

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Reducción de la pérdida de productos terminados en una línea de producción de cremas de una empresa de fabricación de productos dermocosméticos

INGE – 2348

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Industrial

Presentado por:

Luvi Yemima Duche López

Guayaquil – Ecuador

Año: 2023

Dedicatoria

El presente proyecto se lo dedico a mi familia, por todo el apoyo extraordinario e incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida académica, y por darme el ánimo necesario para poder avanzar y culminar con éxito una etapa de mi vida.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento principalmente a Jehová, Dios por permitirme hacer realidad una meta personal, a mi familia, por su apoyo incondicional para poder culminar esta etapa académica y un agradecimiento especial para Kleber Barcia PhD. por su guía y entrega de conocimientos para el desarrollo de este proyecto.

Declaración Expresa

Yo Luvi Yemima Duche López acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso. En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 5 de febrero del 2024.



Luvi Yemima Duche López

Evaluadores

María Laura Retamales G. MSc

Profesor de Materia

Kleber Barcia V. PhD

Tutor de proyecto

Resumen

La industria cosmética en el Ecuador representa un 1,6% del PIB, produciendo \$1100 millones de dólares por año y creciendo un 10% anual, es por ello por lo que estas deben mantener sus procesos de producción al día, tanto en los análisis fisicoquímicos como bioquímicos y así, poder obtener una mejor rentabilidad en el mercado. En este trabajo de integración se identificó que había un problema en cuanto a la producción de cremas, obteniendo grandes desperdicios que aumentaron sus pérdidas. Es así, como se decidió implementar la metodología 5S y así generar cambios y la optimización de los procesos productivos. Gracias a esta implementación se obtuvieron Se logró reducir el porcentaje de producto defectuoso en la línea de producción de crema de 11,43% a 5,89% como promedio mensual, ayudo a mantener las áreas limpias y ordenadas lo que redujo la cantidad de productos defectuosos. Sin embargo, aunque se obtuvieron buenos resultados se recomienda continuar haciendo auditorías para la evaluación del progreso, asimismo, como una capacitación constante del equipo que maneje la metodología dentro del proceso productivo.

Palabras Clave: Empresa cosmética, metodología 5S, optimización de procesos, proceso de producción, rentabilidad.

Abstract

The cosmetic industry in Ecuador represents 1.6% of the GDP, generating \$1.1 billion annually and growing at a rate of 10% per year. Therefore, these companies must keep their production processes up to date, focusing on both physicochemical and biochemical analyses to enhance market profitability. This integration project identified a production issue with creams, leading to significant waste and increased losses. Consequently, the decision was made to implement the 5S methodology to bring about changes and optimize production processes. The implementation successfully reduced the percentage of defective products in the cream production line from 11.43% to 5.89% on average per month, contributing to maintaining clean and organized areas and reducing the number of defective products. However, despite achieving positive results, it is recommended to continue conducting audits to assess progress and provide ongoing training for the team responsible for implementing the methodology in the production process.

Keywords: Cosmetic company, 5S methodology, process optimization, production process, profitability.

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Índice general	III
Abreviaturas	VI
Simbología	VII
Índice de figuras.....	VIII
Índice de tablas	XI
Capítulo 1.....	1
1 Introducción.....	1
1.1 Descripción del Problema	3
<i>1.1.1. Definición del Problema</i>	3
<i>1.1.2. Alcance del Proyecto</i>	4
<i>1.1.3. Requerimientos del cliente</i>	7
1.2 Justificación del Problema	10
1.3 Objetivos.....	11
<i>1.4.1. Objetivo General</i>	11
<i>1.4.2. Objetivos Específicos</i>	11
1.4 Restricciones.....	11
1.5 Marco Teórico.....	12
Capítulo 2.....	15
2. Metodología.....	15
2.1. Definición	15
2.2. Medición	15
2.2.1. Mapeo del Proceso	15
2.2.2. Plan de Recolección de Datos	18
2.2.3. Recolección y Confiabilidad de los Datos	19

2.2.4. Prueba de Normalidad	29
2.2.5. Gráficas de Control	30
2.2.6. Análisis de Capacidad.....	31
2.3. Analizar.....	32
2.3.1. Lluvia de Ideas	32
2.3.2. Diagrama de Ishikawa	33
2.3.3. Matriz Causa y Efecto	34
2.3.4. Diagrama Impacto-Control.....	35
2.3.5. Plan de Verificación de Causas	36
2.3.6. Técnica del 5 Por qué para Identificar Causas Raíz.....	42
2.4. Mejora.....	43
2.4.1. Propuesta de Soluciones.....	44
2.4.2. Análisis de Costos	45
2.4.3. Desarrollo Plan de Implementación	48
2.5 Implementación	48
2.5.1. Implementación Solución 2: Aplicación de la Metodología 5S y Orden en el Área de Trabajo.....	48
2.5.2. Implementación Solución 3: Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Autónomo De Los Equipos De Control De Temperatura y Humedad	58
2.5.3. Implementación Solución 5: Instructivo De Protocolo De Control De Calidad Para Materia Prima (Crema Base)	64
Capítulo 3.....	66
3. Resultados y Análisis	66
3.1. Resultados De Las Soluciones.....	66
3.1.1. Solución 2: Aplicación De La Metodología 5s Y Orden En El Área De Trabajo	66
3.1.2. Solución 3: Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Autónomo De Los Equipos De Control De Temperatura Y Humedad	67

3.1.3. <i>Solución 5: Instructivo De Protocolo De Control De Calidad Para Materia Prima</i>	68
3.2. Resultados Finales Del Proyecto DMAIC	69
3.2.1. <i>Análisis De Resultados De La Variable De Salida</i>	69
3.2.2. <i>Análisis De Otras Variables Críticas</i>	72
3.2.3. <i>Proceso De Análisis De Resultados</i>	73
3.3. Métricas De Sostenibilidad	76
3.3.1. <i>Beneficio Social</i>	76
3.3.2. <i>Beneficio Ambiental</i>	77
3.3.3. <i>Beneficio Financiero</i>	78
3.3.4. <i>Análisis De Costos</i>	78
3.4. Implementación Plan de Control	79
3.4.1. <i>Plan de Control</i>	79
3.4.2. <i>Control Visual</i>	80
3.4.3. <i>Plan Reacción</i>	80
Capítulo 4.....	82
4. Conclusiones y Recomendaciones.....	82
4.1. Conclusiones.....	82
4.2. Recomendaciones	83
Referencias.....	84
Apéndices	85

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
DIMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
CTQ	Critical to Quality
3W	Why, Where, When
2H	How, How much
VOC	Voice of customer
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customer
TPM	Mantenimiento Preventivo Total
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Sheiketsu, Shitzuke
TBL	Triple Botton line

Simbología

Gr	Gramos
%	Porcentaje
pH	Potencial de Hidrógeno
Min	Minuto
V	Voltio
°C	Grados centígrados

Índice de figuras

Figura 1	<i>Empresa de productos dermocosméticos</i>	2
Figura 2	<i>Serie de tiempo de febrero a julio 2023</i>	3
Figura 3	<i>Proceso de producción</i>	5
Figura 4	<i>Diagrama SIPOC del proceso de envasado de cremas</i>	6
Figura 5	<i>Voz del cliente</i>	8
Figura 6	<i>Diagrama de afinidad a partir de las necesidades del cliente</i>	8
Figura 7	<i>Critical To Quality (CTQ)</i>	9
Figura 8	<i>Métricas del triple botón line</i>	10
Figura 9	<i>Flujograma del proceso de envasado de crema</i>	16
Figura 10	<i>Test de normalidad</i>	20
Figura 11	<i>Prueba de hipótesis entre medias</i>	20
Figura 12	<i>Diagrama de cajas de % defectuosos observación directa</i>	21
Figura 13	<i>Diagrama de cajas de % defectuosos datos históricos</i>	21
Figura 14	<i>Prueba de hipótesis</i>	22
Figura 15	<i>Diagrama de cajas de productividad datos históricos</i>	22
Figura 16	<i>Diagrama de cajas de productividad, observación directa</i>	23
Figura 17	<i>Procedimiento para obtener horas extras</i>	24
Figura 18	<i>Diagrama de cajas de envases desechados datos históricos</i>	25
Figura 19	<i>Diagrama de cajas de envases desechados, observación directa</i>	25
Figura 20	<i>Procedimiento para obtener envases desechados</i>	26
Figura 21	<i>Formulario registro de análisis de resultados</i>	26
Figura 22	<i>Dato estadístico para el tiempo de los resultados microbiológicos</i>	27
Figura 23	<i>Procedimiento para obtener tiempo de análisis microbiológicos</i>	27
Figura 24	<i>Procedimiento para obtener el número de ajustes de la máquina por llenado de tolva</i>	28
Figura 25	<i>Prueba de normalidad para la variable de respuesta</i>	29
Figura 26	<i>Prueba de normalidad Anderson-Darling</i>	30
Figura 27	<i>Carta de control individual y rango móvil bajo control estadístico</i>	31
Figura 28	<i>Análisis de la capacidad del proceso</i>	32
Figura 29	<i>Lluvia de ideas</i>	33
Figura 30	<i>Diagrama de Ishikawa</i>	33
Figura 31	<i>Diagrama de Pareto</i>	35

Figura 32	<i>Diagrama impacto-Control</i>	36
Figura 33	<i>Gráfica de serie de tiempo de temperatura, datos históricos</i>	38
Figura 34	<i>Gráfica de serie de tiempo de humedad, datos históricos</i>	38
Figura 35	<i>Resultados de análisis microbiológicos de un lote con materia prima de baja calidad</i>	39
Figura 36	<i>Resultados de análisis fisicoquímicos con materia prima de baja calidad</i>	40
Figura 37	<i>Resultados de análisis fisicoquímicos con materia prima de buena calidad</i>	41
Figura 38	<i>Resultados de análisis fisicoquímicos con materia prima de buena calidad</i>	41
Figura 39	<i>Matriz Impacto - Esfuerzo de las soluciones</i>	45
Figura 40	<i>Tarjeta roja</i>	49
Figura 41	<i>Formato de selección y clasificación de elementos necesarios</i>	50
Figura 42	<i>Formato de selección y clasificación de elementos innecesarios</i>	52
Figura 43	<i>Prohibido dejar grifos abiertos</i>	53
Figura 44	<i>Implementos de limpieza</i>	53
Figura 45	<i>Extintor</i>	54
Figura 46	<i>Conexiones visuales de conexiones eléctricas</i>	54
Figura 47	<i>Controles visuales de área de trabajo</i>	54
Figura 48	<i>Check List orden y limpieza</i>	55
Figura 49	<i>Estándares de limpieza</i>	56
Figura 50	<i>Estándares de inspección para las actividades implementadas en el área de trabajo</i>	57
Figura 51	<i>Formato para inventarios de maquinarias y equipos</i>	59
Figura 52	<i>Formato para inventarios de repuestos de maquinarias y equipos</i>	60
Figura 53	<i>Ficha de registro falla mayor o falla menor</i>	61
Figura 54	<i>Ficha histórica de los equipos y maquinarias</i>	62
Figura 55	<i>Ficha de plan de mantenimiento autónomo</i>	62
Figura 56	<i>Formato Control de visitas, reparación o revisión técnica</i>	63
Figura 57	<i>Formato Checklist para limpieza de aire acondicionado</i>	64
Figura 58	<i>Instructivo de control de calidad de materia prima (crema base)</i>	65
Figura 59	<i>Formato de auditoria 5S</i>	66
Figura 60	<i>Puntos para auditar 5S</i>	67
Figura 61	<i>Humedad Antes y después de humidificador del área de envasado</i>	67
Figura 62	<i>Temperatura antes y después de aire acondicionado del área de envasado</i>	68

