocimiento básico	Desconoce			

Operario	Nombre	Rol	Pasteurizado	UHT	Montaje de empaque	Ajuste de froma en dosificador
1	Carlos	Experto UHT				
2	Cristian	Supervisor				
3	Camilo	Operario formación				
4	Operario 4	Operario formación				
5	Operario 5	Operario formación				
Puntaje por proceso			12	11	9	8
Puntaje meta			10	10	10	10

En la matriz de polivalencia, se relacionan las calificaciones de las capacidades técnicas de los operarios en antes y después de implementar el plan acordado con la dirección. Contrastando, se puede identificar que el enfoque de desarrollo más inmediato se centró en el desarrollar la habilidad de manejo de material de empaque; por ejemplo, en el caso de la habilidad para ajustar la forma de la bolsa de empaque en el cuello dosificador se mejoró en tres puntos, aunque aún está por debajo de la meta, lo que indica la necesidad, en el corto plazo, de enfocar esfuerzos en el desarrollo continuo para cumplir con el objetivo. También se puede notar que para realizar el montaje del empaque en la máquina envasadora un segundo operario alcanzó una experiencia media, lo que resulta positivo en orden de alcanzar la meta de tener un segundo operario con autonomía para realizar la mencionada labor.

Este plan de mejoramiento, más allá de arrojar resultados positivos, pone de manifiesto el desarrollo técnico y operacional ya que para el avance que se evidencia necesariamente debe existir un manejo adecuado de lenguaje e identificación de la configuración de la máquina; además esta mejora demuestra que el capital humano tiene una dinámica que favorece la transmisión del conocimiento y el trabajo cooperativo.

6.3 Propuesta de mejora 3. Complementar el sistema de indicadores de gestión existente

Después de completar una exhaustiva revisión de la documentación relativa al proceso de producción UHT, incluyendo un análisis detallado de los procedimientos internos, las actividades críticas inherentes a cada fase, la asignación de responsabilidades y otros aspectos de relevancia, se procedió a estructurar un sistema integrado de indicadores de gestión. Este sistema se erige como una herramienta fundamental para la cuantificación precisa de los resultados obtenidos en consonancia con los objetivos predefinidos en cada etapa del proceso.

Para la implementación de esta mejora se revisaron textos que dieron apoyo sobre la creación de indicadores contrastándolo con lo que se maneja en los formatos de producción actuales. Si bien en los formatos de producción se establecen indicadores para la cantidad de desperdicio, no se relaciona esas cantidades con el nivel de producto defectuoso ni con el nivel de utilización de empaque (tabla 17).

La meta del indicador representa la expresión numérica del objetivo deseado y direcciona el avance que se pretende alcanzar. De acuerdo a las directrices se establece una meta del 2% para los resultados medidos con los indicadores. En conjunto con la línea base, que corresponde a la media de los resultados del diagnóstico, y el reporte de los avances, permiten verificar el cumplimiento del objetivo.

El análisis de los indicadores para el nivel de material de empaque defectuoso (figura 14) indican que los resultados durante la ejecución del plan de mejora, para las presentaciones de 400 y 900 ml, se mantienen dentro del rango establecido por la línea base y la meta, es decir, que las acciones de mejora reducen la variabilidad hasta mantenerla igual o inferior a la media de los resultados del diagnóstico; otro punto a resaltar reside en que no se presentan valores de despilfarro atípicos o demasiado elevados. No obstante, aún se observa un valor de despilfarro alto para la presentación de 1100 ml, llegando a ser mayores que la línea base aunque con una magnitud inferior a los picos atípicos observados durante el diagnóstico. En cuanto a las unidades de productos defectuosos se evidencia que solo la presentación de 900 ml se aproxima a la meta, aunque algo distante del valor esperado (figura 15). Entonces, es crucial desarrollar las capacidades operativas y ahondar en medidas correctivas enfocadas en la reducción de los valores de despilfarro para la presentación de 900 y 1100 ml, que posibilite alinearse más efectivamente con las metas establecidas.