Figura 63	<i>Diagrama de barras de cantidad de productos defectuosos de cremas</i>	68
Figura 64	<i>Serie de tiempo del porcentaje de producto defectuoso Feb-Julio</i>	69
Figura 65	<i>Serie de tiempo del porcentaje de producto defectuoso Diciembre - enero</i>	70
Figura 66	<i>Estadístico de prueba paramétrico</i>	70
Figura 67	<i>Porcentaje producto defectuoso diario antes y después</i>	71
Figura 68	<i>Productividad antes y después</i>	72
Figura 69	<i>Tiempo promedio de análisis microbiológico antes y después</i>	73
Figura 70	<i>Prueba de normalidad de datos después de la mejora</i>	74
Figura 71	<i>Carta de control de porcentaje de producto defectuoso</i>	75
Figura 72	<i>Análisis de capacidad variable de salida, después de la mejora</i>	76
Figura 73	<i>Diagrama de barras de promedio horas extras</i>	77
Figura 74	<i>Diagrama de barras de cantidad de envases desechados</i>	77
Figura 75	<i>Diagrama de barras de costo por producto desechado</i>	78
Figura 76	<i>Control visual de principales indicadores</i>	80
Figura 77	<i>Plan de reacción</i>	81

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Descripción del problema a través del 3W +2H</i>	4
Tabla 2. <i>Productos defectuosos</i>	7
Tabla 3. <i>Escenarios objetivos</i>	11
Tabla 4. <i>Resumen de actividades del diagrama de flujo del proceso de cremas</i>	17
Tabla 5. <i>Actividades que agregan valor</i>	17
Tabla 6. <i>Actividades que no agregan valor</i>	18
Tabla 7. <i>Plan de recolección de datos</i>	19
Tabla 8. <i>Horas extras de febrero a Julio 2023</i>	23
Tabla 9. <i>Horas extras, datos estadísticos</i>	24
Tabla 10. <i>Registro ajuste de la máquina por llenado de Tolva</i>	28
Tabla 11. <i>Estadísticos para ajustes de la maquina por llenados de tolva</i>	28
Tabla 12. <i>Tabla de ponderación de correlación</i>	34
Tabla 13. <i>Matriz causa y efecto</i>	34
Tabla 14. <i>Diagrama Impacto- control</i>	35
Tabla 15. <i>Plan de verificación de causas</i>	36
Tabla 16. <i>Rango relativo temperatura</i>	37
Tabla 17. <i>Rango relativo de humedad</i>	37
Tabla 18. <i>Análisis 5 Por qué X2</i>	42
Tabla 19. <i>Análisis 5 Por qué X3</i>	42
Tabla 20. <i>Análisis 5 Por qué X5</i>	43
Tabla 21. <i>Propuesta de soluciones</i>	44
Tabla 22. <i>Análisis de costos</i>	46
Tabla 23. <i>Calificación para costo</i>	47
Tabla 24. <i>Calificación para impacto</i>	47
Tabla 25. <i>Calificación para esfuerzo</i>	47
Tabla 26. <i>Ponderación de resultados</i>	47
Tabla 27. <i>Plan de implementación</i>	48
Tabla 28. <i>Códigos sugeridos para la ubicación de las áreas</i>	51
Tabla 29. <i>Códigos sugeridos para tipo de maquinarias</i>	51
Tabla 30. <i>Temas de capacitación 5S</i>	57
Tabla 31. <i>Cronogramas de actividades para mantener las 5S en el área de trabajo</i>	58
Tabla 32. <i>Cronogramas de capacitación para mantenimiento autónomo</i>	58

Tabla 33. *Costo de soluciones implementadas*

79

Tabla 34. *Plan de control*

79

Capítulo 1

1 Introducción

En el dinámico y competitivo mundo empresarial actual, la eficiencia y la productividad son cruciales para el éxito de cualquier organización. La capacidad de adaptarse y mejorar continuamente se ha convertido en un imperativo para las empresas que desean mantenerse relevantes en un mercado en constante evolución. En este contexto, la ingeniería industrial emerge como una disciplina esencial, proporcionando herramientas y metodologías fundamentales para optimizar procesos, reducir costos y mejorar la calidad en la producción de bienes y servicios.

La industria cosmética en el Ecuador representa un 1,6% del PIB, produciendo \$1100 millones de dólares por año y creciendo un 10% anual, lo que genera 3500 empleos directos y 400 mil puestos de trabajo indirectos; siendo así que el país importó en el año 2015 \$220'571.660,48 dólares en productos cosméticos (Murillo, 2021)

La empresa en la que se desarrolló el presente proyecto se dedica a la fabricación y comercialización de productos dermocosméticos desde el año 2014 ubicada en el cantón de Durán, gracias a la identificación de productos adecuados al biotipo y fototipo cutáneo que predomina en Ecuador, tiene como clientes principales a distribuidores autorizados por la marca para la venta de productos dermocosméticos a nivel Nacional, que están distribuidos en 8 ciudades. La empresa dentro en su cadena de producción cuenta con 4 líneas principales: a) línea de cremas, b) línea de geles, c) línea de espumas y d) líneas de ácidos; siendo el foco de este proyecto la línea de cremas. A continuación, en la figura 1 se muestra cuáles son sus productos, ubicación, actividades y cadena de suministro y, sus clientes.

Figura 1

Empresa de productos dermocosméticos



Nota. Elaboración en base a datos proporcionados por la empresa.

Ahora bien, en el proceso de producción de cremas se consideran 5 etapas principales: 1) recepción, 2) almacenamiento, 3) fabricación, 4) envasado y 5) etiquetado. En la recepción se recibe la materia prima proveniente de distintos proveedores, la cual comprende envases plásticos, aditivos, preservantes, entre otros, que son clasificados y luego pasan a la etapa de almacenamiento en áreas respectivas.

En la etapa de fabricación se procede a realizar la mezcla base para la crema, en donde se hace dos tipos de análisis: el primero, un análisis fisicoquímico donde se mide el pH, la densidad, la textura con una duración de 20 minutos. El segundo, un análisis microbiológico, en el que se analizan 20 litros de crema para identificar que esté libre de bacterias, virus o agentes patógenos, entre otros, durante un periodo de 3 a 5 días.

Después de estos análisis se procede a la etapa de envasado en diferentes presentaciones de 120 y 70 gr. Posteriormente, se clasifica, contabiliza y se envía a la etapa

de etiquetado, en donde se etiqueta, rotula y sella, para finalmente enviarse a la bodega y ser despachado a los distintos distribuidores autorizados.

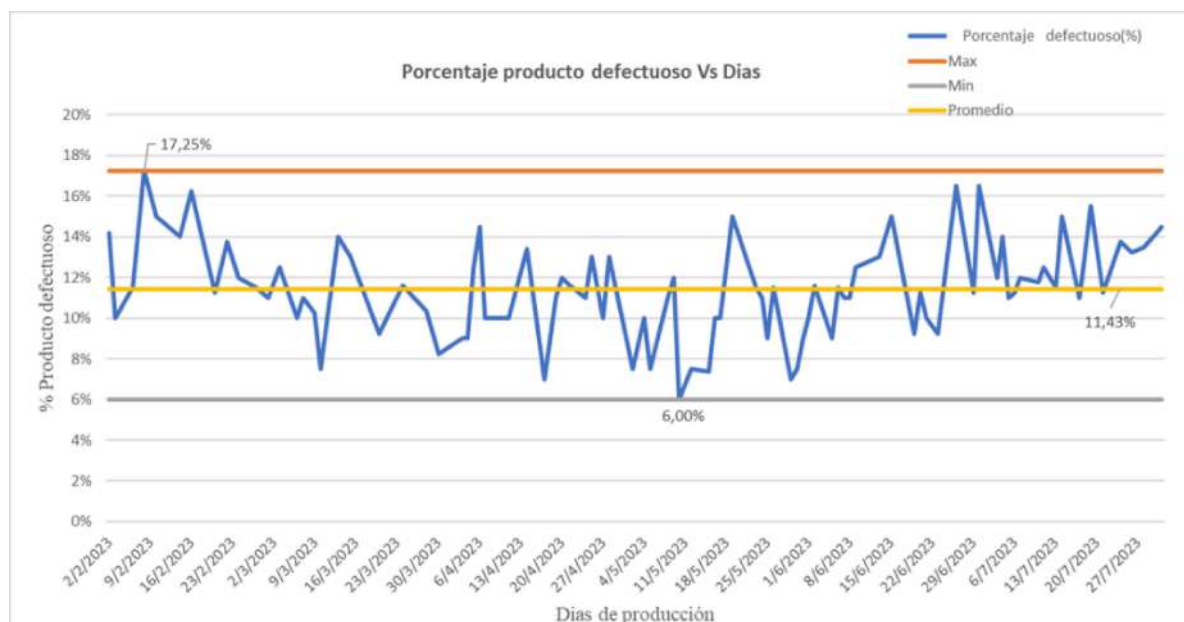
De acuerdo con lo anterior, se identificó que, desde enero hasta finales de julio de 2023, la empresa ha venido presentando problemas en la línea de cremas. Por lo tanto, la empresa desea reducir el porcentaje mensual defectuoso (en textura, olor, color, entre otros), aplicando la metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control).

1.1 Descripción del Problema

Actualmente la empresa presenta grandes cantidades de mermas debido al aumento de desperdicios, retrasos en la entrega y, excesos de devoluciones debido a un aumento en los productos defectuosos. Por medio una serie de tiempo se observó el comportamiento del producto defectuoso por contenido, durante un periodo de seis meses del año 2023, especificando su promedio y el mínimo alcanzado (Figura 2).

Figura 2

Serie de tiempo de febrero a julio 2023



1.1.1. Definición del Problema

Por medio de la herramienta 3W + 2H se logra determinar el problema como lo muestra la tabla 1.

Tabla 1*Descripción del problema a través del 3W + 2H*

¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Qué tanto?	¿Cómo se sabe?
Alto porcentaje de productos defectuosos	En el área de envasado de la línea de producción de cremas	Desde febrero del 2023	El porcentaje promedio mensual de producto defectuoso es del 11,44%	El porcentaje mínimo alcanzado es de 6%

De acuerdo con las respuestas obtenidas, de la técnica de los 3W + 2H, realizadas al cliente clave, que tiene el cargo de jefe de planta en la empresa, se define el problema a solucionar la siguiente manera: existe un alto porcentaje de productos defectuosos, en el área de envasado de la línea de producción de cremas, durante el primer semestre del 2023, el porcentaje promedio mensual de producto defectuoso ha sido de 11,44%, con un costo promedio de \$6.384,00, mientras que el mínimo alcanzado ha sido de 6%.

1.1.2. Alcance del Proyecto

Con el propósito de delimitar el alcance de este proyecto, se llevó a cabo un mapeo de los procesos clave que operan en el seno de la planta de fabricación de productos dermocosméticos (ver figura 3).