Por último, y no menos importante, se planteó una socialización visual permanente en el área de envasado de los resultados de los indicadores con el objetivo de generar conciencia y motivación de mejora en los colaboradores del área; hasta el diagnóstico los resultados de los indicadores de desperdicio se restringían solo al formato y no se daba interés por parte de los operarios.

Tabla 17*Indicadores de gestión*

SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN					
Indicador	Objetivo	Definición	Periodicidad	Fórmula	Unidad de medida
<i>Nivel de producto defectuoso</i>	Establecer el número de unidades defectuosas de (despilfarro) que ocurrirán por producción total.	Medida que representa el número unidades con defectos de calidad que originan por cada jornada de producción.	Diaria. Cada jornada de producción.	$\frac{\# \text{ de unidades defectuosas}}{\# \text{ de unidades producidas}}$	Porcentaje
<i>Nivel de utilización de empaque</i>	Medir la eficiencia del uso del empaque.	Medida que permite evaluar la cantidad de empaque se desperdicia en comparación con la cantidad total de empaque utilizado.	Diaria. Cada jornada de producción.	$\frac{\text{Empaque perdido (kg)}}{\text{Empaque utilizado (Kg)}}$	Porcentaje

Figura 14

Nivel de utilización de empaque

Línea base	400 ml	5,38%	Meta	2%
	900 ml	5,05%		
	1100 ml	5,49%		

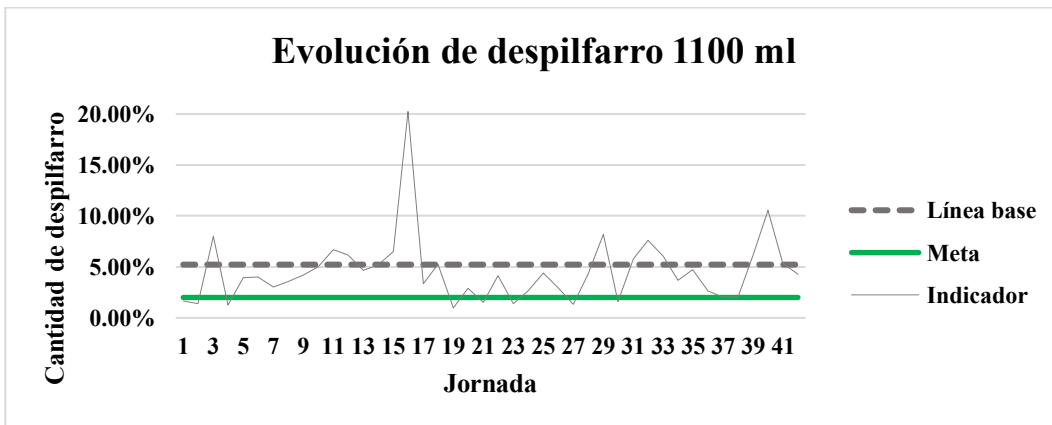
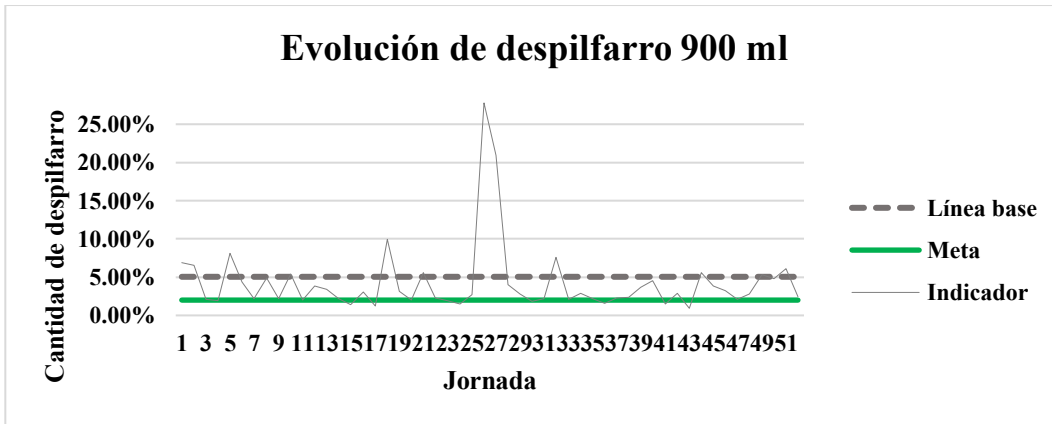
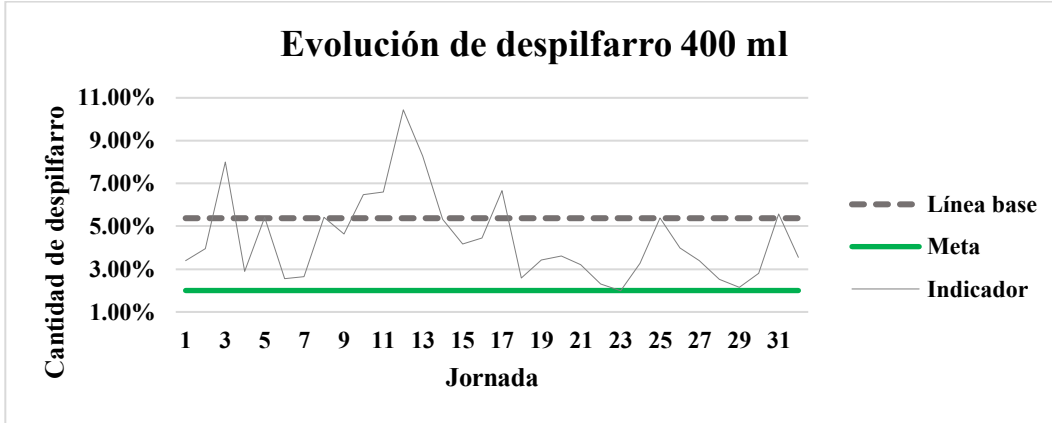
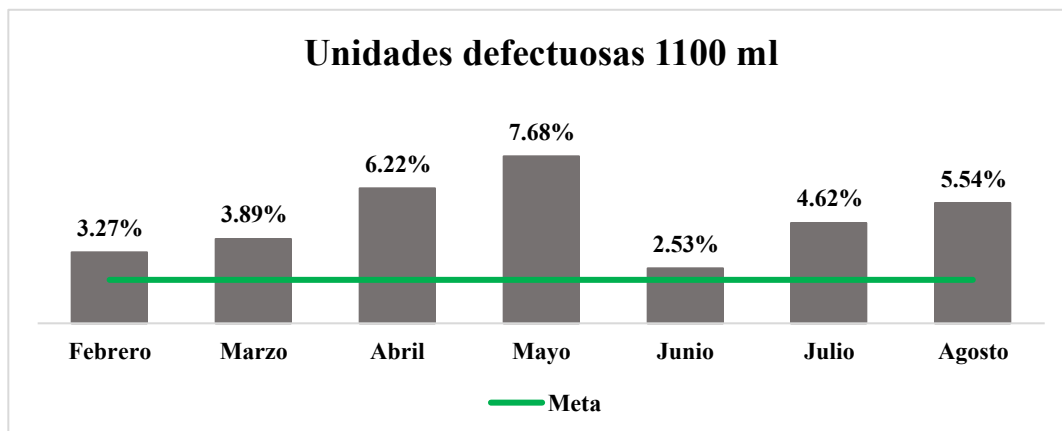
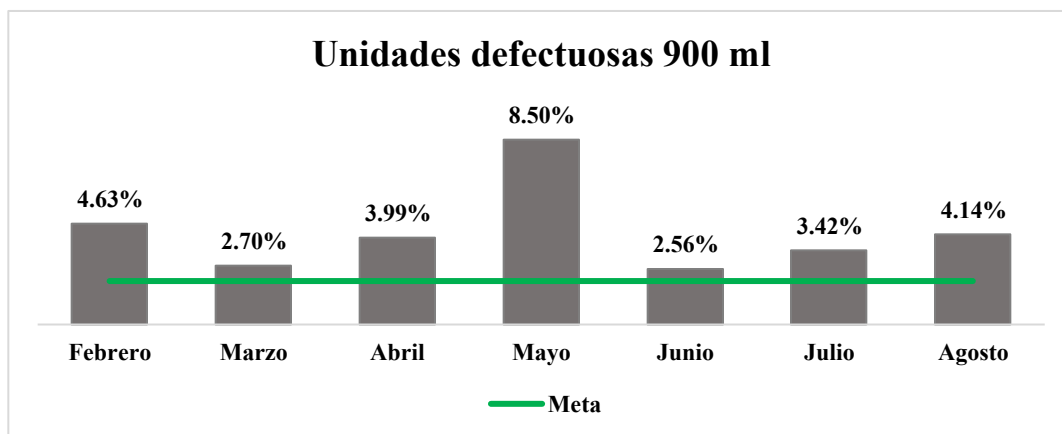
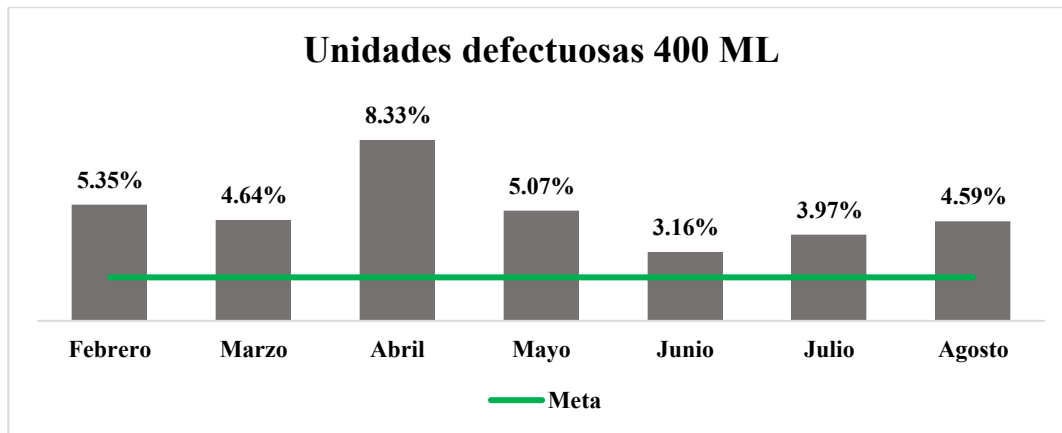


Figura 15

Nivel de producto defectuoso



6.4 Propuesta de mejora 4. Implementación de AMEF de proceso

Esta propuesta surge después de reuniones con la parte directiva y operativa donde se reconoce la necesidad de delinear todas las posibles fallas dentro del proceso de envasado, su efecto en el sistema, la probabilidad de ocurrencia y la probabilidad de que la falla no se detecte por los controles de calidad establecidos. A través de esta metodología se pretende identificar puntos de inspección de calidad, acciones de mantenimiento preventivo, restricciones operativas, y actividades pertinentes necesarias para minimizar el riesgo de fallas.

En esta metodología el *número de prioridad del riesgo* (NPR) es útil para establecer prioridades. El NPR varía en un rango de 1 a 1 000 y proporciona un indicador relativo de todas las causas de falla. A los más altos números de NPR se les deberá dar prioridad para acciones correctivas, ya sea para prevenir la causa o por lo menos para emplear mejores controles de detección. Asimismo, debe darse especial atención cuando se tengan altos NPR (mayores a 80) con severidades altas. Los parámetros de construcción del AMEF se relacionan en el apéndice C.

Los resultados sugieren que un deficiente desempeño operacional genera un NPR de 144 (tabla 18); la pérdida de empaque por ajuste en el cuello dosificador, en promedio, tiene una tasa de 44/1000 piezas, con una severidad de alto impacto, aunque con un nivel de detección aceptable. De esta manera, debe centrarse especial atención de ejecutar controles que reduzcan la tasa de falla. El AMEF es un documento vivo y, en consecuencia se sugiere que las propuestas de mejora relacionadas con la visualización de indicadores hacia el personal operativo y la implementación de la matriz de polivalencia tengan la importancia del caso y, tendrán una evolución positiva al cumplimiento de la fecha clave del AMEF.

Tabla 18

AMEF proceso de envasado

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS (PROCESO)

Página: 1 de: 1

Proyecto: Plan de mejoramiento Proceso: Envasado UHT Producto: Leche larga vida UHT
 Responsabilidad: Jefe de calidad Líder área: Supervisor área Presentado por: Practicante
 Fecha clave: dic-23 Fecha AMEF original: ago-23 Última revisión: _____

Proceso (actividad)	Modo de falla potencial	Efecto (s) de la falla potencial	Severidad	Causa/mecanismo de la falla potencial	Ocurrencia	Controles actuales del proceso para detección	Detección	N.P.R.	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida	Resultados de acciones				
											Acciones tomadas	Sev	Ocu	Det	N.P.R.
	Daño por manejo	Marcas o cortes en la película de empaque	7	Falla/ruptura en sellado del empaque	2	Revisión del rollo de empaque antes del montaje en máquina	2	28							
				Microfisuras en el empaque y pérdida de producto	2	Inspección exhaustiva durante la producción	2	28							
<u>Alistamiento de empaque para leche UHT.</u>	Mal almacenamiento	Presencia de polvo/partículas en la película de empaque	9	Falla de sellado del empaque - Pérdida de producto en cuarentena o en ruta de distribución	2	Inspección exhaustiva durante la producción	7	126	Rediseñar el espacio, por ejemplo, mecanismos poka-yoke para reducir errores por desatención o accidentes.	Supervisor de área (envasado UHT). Nov-23					
	Sistema de clasificación y limpieza inadecuado	Dificultad para localizar elementos. Riesgo de utilizar elementos incorrectos.	5	Pérdida de tiempo operacional - Generación de producto no conforme	2	Control periódico de clasificación y aseo de área de almacenamiento	2	20							
	Falla de la máquina envasadora	Desgaste de partes de sellado	8	Mal pliegue de la bolsa de empaque - Falla/ruptura en sellado del empaque - Mala rotulación de fecha de vencimiento.	5	Mantenimiento 5000 horas	1	40							
<u>Envasado de leche UHT.</u>	Manejo deficiente de la máquina envasadora	Pérdida de material de empaque durante el ajuste del mismo al cuello dosificador	8	Mal pliegue de la bolsa de empaque - Falla/ruptura en sellado del empaque.	9	Control del desempeño del operario a través de indicadores. Capacitación del personal.	2	144	Generar la visualización de indicadores hacia el personal operativo. Generar programas de capacitación. Implementar matrices de polivalencia como una forma de evaluar la evolución de la habilidad de los operarios.	Dirección/Jefe de Calidad/Supervisor de área (envasado UHT). Nov-23					
	Insuficiente mantenimiento de las áreas limpias	Se crean condiciones de operación inseguras	9	Riesgo de seguridad personal - Pérdida de tiempo operacional - Reducción de la eficiencia operativa	2	Sistemas de gestión visual para el control de orden y aseo	1	18							

NPR = (S) × (O) × (D)

El AMEF también indica que deben generarse acciones preventivas/correctivas que permitan mitigar la potencial falla por mal almacenamiento. Este tipo de falla tiene una alta severidad porque puede incurrirse en una pérdida total del producto y, aunque es de muy baja ocurrencia, los mecanismos de detección pueden llegar a ser deficientes por la característica de la falla. Este tipo de falla alimenta los niveles de despilfarro por devoluciones puesto que el efecto- causa puede esperar a manifestarse estando en ruta de distribución o cuando el producto está en manos del cliente.