Figura 3*Proceso de producción*

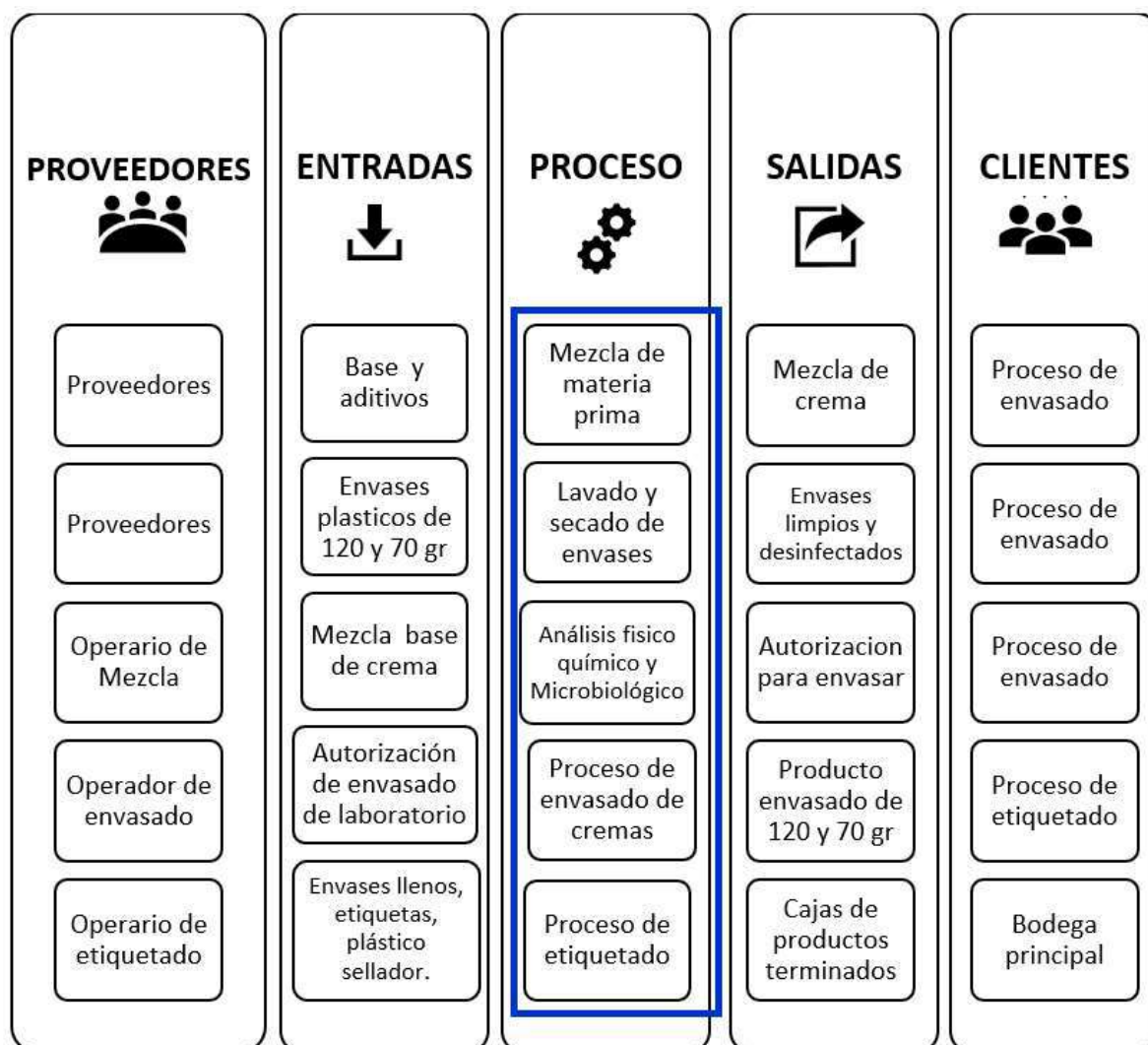
Se prestó una atención especial al análisis de valor del proyecto en el área de fabricación, envasado, y etiquetado.

1.1.2.1. Diagrama SIPOC

Por medio de la herramienta SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customer) se logró representar y analizar el proceso de producción de manera gráfica, teniendo en cuenta los recursos desde los proveedores hasta los clientes, así como el producto final (ver figura 4).

Figura 4

Diagrama SIPOC del proceso de envasado de cremas



Como se observa en el diagrama SIPOC, el proceso de producción empieza con la mezcla de la materia prima y abarca hasta el área de etiquetado, lo que corresponde al alcance del proyecto, en donde también se pueden observar diferentes tipos de entradas y salidas por cada proceso generando un valor agregado al producto final.

Ahora bien, al analizarlo de manera cuantitativa se puede observar que los productos terminados generados a través del proceso de envasado de cremas constituyen aproximadamente el 14,35% del total mensual promedio de cremas producidas, en comparación con otras líneas de producción. En este contexto, es esencial señalar que esta

línea específica presenta un índice de productos defectuosos del 11,44% durante el primer semestre de 2023, según se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2

Productos defectuosos

Producto	Producción promedio mensual (%)	Promedio productos defectuosos (%)
Cremas	14,85%	11,44%
Geles	31,27%	7,00%
Espumas	26,00%	5,00%
Ácidos	28,00%	3,00%

1.1.3. Requerimientos del cliente

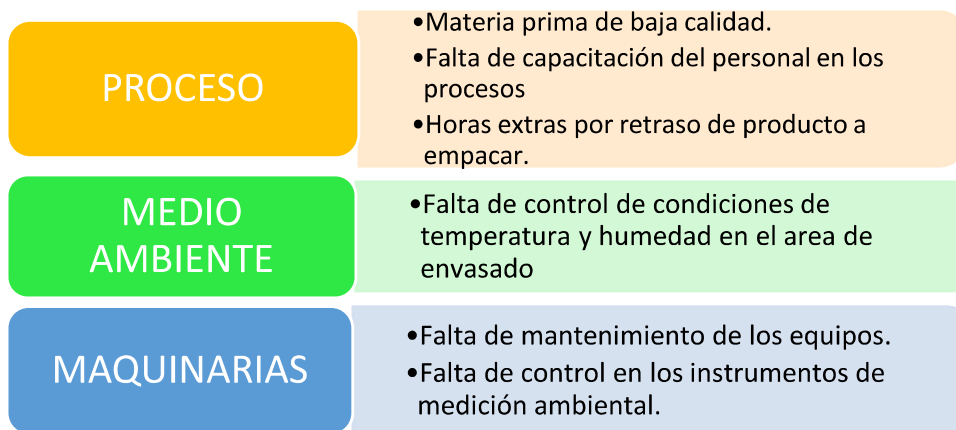
1.1.3.1. Identificación de las Necesidades del Cliente – VOC

Para identificar las necesidades de los clientes se realizó grupo focal con un equipo multidisciplinario conformado por el jefe de calidad, jefe de fabricación, jefe operativo, operario de envasado y jefe de planta de producción, siendo este último el cliente clave fue el jefe de planta, debido a que tiene un mayor conocimiento con respecto a todas las líneas de producción y el proceso de envasado. Este grupo tuvo con finalidad recopilar todos los problemas pertenecientes al proceso de envasado, considerando la perspectiva de diferentes fuentes (ver figura 5).

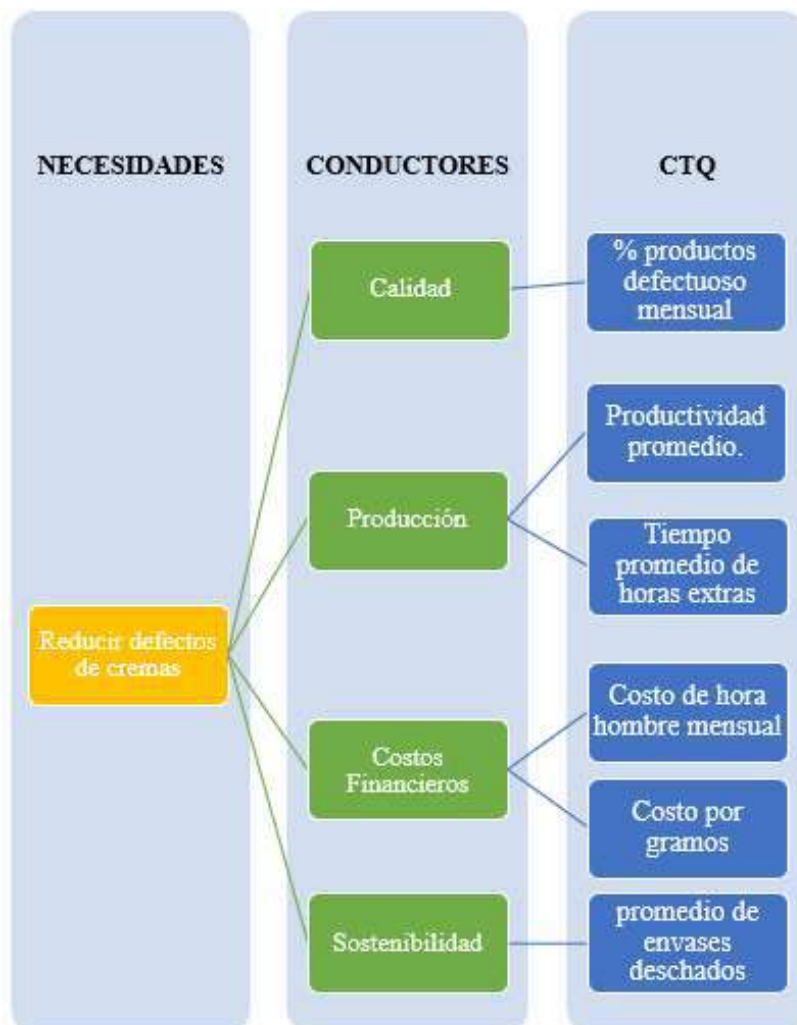
Figura 5*Voz del cliente*

Jefa de planta	Jefa de calidad	Asistente de fabricación	Jefe operativo	Operario de envasado
<ul style="list-style-type: none"> •Costo de mano de obra ha aumentado por el uso de horas extras •La producción se atrasa por Falta de envases •Falta de mantenimiento de aires 	<ul style="list-style-type: none"> •Falta de control en las condiciones ambientales del área. •Falta de control en los instrumentos de medición ambiental •Falta de capacitación del personal en los procesos 	<ul style="list-style-type: none"> •Incumplimiento de proveedores •Materia prima de baja calidad •exceso de rotacion de personal 	<ul style="list-style-type: none"> •La producción se toma mas del tiempo planificado •Falta de orden de los insumos y materiales •Personal no esta adecuadamente capacitado 	<ul style="list-style-type: none"> •Horas extras por retraso de producto a envasar •Tiempos muertos en la operación por falta de organización •Personal falta de capacitación

Con esta información se realizó una clasificación dentro de un diagrama de afinidad a partir de las necesidades del cliente identificadas previamente como lo muestra la figura 6.

Figura 6*Diagrama de afinidad a partir de las necesidades del cliente.*

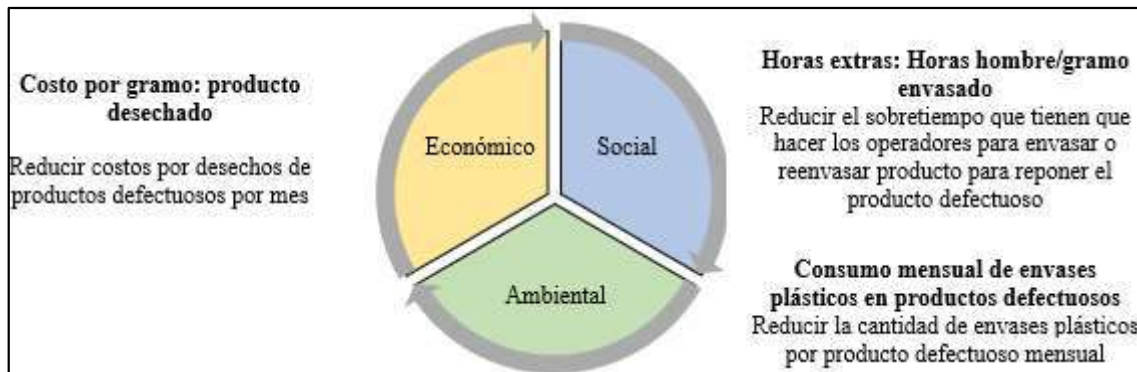
Finalmente, para traducir las necesidades del cliente a variables de medición cuantitativas, se elaboró un árbol de variables críticas (CTQ) en donde cada necesidad fue vinculada a un conductor (ver figura 7).

Figura 7*Critical To Quality (CTQ)*

Una vez definidas las variables críticas del problema, se continua con el análisis y se escoge una de ellas como variable de respuesta “Y”, la cual se define como el porcentaje de productos defectuosos, expresada en porcentaje como se muestra en la ecuación (1,1).

$$Y = \% \text{ del producto defectuoso mensual} = \frac{\text{cantidad de unidades defectuosas de cremas mensual}}{\text{cantidad de unidades producidas mensual}} * 100$$

A partir de esto se definen tres indicadores a mejorar en el ámbito social, ambiental y económico (ver figura 8).

Figura 8*Métricas del triple botón line*

1.2 Justificación del Problema

La solución de este problema se hace importante debido a que tiene ramificaciones significativas tanto para la empresa como para el campo de la ingeniería en general. La resolución efectiva de este problema beneficiará directamente a la empresa al proteger su reputación sólida y mantener la confianza del cliente. Al reducir el porcentaje de productos defectuosos y mejorar la eficiencia operativa, la empresa minimiza los costos asociados con devoluciones y retrasos en las entregas, lo que a su vez aumenta la rentabilidad y garantiza la satisfacción continua del cliente. Asimismo, reduce los costos de producción al disminuir la cantidad de productos defectuosos.

Por otro lado, al implementar técnicas avanzadas como DMAIC, 5S y TPM, se fomenta una cultura de calidad y mejora continua en la organización, lo que beneficia no solo a la empresa sino también al campo de la ingeniería en general.

Desde la perspectiva de la ingeniería, este caso proporciona una valiosa oportunidad para aplicar y perfeccionar metodologías y técnicas avanzadas en la gestión de la calidad de un proceso productivo, en donde la observación, medición y análisis detallados permite identificar patrones y áreas de mejora. Asimismo, la implementación de este tipo de metodologías contribuye al avance y expansión del conocimiento en el campo de la

ingeniería industrial y de producción, beneficiando el desarrollo de los procesos de calidad dentro de las cadenas productivas de una empresa, en este caso particular la de producción de dermocosméticos.

1.3 Objetivos

Para determinar el objetivo del proyecto se plantearon tres escenarios diferentes, como se muestra en la siguiente tabla 3.

Tabla 3

Escenarios objetivos

Escenario	Optimista	Neutral	Pesimista
Reducción del porcentaje del GAP	100%	88%	15%
Productos defectuosos (%)	6%	6,66%	10,62%

De acuerdo con estos escenarios, se decidió escoger el escenario neutral consiste en reducir el 88 % del GAP, de la cantidad de productos defectuosos hallados, lo que corresponde a la cantidad de 6,66%.

1.4.1. *Objetivo General*

Reducir al menos un 88% del GAP promedio mensual del producto defectuoso en la producción de la línea de crema, de 11,44% a 6,66% de octubre a febrero de 2023, para alcanzar una mayor productividad en el proceso.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- Levantar el proceso de cremas identificando las causas de los defectos.
- Analizar las causas que producen productos defectuosos.
- Implementar soluciones incrementando la productividad en la línea de cremas.

1.4 Restricciones

Como restricciones para el desarrollo de este proyecto de investigación se consideran las siguientes:

- Mala calidad de la materia prima que hace que se obtengan productos que no cumplen con las especificaciones requeridas,
- El espacio limitado para el envasado de todas las líneas de producción.
- Limitación de operarios para el área de envasado que rotan en las actividades de producción.

1.5 Marco Teórico

Metodología DMAIC

Como inicio de este apartado se muestran algunas investigaciones previas que han utilizado DMAIC. DMAIC es una metodología estructurada utilizada en el marco del Seis Sigma para mejorar los procesos existentes y resolver problemas de calidad. La sigla DMAIC de acuerdo con (García, Paredes, & Ibáñez, 2023), proviene de las cinco fases que componen esta metodología:

- **Definir (Define):** En esta fase, se define claramente el problema a resolver y se establecen los objetivos del proyecto. También se identifican los clientes y sus necesidades, y se establecen los límites del proceso que será mejorado.
- **Medir (Measure):** En esta etapa, se recopilan datos relevantes sobre el proceso actual para entender su rendimiento. Se identifican las variables críticas y se desarrollan medidas específicas para evaluar el proceso. La recopilación de datos precisa es fundamental en esta fase.
- **Analizar (Analyze):** Durante esta fase, se analizan los datos recopilados para identificar patrones, tendencias y posibles causas del problema. Se utilizan herramientas estadísticas y técnicas de análisis para entender a fondo el proceso y sus deficiencias.

- **Mejorar (Improve):** En esta etapa, se desarrollan e implementan soluciones para abordar las causas fundamentales identificadas en la fase de análisis. Se prueban estas soluciones de manera controlada para asegurarse de que sean efectivas.
- **Controlar (Control):** La fase final implica establecer medidas de control para asegurar que las mejoras se mantengan a lo largo del tiempo. Se implementan sistemas de monitoreo y se establecen procedimientos para prevenir la recurrencia del problema.

En un primer lugar, se tiene la investigación realizada por (Palomino, 2018), titulada “Lean Manufacturing y su relación con la mejora de procesos: una revisión de la literatura”. En esta investigación la autora por medio de una revisión de la literatura logró identificar que la implementación de una herramienta Lean Manufacturing depende de distintos factores económicos y del capital humano, siendo así, que para lograr reducir los tiempos durante todo el proceso de producción se debe evaluar previamente cual es la ventaja competitiva que se podría tener, como se reducen los inventarios, como se logran organizar los puestos de trabajo. Por otro lado, se identificó que la implementación de las 5S es un proceso gradual y sistemático, y que el realizarlo de manera correcta posibilita la implementación de otras herramientas tales como el JIT (justo a tiempo) o el TPM (cero tiempos muertos).

Como segunda investigación, se tiene la realizada por (Mercado & Manosalva, 2018) titulada “diseño e implementación de las herramientas de manufactura esbelta en los procesos de planchado y pintura para mejorar la productividad en la empresa ELIO Automotriz Racing E.I.R.L”. Esta tesis tuvo como objetivo mejorar la productividad en los procesos de planchado y pintura utilizando herramientas de manufactura esbelta como VMS, Kaizen, 5S y Poka Yoke. El estudio demostró mejoras significativas en el ambiente laboral, las prácticas de manufactura y las condiciones de trabajo. Se implementaron cambios como interruptores

diferenciales y sensores de presión para prevenir paradas innecesarias y se redujeron los tiempos de ciclo en áreas clave.

Por otro lado, (Pinilla, 2021) en su tesis de pregrado tuvo como objetivo diseñar un programa de mantenimiento para empresa del sector cosmético basado en la estrategia de cero averías. Como metodología fue una investigación cuantitativa, de tipo estudio de caso y con un enfoque de estudio aplicado a una industria manufacturera del sector cosmético. Se realizó auditoría que permitió conocer la gestión del mantenimiento de las máquinas utilizadas durante el proceso productivo identificándose los problemas que lo afectan.

En base a lo anterior, (Pinilla, 2021) logró establecer un programa de mantenimiento (preventivo, predictivo) para la empresa objeto por medio de un modelo de gestión del mantenimiento integral, y la implementación del TPM y las 5S. Concluyendo que las buenas prácticas del mantenimiento y la correcta ejecución de este pueden garantizar un buen funcionamiento global en la compañía, permeando tanto el cuidado como la ejecución de activos y la organización de un ciclo de mejoramiento continuo.

(Cuellar & Huaroto, 2018) en su trabajo de Bachiller titulado “metodología Lean Six Sigma en la mejora de la gestión de abastecimiento en industrias farmacéuticas”: un estudio de revisión sistemática. Tuvieron como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura sobre la metodología Six Sigma, analizando desde la perspectiva de incremento del nivel de servicio y reducción de costos; encontrando que ambas metodologías pueden integrarse en la solución del problema y concluyendo que este tipo de enfoque híbrido permite a las empresas poder organizarse y analizar sus procesos de producción, aumentando su capacidad y reduciendo los productos defectuosos.

Capítulo 2

2. Metodología

Para resolver el problema descrito anteriormente, en este proyecto de investigación se aplicó la metodología DMAIC, la cual está compuesta por las siguientes fases: a) definición, 2) medición, 3) análisis, 4) mejora e implementación y 5) control.

2.1. Definición

La fase de definición es donde se describió el problema de forma clara como se realizó anteriormente en el capítulo 1, donde posteriormente se procedió a medir el estado del proceso.

2.2. Medición

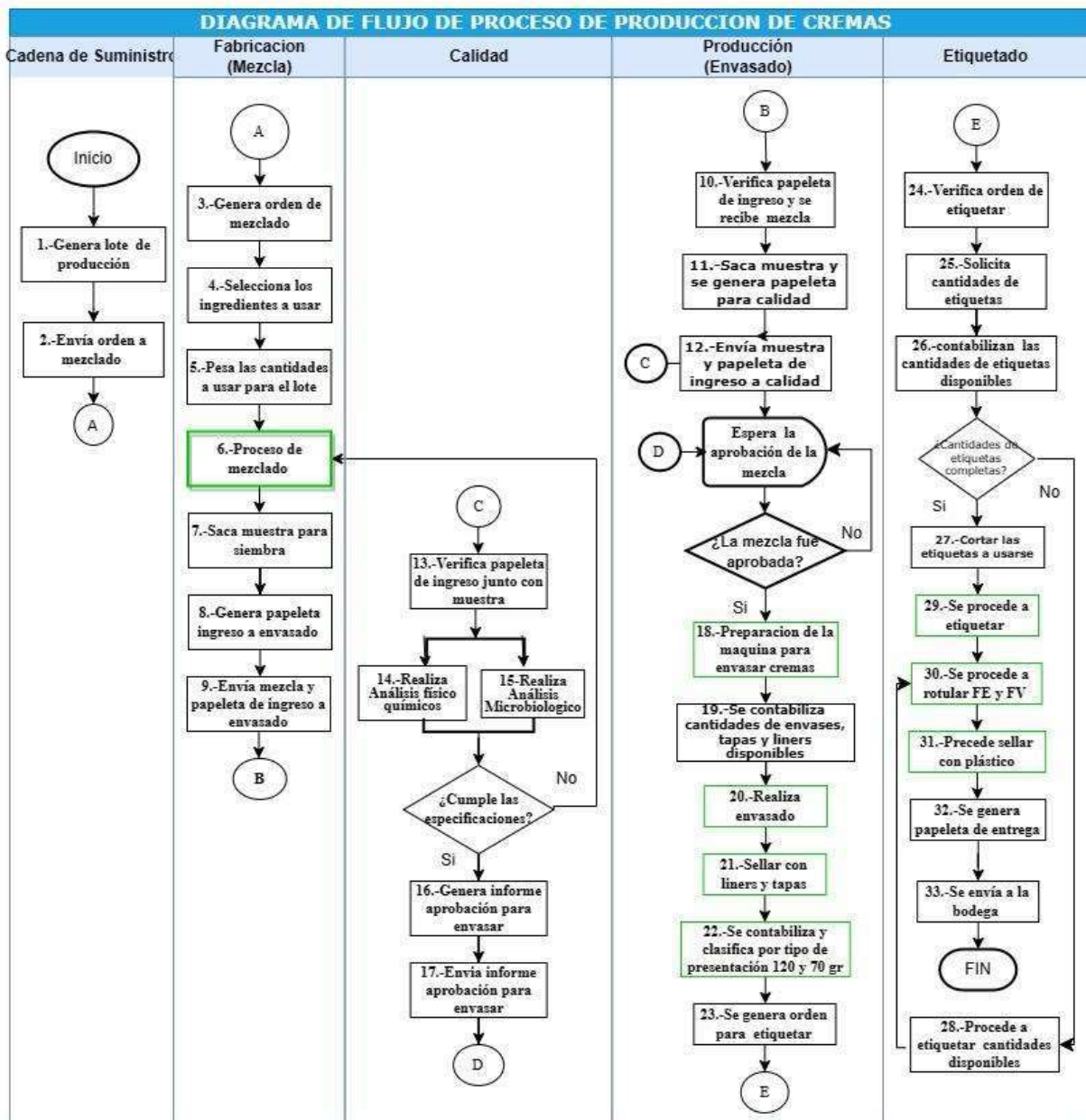
Después de definirse el problema de estudio, se estableció la variable de respuesta en donde se detallaron los objetivos y el alcance del proyecto, se procedió con esta etapa, en donde se identificaron las áreas involucradas dentro del proceso. Luego se realizó un levantamiento de información en la etapa de envasado de cremas y con esta información se elaboró un diagrama de proceso que dio cuenta del detalle de las actividades involucradas.

2.2.1. Mapeo del Proceso

Se realizó un diagrama del proceso por departamento, en donde se conoció el funcionamiento del proceso, detallando y clasificando cada una de las actividades que agregan o no valor al proceso de producción (ver figura 9).

Figura 9

Flujograma del proceso de envasado de crema



Dentro de este diagrama se identificó que las ocho actividades señaladas con color verde dentro de la figura 9, agregan valor al proceso, representando el 24% del total. De igual manera las actividades demás actividades de color negro no agregan valor; sin embargo, son necesarias para el proceso de producción representando el 75% del total. Por otro lado, como lo muestra la tabla 4 se identificó una “fabrica oculta” en el que se prepara la máquina para

envasar las cremas y, asimismo, el cuello de botella del proceso constituido por el análisis microbiológico, que puede implicar más tiempo del proceso de producción total.