6.5 Consideraciones finales sobre orden y aseo en los espacios operativos

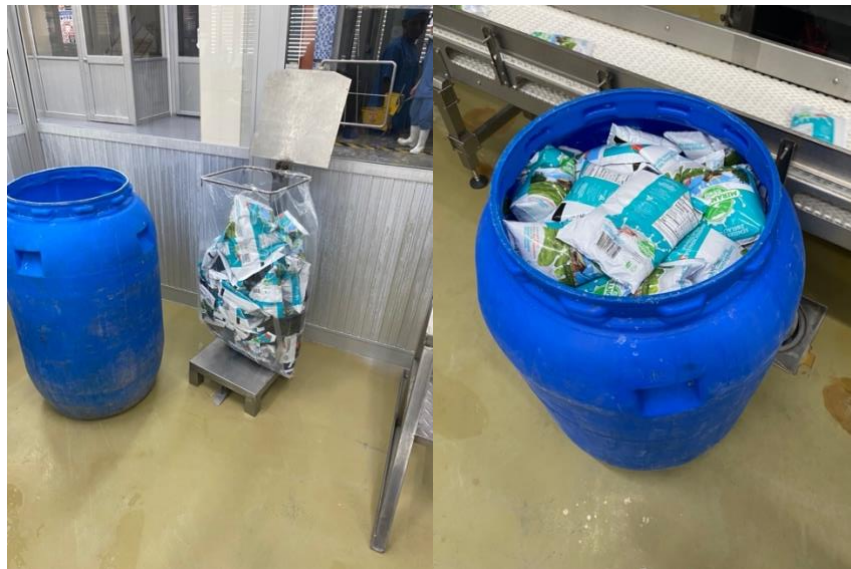
Durante el periodo de ejecución del presente trabajo se evidenció buen orden y aseo en las áreas de operación y de desplazamiento del personal. Estos hallazgos están respaldados por la calificación del puntaje del AMEF para la ocurrencia de las potenciales fallas asociadas a orden y desplazamiento, que es bajo (tabla 18); no obstante, es relevante mantener bajos niveles de ocurrencia y adecuados métodos de detección para problemas de orden, ya que la severidad asociada es significativamente alta. Tanto en el área de alistamiento de empaque como en el área de envasado se encontró que los procesos transcurren en un ambiente eficiente en términos de orden y aseo (figura 16), con áreas totalmente identificadas y en las cuales se han minimizado los traslados innecesarios.

Sin embargo, frente a la ausencia de una metodología documentada que permita gestionar el orden y la limpieza del lugar de trabajo se puede generar problemas de eficiencia, calidad, plazos, costos y satisfacción del cliente. En este contexto y como consideración final es beneficioso aplicar la metodología de las 5S para mantener todos los avances logrados en las propuestas de mejora y además lograr un mayor avance en la eficiencia y la calidad en el proceso de producción.

En síntesis, mediante la aplicación de las 5S se posibilita mantener y/o crear un entorno de trabajo ordenado, eficiente y seguro, que contribuirá a mejorar la calidad de los productos.

Figura 16

Orden y aseo en el área de envasado UHT



Nota. Registro del área de envasado UHT. Registro fotográfico de material de empaque dañado (izquierda) y unidades retenidas por concepto de calidad (derecha).

7. Socialización de las mejoras implementadas

Como parte del cumplimiento de las mejoras implementadas en el proyecto, se realizó la socialización con el personal involucrado con el proceso de producción de leche líquida UHT. En el desarrollo del diseño e implementación de las mejoras se contó con la colaboración y retroalimentación del jefe de calidad, supervisores y jefes de área y los operarios quienes daban su opinión frente a las propuestas, garantizando la utilización y continua implementación de estas. Inicialmente, se llevó a cabo la socialización de los resultados con el supervisor jefe quien después de su aprobación dio la autorización para el desarrollo de la socialización con los operarios. Debido a la alta carga laboral, ya que en Indunilo también se desarrolla un proceso de producción de leche en polvo a través de pulverización de leche líquida, la socialización del trabajo final se realizó con un solo operario a la vez y en el área donde estaba laborando.