Tabla 4

Resumen de actividades del diagrama de flujo del proceso de cremas

Descripción	Actividad	Cantidad
Actividades que agregan valor	6, 18,20,21,22,29,30,31.	8
Actividades que no agregan valor	1,2,3,4,5,7,8,9, 10,11,12,13,14,15,16,17,19,23,24,25,26,27,28,32,33.	25
Cuello de botella	15	1
Fabrica oculta	18	1

Asimismo, se clasificaron las actividades que agregan valor y las que no, con sus tiempos correspondientes como lo muestra la tabla 5 y 6 respectivamente.

Tabla 5.

Actividades que agregan valor

#	Actividades que agregan valor	Promedio tiempo (min)
1	6.-Proceso de mezclado	180
2	17.-Preparacion de la máquina para envasar cremas	10
3	19.-Realiza envasado	60
4	20.-Sella con liners y tapas	60
5	21.-Contabiliza y clasifica por tipo de presentación 120 y 70 gr	21
6	28.-Se Etiqueta	40
7	29.-Rotular FE y FV	40
8	30.-Sella con plástico	40

Nota. Elaborada en base a información de la empresa.

Tabla 6*Actividades que no agregan valor*

#	Actividades que no agregan valor	Promedio tiempo(min)
1	1.-Genera orden de producción	5
2	2.-Envía orden a mezclado	3
3	3.-Genera orden de mezclado	2
4	4.-Selecciona los ingredientes a usar	15
5	5.-Pesa las cantidades a usar para el lote	15
6	7.-Saca muestra para siembra	2
7	8.-Genera papeleta ingreso a envasado	5
8	9.-Envía mezcla y papeleta de ingreso a envasado	2
9	10.-Verifica papeleta de ingreso y se recibe mezcla	2
10	11.-Saca muestra y se genera papeleta para calidad	3
11	12.-Envía muestra y papeleta de ingreso a calidad	2
12	13.-Verifica papeleta de ingreso junto con muestra	2
13	14.-Realiza Análisis físico – químicos	20
14	15.-Realiza examen Microbiológico	3 a 5 días
15	16.-Genera informe aprobación para envasar	5
16	17.-Envía informe aprobación para envasar	5
17	19.-Se contabiliza cantidades de envases, tapas y liners disponibles	10
18	23.-Se genera orden para etiquetar	2
19	24.-Verifica orden de etiquetar	2
20	25.-Solicita cantidades de etiquetas	2
21	26.-Contabilizan las cantidades de etiquetas disponibles	10
22	27.-Cortar las etiquetas a usarse	8
23	28.-Procede a etiquetar cantidades disponibles	20
24	32.-Se genera papeleta de entrega	5
25	33.-Se envía a la bodega	5

Nota. Información obtenida de los datos de la empresa.

2.2.2. Plan de Recolección de Datos

Con la finalidad de tener datos que contribuyan a un mejor análisis de la variable de respuesta, se elaboró el plan de recolección de datos en donde se detalla la variable a medir, el significado operacional de cada una, la unidad de medida, el tipo de dato, entre otros (ver tabla 7).

Tabla 7*Plan de recolección de datos*

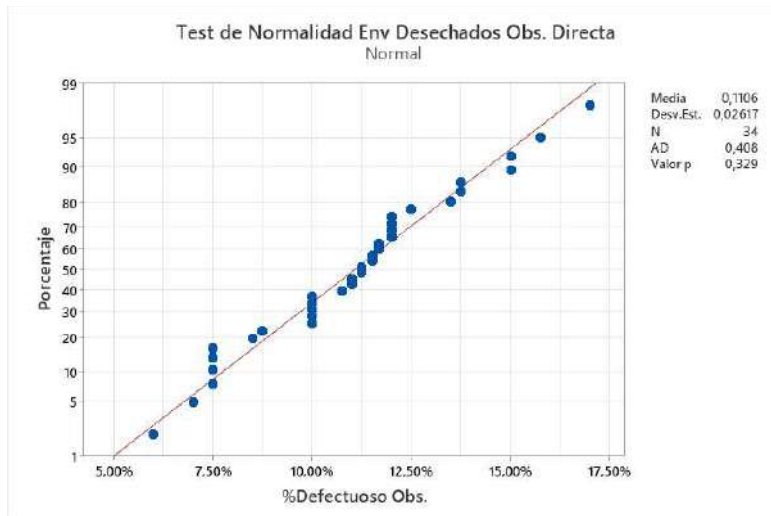
PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS										
QUÉ?				POR QUÉ?		CUÁNDO?	DÓNDE?	CÓMO?	QUIEN?	
x1	% Producto defectuoso en el proceso	Número	Cuantitativa -Continua	Feb23-Jul23	Línea de producción de crema	Variable a medir y mejorar por el proyecto	Feb23-Jul23	Área de producción	Datos históricos/observación directa	Líder de Proyecto: Luvi Duche
x2	Productividad promedio	grams/hours	Cuantitativa -Continua	Feb23-Jul23	Línea de producción de crema	Controlar y mejorar la productividad para evitar defectos	Nov23	Área de producción	Datos históricos/observación directa	Líder de Proyecto: Luvi Duche
x3	Fábrica oculta	Horas/hombre	Cuantitativa -Continua	Feb23-Jul23	Línea de producción de crema	Esto le permite determinar el número de horas extras	Nov23	Área de producción	Datos históricos	Líder de Proyecto: Luvi Duche
x4	Promedio de envases desechados	Número	Cuantitativa -Continua	Feb23-Jul23	Línea de producción de crema	Esto permite determinar el número de envases de plásticos desechados	Nov23	Área de producción	Datos históricos/Observación directa	Líder de Proyecto: Luvi Duche
x5	Tiempo promedio de análisis físico químicos	Días	Cuantitativa -Continua	2 meses	Línea de producción de crema	Un mayor tiempo de análisis conduce a una menor calidad del producto	Nov23	Calidad	Registro de análisis	Líder de Proyecto: Luvi Duche
x6	Número de ajustes de la máquina por llenado de tolva	Número	Cuantitativa -Continua	3 semanas	Línea de producción de crema	Verificar y minimizar el número de ajustes por llenado de tolva.	Nov23	Área de producción	Observación directa	Líder de Proyecto: Luvi Duche

2.2.3. Recolección y Confiabilidad de los Datos

- **Producto defectuoso en el proceso de producción de cremas**

La primera variable que se midió fue el porcentaje de producto defectuoso promedio mensual por contenido de la línea de producción de cremas, para esta variable se realizó una prueba de hipótesis la cual se obtuvieron datos históricos que han sido tomados desde febrero a julio de 2023 y datos observados directamente de dos meses, antes de realizar la prueba se comprobó la normalidad, luego se realizó prueba de hipótesis para comparación de medias, para determinar si los datos son confiables como se muestra en las Figuras 10 y Figura 11.

- $H_0: = u_1 = u_2$
- $H_1: u_1 \neq u_2$

Figura 10*Test de normalidad***Figura 11***Prueba de hipótesis entre medias***Estadísticas descriptivas**

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
%Defectuoso Obs.	34	0,11061	0,02617	0,00449	(0,10148; 0,11974)
%Defectuoso Data	92	0,11445	0,02613	0,00272	(0,10904; 0,11986)

μ : media de población de %Defectuoso Obs.; %Defectuoso Data

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 0,1144$

Hipótesis alterna $H_1: \mu \neq 0,1144$

Muestra	Valor T	Valor p
%Defectuoso Obs.	-0,84	0,405
%Defectuoso Data	0,02	0,985

El valor p es mayor al nivel de significancia 0,005, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que las medias son iguales, determinando la confiabilidad de los datos obtenidos.

Asimismo, a continuación, se muestra los resultados de las cajas defectuosas según la observación directa (figura 12) y según los datos históricos de la empresa (figura 13).

Figura 12

Diagrama de cajas de % defectuosos observación directa

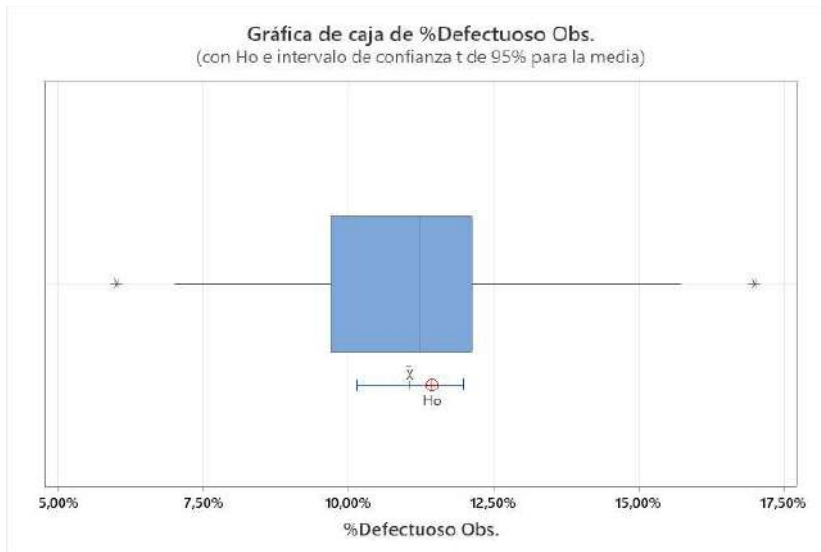
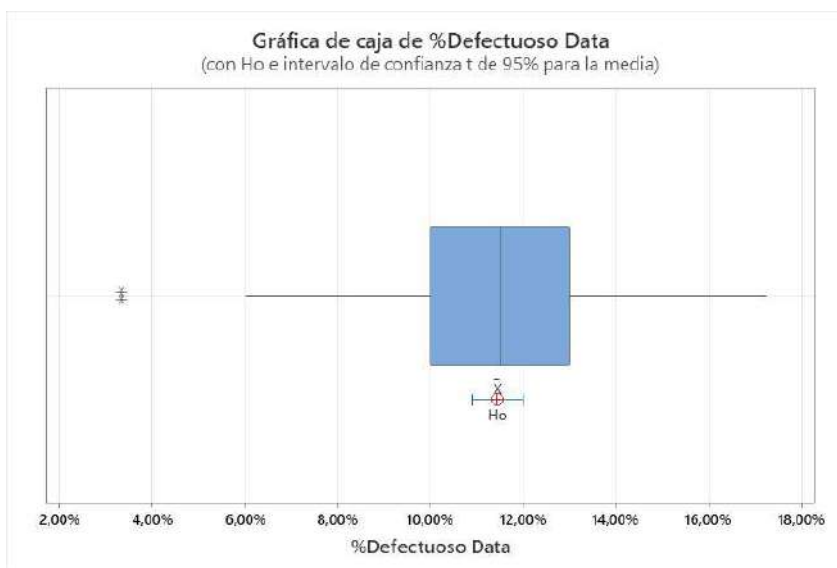
**Figura 13**

Diagrama de cajas de % defectuosos datos históricos



- **Productividad Promedio**

Para la medición de esta variable, se realizó una prueba de hipótesis la cual se obtuvo datos históricos que han sido tomados desde febrero a julio de 2023 y datos observados directamente de dos meses, luego se realizó prueba de hipótesis para comparación de medias como lo muestra la figura 14.

Figura 14*Prueba de hipótesis*

- $H_0: = u_1 = u_2$
- $H_1: u_1 \neq u_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media IC de 95% para μ	
				Est.	IC de 95% para μ
Productividad Data	92	53,91	17,03	1,78	(50,39; 57,44)
Productividad OBs.	34	51,17	15,69	2,69	(45,70; 56,65)

μ : media de población de Productividad Data; Productividad OBs.

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 53,91$

Hipótesis alterna $H_1: \mu \neq 53,91$

Muestra	Valor T	Valor p
Productividad Data	0,00	0,998
Productividad OBs.	-1,02	0,316

El valor p es mayor al nivel de significancia 0,005, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que las medias son iguales. Gracias a lo anterior, se pudo y determinar si los datos son confiables como se muestra en las Figuras 15 y Figura 16.

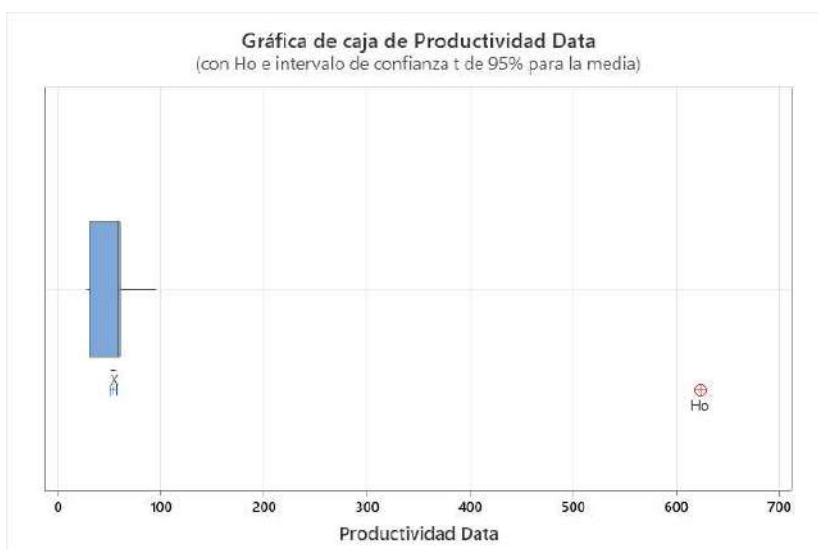
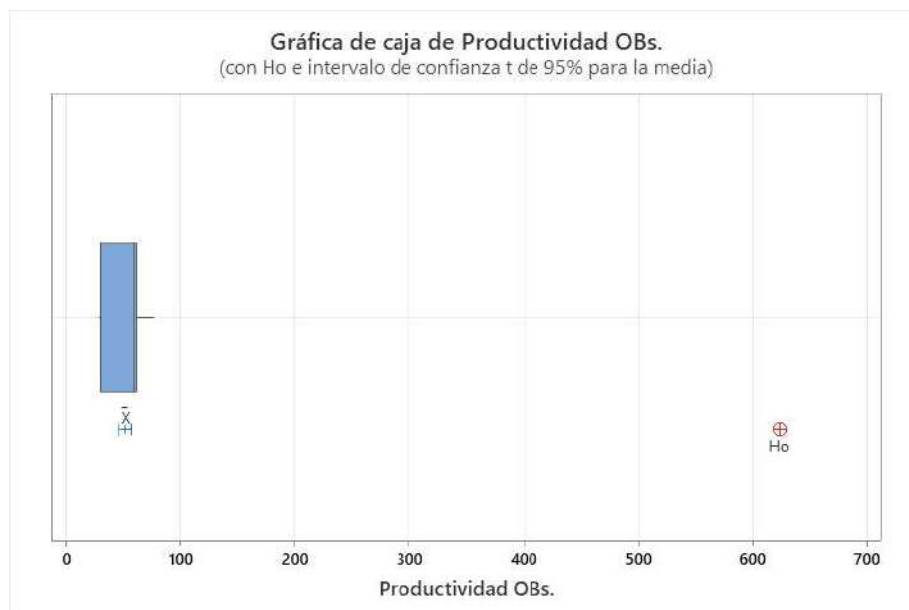
Figura 15*Diagrama de cajas de productividad datos históricos*

Figura 16

Diagrama de cajas de productividad, observación directa



- **Tiempo promedio de horas extras.**

Para esta variable, los datos se obtuvieron de la información histórica de la empresa que han sido tomados desde febrero a julio de 2023, en este caso los datos de cada mes que se presentan en la Tabla 8 ya han sido comparados con los datos de registro manual y los datos del sistema biométrico por parte de la empresa. En la Tabla 9 se muestra los datos estadísticos obtenidos de las observaciones realizadas de las horas extras. El paso a paso lo muestra en la figura 17.

Tabla 8

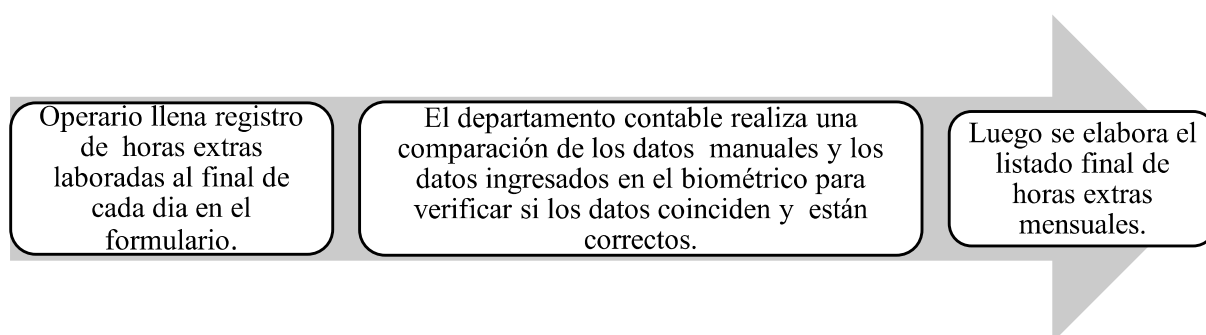
Horas extras de febrero a Julio 2023

Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Horas extras	56	45	50	54	67,85	48
Promedio de horas extras						53,475

Nota. Estos datos fueron obtenidos de los registros mensuales que son llenados por cada trabajador como se evidencia en el apéndice A, los cuales son registrados posteriormente en el sistema.

Tabla 9*Horas extras, datos estadísticos*

Ítems	Horas	Observación
N	6	Observaciones
M	53,48	Horas/mes
S	8,09	Horas/mes

Figura 17*Procedimiento para obtener horas extras*

- **Promedio de Envases Desechados**

Para medición de esta variable, se realizó una prueba de hipótesis la cual se obtuvo datos históricos que han sido tomados desde febrero a julio de 2023 y datos observados directamente de dos meses, se realizó prueba de hipótesis para comparación de medias, para determinar si los datos son confiables como se muestra en las Figuras 18 y Figura 19.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
EnvDesechData	92	40,64	13,76	1,43	(37,79; 43,49)
EnvDesechaObser	34	37,09	12,41	2,13	(32,76; 41,42)

μ : media de población de EnvDesechData; EnvDesechaObser

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 40,64$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu \neq 40,64$

Muestra	Valor T	Valor p
EnvDesechData	0,00	0,999
EnvDesechaObser	-1,67	0,105

El valor p es mayor al nivel de significancia 0,005, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que las medias son iguales.

Figura 18

Diagrama de cajas de envases desechados datos históricos

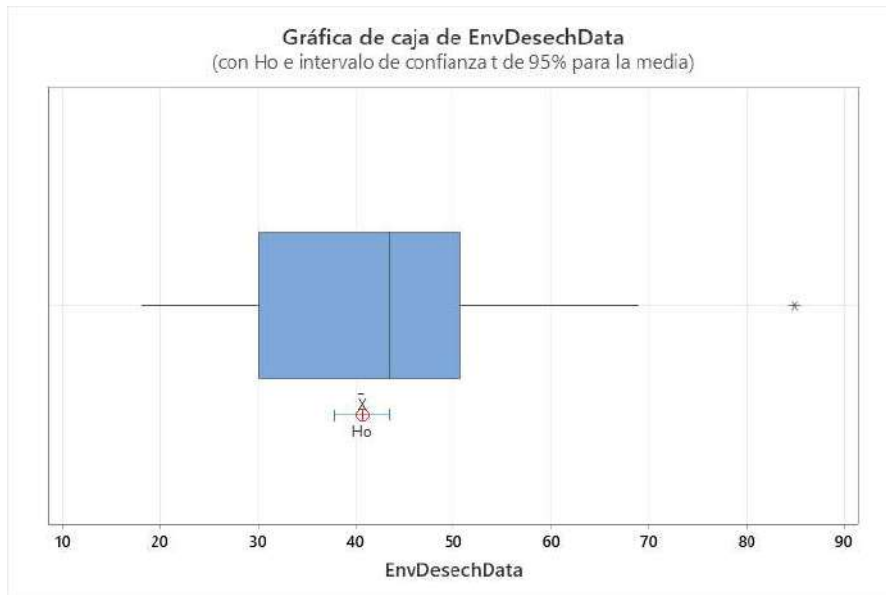
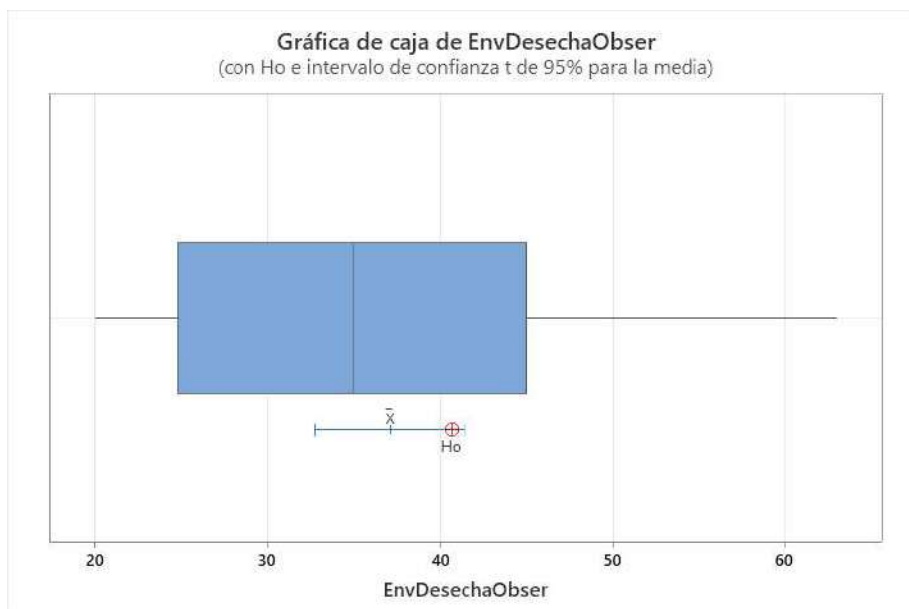


Figura 19

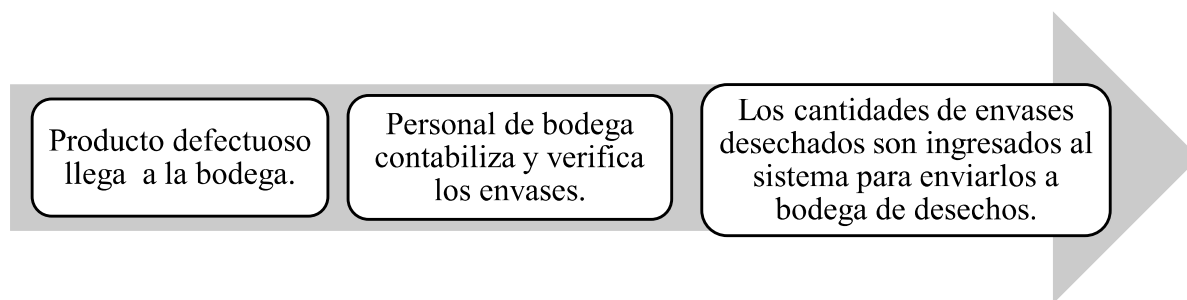
Diagrama de cajas de envases desechados, observación directa



A continuación se muestra el procedimiento para obtener envases desechados (ver figura 20).

Figura 20

Procedimiento para obtener envases desechados



- **Tiempo Promedio de Análisis Microbiológicos**

Para medición de esta variable, se utilizó formulario de registro de análisis como se muestra en la figura 21, para obtener datos de los meses de septiembre y octubre, estos datos son registrados manualmente como se muestra en el Apéndice B. Luego con estos datos se realizan los análisis estadísticos como se muestra en la figura 22, en donde su paso a paso se registra en la figura 23.