Se expusieron tres temas en la jornada de socialización. El primer tema fue sobre los resultados del diagnóstico, donde se dio a conocer el estado inicial de comparación con el progreso durante el plan de mejora. Luego, y como segundo tema a tratar, se expuso sobre la importancia del desempeño operativo, el compromiso por parte de los operarios y su importancia para lograr dar solución a los problemas identificados. Por último, se explicó el mejoramiento de los indicadores de gestión y su utilidad para medir y controlar cada uno de los procesos.

Durante la actividad, los participantes tuvieron la oportunidad de realizar aportes, compartir opiniones y sugerir algunas correcciones las cuales no pudieron exponerse durante el periodo de la práctica por diferentes factores. Se finalizó resaltando la importancia del compromiso del operario y de la mejora continua para dar solución a las fallas dentro del proceso. Se tomó registro de la asistencia de los operarios y el supervisor jefe (apéndice D).

8. Conclusiones

El diagnóstico que se realizó fue fundamental para establecer el rumbo de la mejora que se quiere conseguir. A través del diagnóstico inicial realizado del proceso de producción de leche larga vida en Indunilo S.A.S. se caracterizó el desempeño operativo y se halló que en el proceso se generaba altos niveles de despilfarro de material de empaque, pérdida de materia prima transformada, pérdida de tiempo operacional que se traduce en costos para la empresa.

Como resultado del diagnóstico, se pudo cuantificar un detrimento de \$267.506 por cada jornada de producción. Las pérdidas corresponden a un gasto de \$8.025.182 que relaciona los 300,86 Kg de despilfarro que se generaban sólo en el área de envasado más las pérdidas por concepto de calidad y devoluciones de producto.

El análisis estadístico reveló una alta variabilidad en los resultados del diagnóstico donde se registra una media de 10,02 Kg de material de empaque dañado. Además, el 86,7% de los resultados están distribuidos en un intervalo de 2,401 a 15,663 Kg/día. Una vez ejecutado el plan de mejoramiento, el análisis muestra que, luego de diecisiete jornadas de producción adicionales, la media se reduce hasta 6,02 Kg de material defectuoso; sin embargo, luego de diez jornadas extras la media de pérdida de material escaló hasta los 9,02 Kg. Adicional, la distribución de frecuencias indica que el 65% de los procesos tienden a generar despilfarro entre 2,152 y 8,845 Kg/día.

A razón de lo mencionado anteriormente y dado el nivel de automatización del proceso de envasado, el mejoramiento de la eficiencia debido a la disminución de los recursos empleados para producir, la reducción de tiempos de las jornadas de producción y la disminución de la variabilidad de los datos cuantificables se genera como resultado un mejoramiento de la productividad.

Las cartas de control estadístico mostraron que no hay ningún resultado fuera de los límites de control en la carta de control para la presentación de 400 ml, es decir, en términos de variabilidad el proceso de envasado para esta presentación está bajo control; esto caracteriza a procesos que no tienen fallas críticas que aumenten la variabilidad. Por otro lado, en las cartas de control para las presentaciones de 900 y 1100 ml muestran que el proceso de envasado no está bajo control estadístico.

El análisis de la matriz de polivalencia reveló la capacidad de trabajo en equipo porque se observó un avance en la formación de los operarios involucrados. La mejora permitió avanzar en el desarrollo de la habilidad para el manejo de material de empaque y para realizar el montaje del mismo en la máquina envasadora, un avance positivo pues son actividades críticas para el proceso.