Figura 21

Formulario registro de análisis de resultados

REGISTRO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS					
Nombre del responsable:					
Turno: 8:30 am a 17 pm					
PRODUCTO	LOTE	Fecha ingreso de muestra	Fecha elaboración de Informe de análisis	Tiempo total análisis de resultados (días)	OBSERVACIONES
Observaciones					

Figura 22

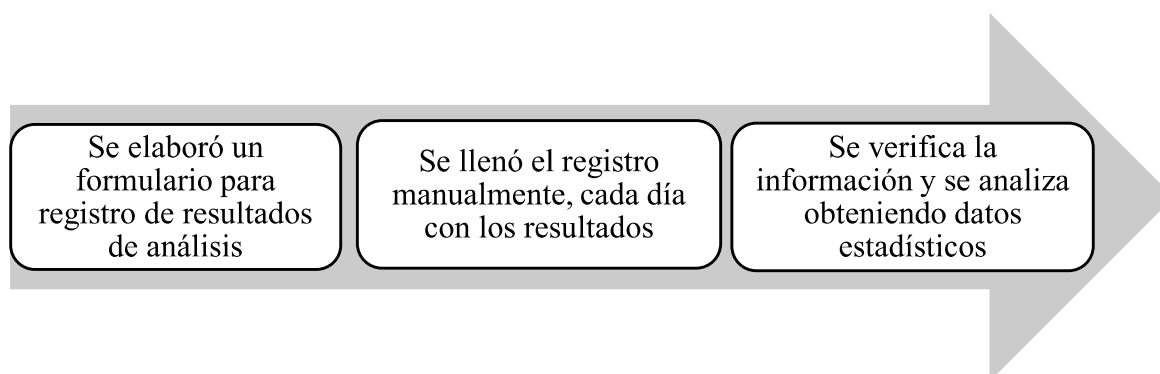
Dato estadístico para el tiempo de los resultados microbiológicos

Estadísticas

Variable	N	N*	Porcentaje	Porcentaje Acumulado	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar	Varianza
TPO resultado Microbio	13	0	100	100	4,000	0,113	0,408	0,167
Variable	Coefficiente Variable	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	Asimetría
TPO resultado microbio	10,21	3,000	4,000	4,00	4,00	5,000	2,000	0,00
Variable	Curtosis							
TPO Resultado Microbio	6,00							

Figura 23

Procedimiento para obtener tiempo de análisis microbiológicos



- **Número de Ajustes de la Máquina por Llenado de Tolva**

Para medir esta variable se registraron las veces que se realizan los ajustes en la máquina de llenado de tolva en el área de envasado de la línea de producción de cremas. Se utilizó un formato para el registro de los datos como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10*Registro ajuste de la máquina por llenado de Tolva*

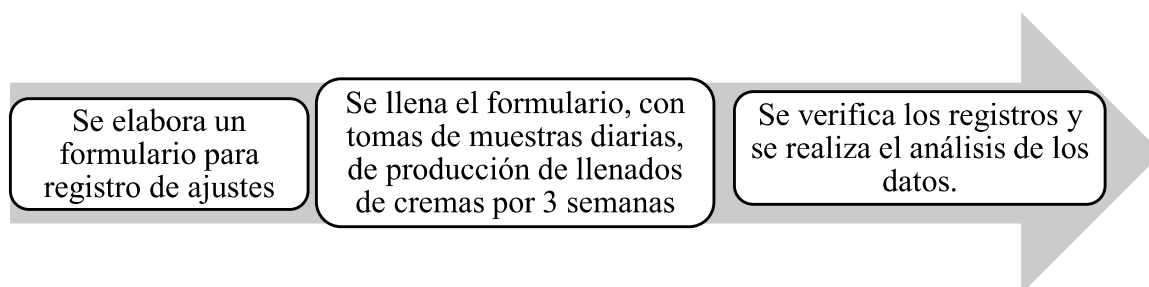
REGISTRO AJUSTE DE LA MÁQUINA POR LLENADO DE TOLVA					
Nombre del responsable:					
Turno: 8:30 a.m. a 17:00.					
Día de llenado	Hora de llenado	Máquina	Cantidad de ajuste por tolva	Veces de llenado de tolva	Presentación gr. llenado
Lunes					
Martes					
Miércoles					
Jueves					
Viernes					
Observaciones					

Nota. Esto se realiza con la finalidad de verificar y minimizar el número de ajustes diarios por llenado de tolva.

Los datos se tomaron por un periodo de 3 semanas en un turno de 8 horas diarias, luego con los datos se obtuvo los datos estadísticos como se presenta en la tabla 11 y se muestra el paso a paso de este proceso en la figura 24.

Tabla 11*Estadísticos para ajustes de la maquina por llenados de tolva*

#	Número de ajustes de la máquina por llenado de tolva	Unidades
N	9	Observación
M	3,88	Ajuste del día
S	1,453	Ajuste del día

Figura 24*Procedimiento para obtener el número de ajustes de la máquina por llenado de tolva*

2.2.4. Prueba de Normalidad

Se realizaron dos pruebas de normalidad como se muestra en las figuras 25 y 26, respectivamente, en donde se utilizaron los datos recolectados en la serie de tiempo de la definición del problema desde febrero a julio del 2023. Para este análisis se plantearon las siguientes hipótesis:

- H_0 : Los datos siguen una distribución normal.
- H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Figura 25

Prueba de normalidad para la variable de respuesta

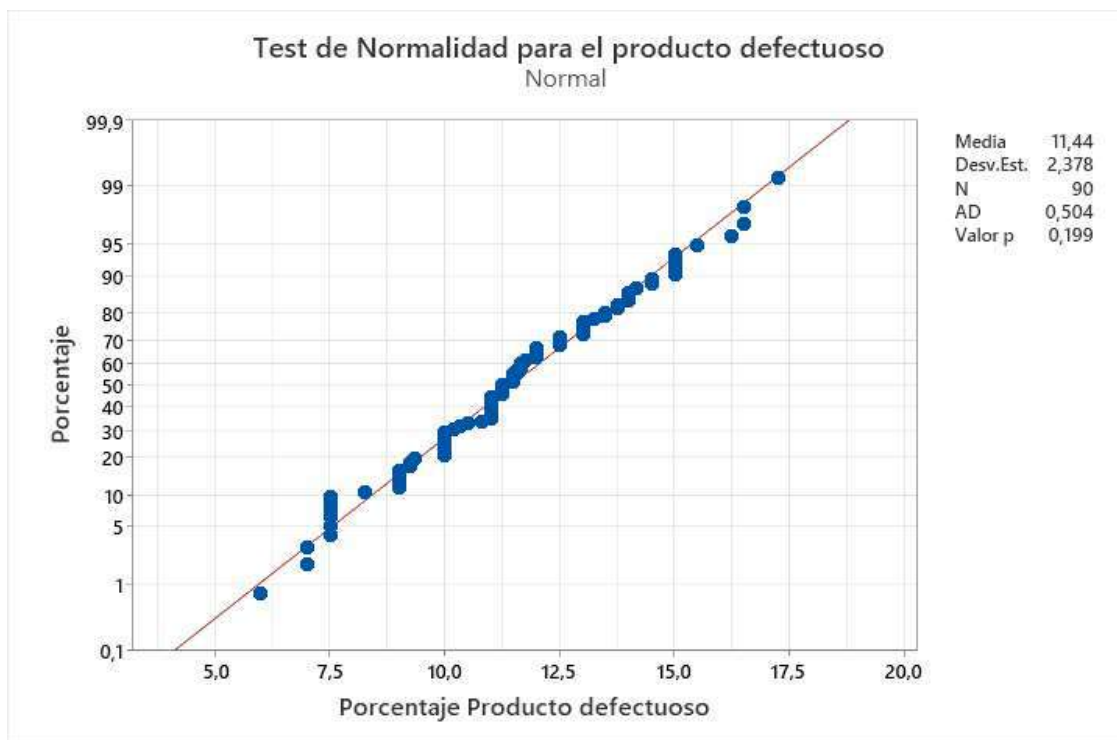
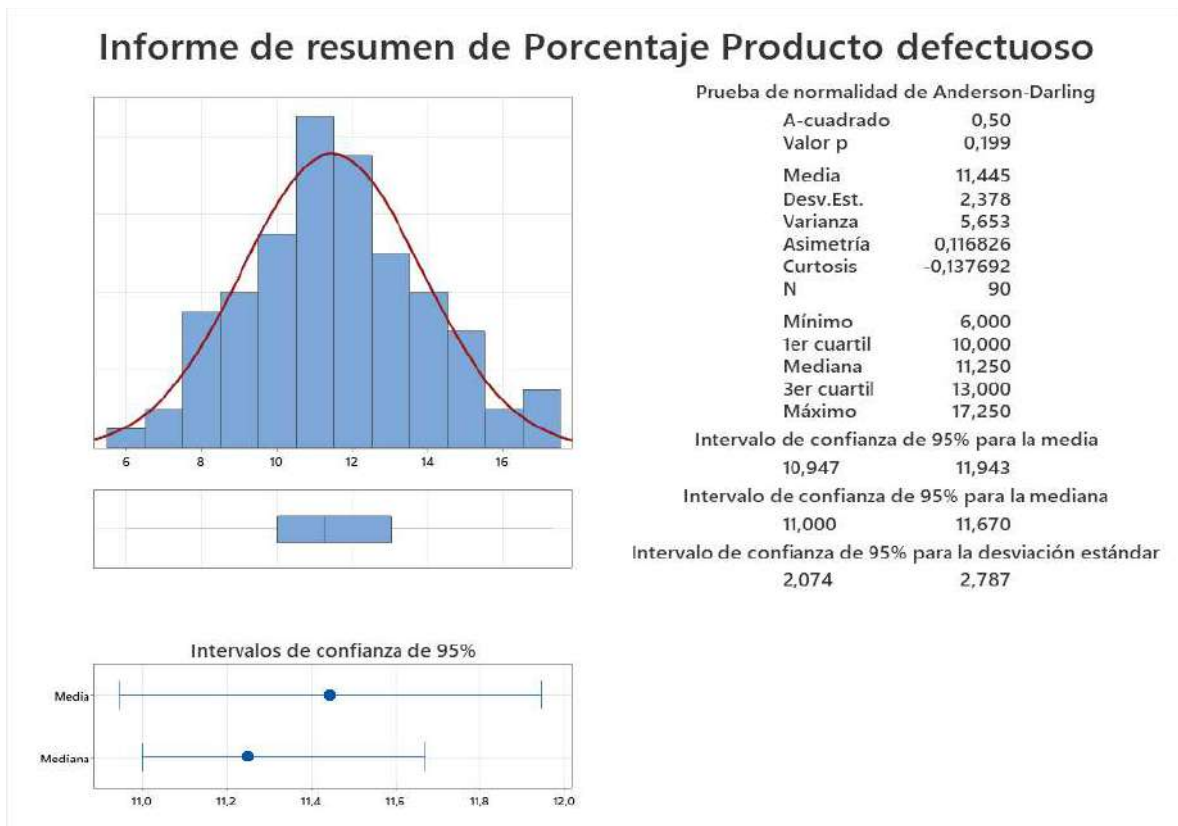


Figura 26*Prueba de normalidad Anderson-Darling*

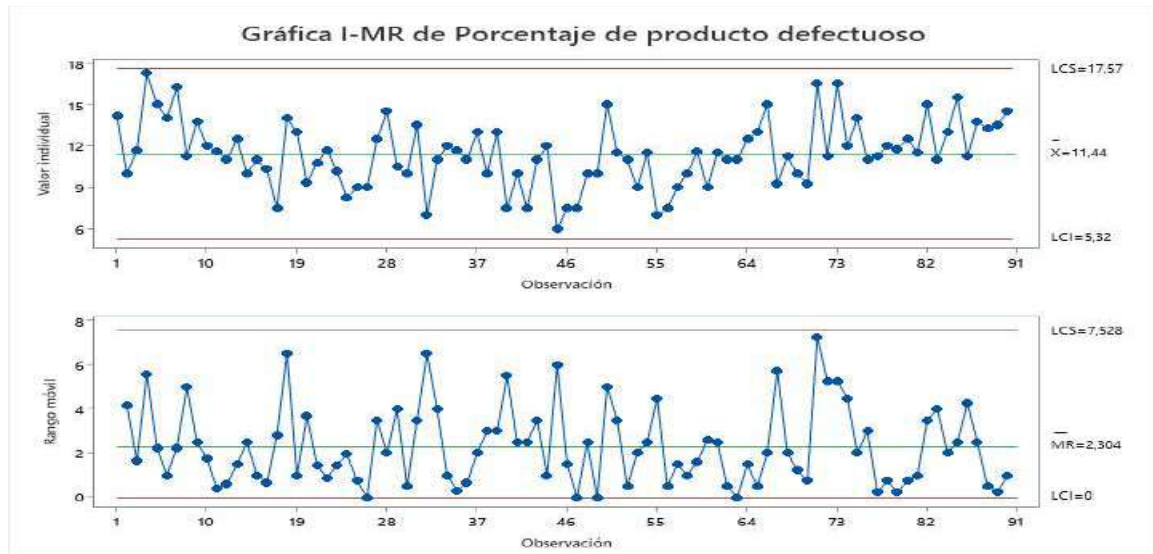
De acuerdo con lo anterior se puede identificar que el valor de p es mayor al valor de significancia $\alpha=0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis NULA y se puede concluir que los datos se ajustan a una distribución normal.