Después de llevar a cabo la implementación del AMEF en el proceso de envasado, se han obtenido valiosas perspectivas que contribuyen significativamente a la gestión de riesgos y la mejora continua de nuestras operaciones. Se fortaleció la capacidad para identificar anticipada y proactivamente posibles modos de falla en el proceso, se fomentó la participación activa de todos los operarios del área durante el proceso de AMEF y se indujo a crear conciencia sobre la importancia de la gestión de riesgos. En síntesis, la implementación del AMEF además de fortalecer la para identificar y mitigar riesgos, se mostró como una sólida base para la mejora continua.

Los indicadores de gestión mostraron que el proceso de envasado para la presentación de 400 ml es el que más cerca está de las metas de nivel de utilización de empaque y producto defectuoso. Después del diagnóstico los resultados se estabilizaron cerca de las proyecciones realizadas para estos indicadores. La formulación de los indicadores permitirán evidenciar el

impacto de las propuestas de mejora y facilitarán, a través de la visualización diaria (apéndice E), que los operarios se comprometan a mejorar el desempeño operativo.

9. Recomendaciones

Mantener la formación continua de los operarios para garantizar para garantizar la continuidad en la implementación de las mejoras, realizándose capacitaciones al personal en las cuales se incentive al compromiso con el cumplimiento de los objetivos del proceso, dando a conocer la importancia de estos para la correcta ejecución de los procesos.

Delegar un profesional que pueda implementar la metodología de las 5's para mantener y gestionar el buen orden y limpieza del lugar de trabajo. De esa forma se evitara desplazamientos innecesarios, riesgos para el personal y mayor costo de tiempo y recursos.

Actualizar mensualmente y mantener visibles los indicadores de gestión para el área de envasado. Hacer visible la evolución del desempeño predispone en los operarios a tener un mayor compromiso y entrega para mejorar los resultados.

Referencias Bibliográficas

- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2008). *Statistics for business and economics* (10th ed). Thomson South-Western.
- ANDI, 2020. (s. f.).
- Asoleche, Coordinación de Planeación Sectorial. (2022). *LA LECHE EN CIFRAS* (p. 36). Asoleche.
- Beltrán Jaramillo, J. M. B. (1998). *Indicadores de gestión: Guía práctica para estructurar acertadamente esta herramienta clave para el logro de la competitividad*. 3R Editores.
- Besterfield, D. H. (s. f.). *Control de Calidad*.
- Card, A. J. (2017). The problem with '5 whys'. *BMJ Quality & Safety*, 26(8), 671-677. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2016-005849>
- Castañeda, M. (2022). *Estado de la capacidad real del proceso de llenado en la línea de producción de empaque de leche entera uht en la empresa pasteurizadora la Mejor S.A de la ciudad de Cúcuta*. <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/23611>
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., Torres Matus, J. R., Gómez Valdez Carlos Rafael, Romo Muñoz, J. H., Mascaró Sacristán, P., & Mauri Hernández, M. E. (2014). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministro* (Décimo tercera edición). McGraw-Hill.
- Gutiérrez Pulido, H., & Vara Salazar, R. de la. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (3a ed). McGraw-Hill Interamericana.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2002). *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*. Limusa Wiley.
- Mutubuki, G., & Chirinda, G. (2020). *Green Manufacturing for Waste Reduction in the Food Industry* (p. 1682).

Navarro, R. E. Z. (2022). *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)*.

Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2010). *A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*.

Ruiz Ochoa, A. M. (2018). Disminución de la tasa de desperdicios proveniente de la estación de sellado de la empresa Plásticos Monclat S.A.S. a través de la herramienta Seis Sigma y Lean Manufacturing. *instname:Universidad de los Andes*.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/38772>

Toyota Motor Corporation. (2003). *THE "THINKING" PRODUCTION SYSTEM: TPS AS A WINNING STRATEGY FOR DEVELOPING PEOPLE IN THE GLOBAL MANUFACTURING ENVIRONMENT*.

Velandia Clavijo, M. (2020). *Evaluación del proceso de empaqueo de alimento lácteo en polvo y alternativas de mejora para indulceos de Colombia S.A.S. Ubicado en Bucaramanga, Santander*. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/4790>