2.2.5. Gráficas de Control

Para conocer el estado del proceso y la variabilidad inmersa en el porcentaje de producto defectuoso se utilizó la gráfica del control I-MR debido a que son observaciones individuales, en donde se visualizó por medio de la carta de control individual y el rango móvil la variabilidad en los datos (figura 27).

Figura 27

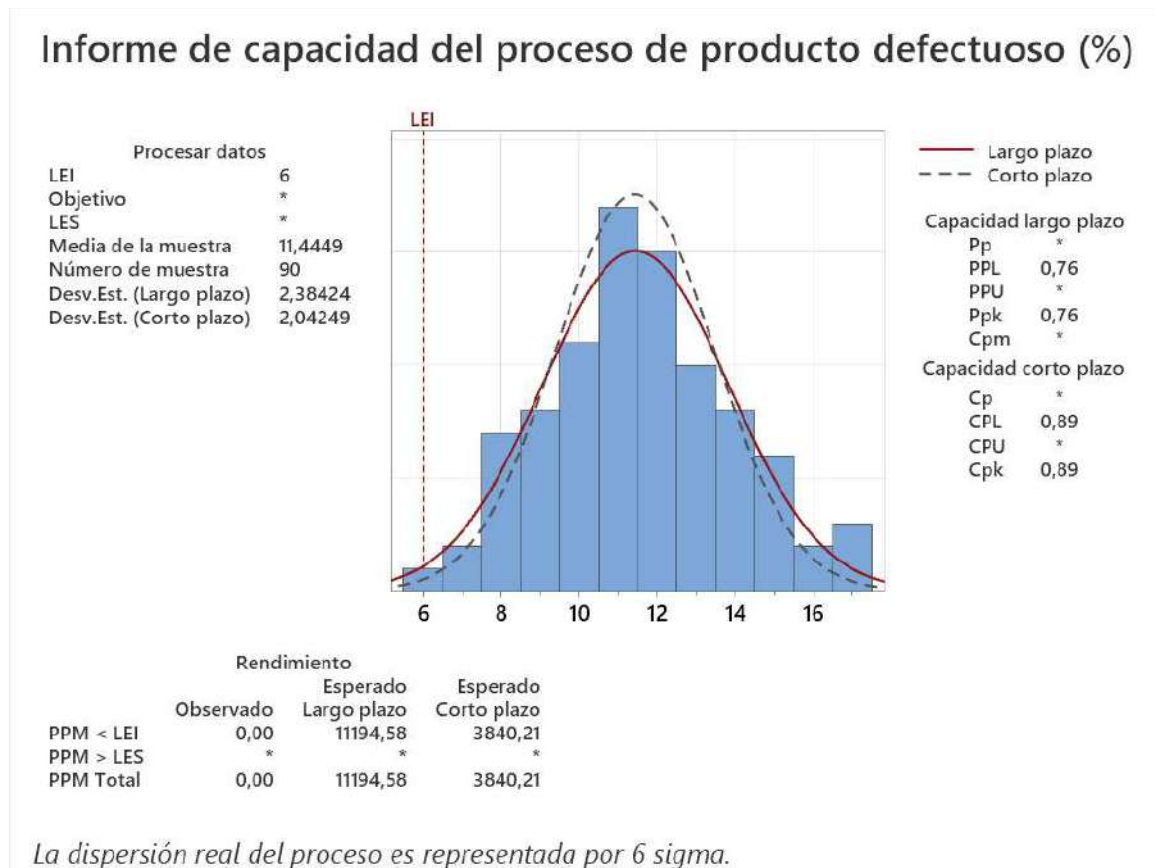
Carta de control individual y rango móvil bajo control estadístico



Según la anterior figura se evidencia que los datos están dentro de los límites de control por tal motivo el proceso está bajo control estadístico.

2.2.6 Análisis de Capacidad

Para el análisis de capacidad se estableció un límite de especificación superior el cual era el 11.44%, en donde su análisis se observa en la figura 28.

Figura 28*Análisis de la capacidad del proceso*

Se obtuvo un $cpk=0,89$ lo que indica que el proceso no está centrado y no es capaz.

2.3. Analizar

2.3.1. Lluvia de Ideas

Se realizaron reuniones con los clientes internos de la compañía para generar una lluvia de ideas, sobre las posibles causas que estén generando productos defectuosos en la línea de producción de cremas (ver figura 29).

Figura 29

Lluvia de ideas

Jefa de planta	Jefa de calidad	Asistente de fabricación	Jefe operativo	Operario de envasado
<ul style="list-style-type: none"> Alta rotación de operadores entre líneas Falta de orden en el área de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> No hay control permanente de la temperatura No hay control permanente de la humedad del área No hay control constante en los materiales necesarios a utilizarse en los análisis físico químicos No hay control constante en los materiales necesarios a utilizarse en los análisis microbiológicos 	<ul style="list-style-type: none"> No hay planificación de mantenimiento para los aires acondicionados Falta de proveedores calificados de materia prima No hay control de calidad de las especificaciones requeridas de la materia prima 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de capacitación de operario Los operadores tienen distintas maneras de operar la máquina 	<ul style="list-style-type: none"> Sub-utilización de maquinarias para llenados de otras líneas de productos similares Altos tiempos de espera por resultado de análisis de mezcla Alta frecuencia de ajustes en la máquina para envasar.

2.3.2. Diagrama de Ishikawa

Luego de conocer las posibles causas del problema, se realizó el diagrama de Ishikawa con el método de las 5M: medición, maquinaria, medio ambiente, material, mano de obra como se observa en la figura 30.

Figura 30

Diagrama de Ishikawa



2.3.3. Matriz Causa y Efecto

Mediante el análisis de causas potenciales obtenidas por el diagrama de Ishikawa junto al grupo de trabajo se le determinó por medio de un sistema de ponderación, para determinar el nivel de relación y correlación (ver tabla 12).

Tabla 12

Tabla de ponderación de correlación

Puntaje	Niveles de relación
0	Sin correlación
1	Correlación muy baja
3	Correlación moderada
9	Correlación fuerte

Con este análisis se pudo determinar las causas y efectos en el porcentaje de producto defectuoso y así, poder enfocarse en aquellas que tuvieran una mayor incidencia y un bajo control como lo detalla la tabla 13.

Tabla 13

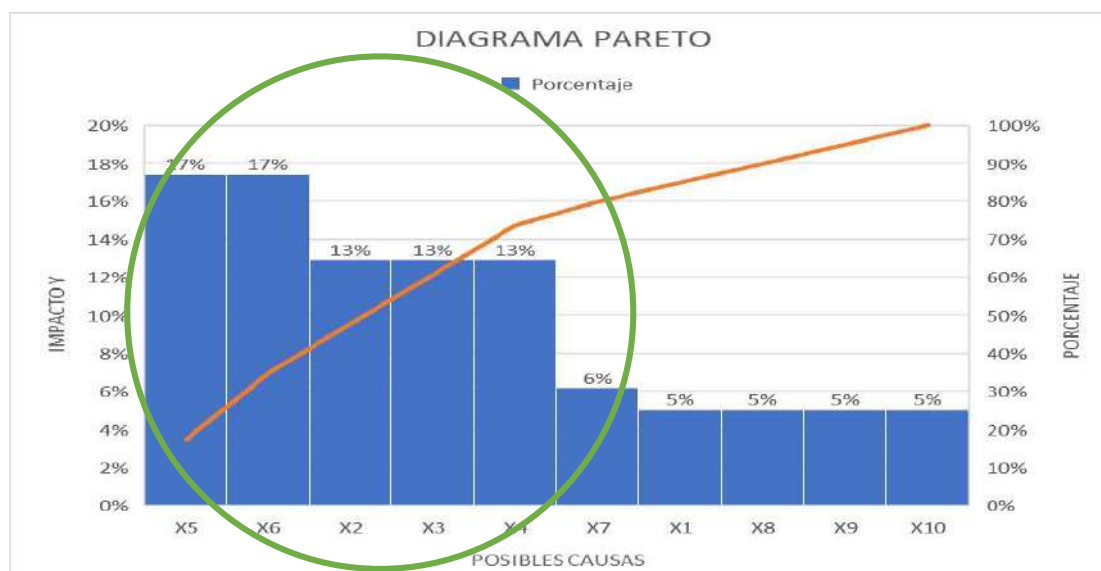
Matriz causa y efecto

Matriz Causa y efecto			Variable de salida Y					Total
			Porcentaje de producto defectuosos en la línea de cremas					
Variable de entrada / Causas potenciales	Variable X	CAUSAS	Jefe de planta	Jefe de calidad	Asistente de fabricación	Jefe operativo	Operario de envasado	
	X1	Alta rotación de operadores entre líneas	1	3	1	3	1	9
	X2	Falta de orden en el área de trabajo	9	9	3	1	1	23
	X3	No hay control permanente de la temperatura y humedad del área	9	9	3	1	1	23
	X4	No hay control de calidad de las especificaciones requeridas de la materia prima	9	9	3	1	1	23
	X5	No hay planificación de mantenimiento para los aires acondicionados	9	9	9	3	1	31
	X6	Altos tiempos de espera por resultado de análisis de mezcla	9	9	9	3	1	31
	X7	subutilización de maquinarias para llenados de otras líneas de productos similares	3	3	3	1	1	11
	X8	Alta frecuencia de ajustes en la máquina para envasar.	3	3	1	1	1	9
	X9	No hay control constante en los materiales necesarios a utilizarse en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos	1	3	3	1	1	9
X10	Los operadores tienen distintas maneras de operar la máquina.	1	1	3	3	1	9	

Con esta información se realizó un diagrama de Pareto para determinar cuáles son las causas que representan el 80% del problema y estas se centran en 6 causas las cuales se observan en la figura 31.

Figura 31

Diagrama de Pareto



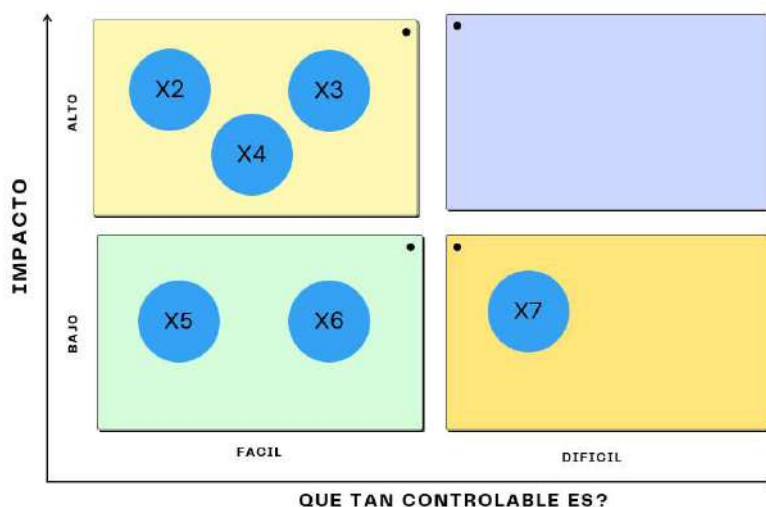
2.3.4. Diagrama Impacto-Control

En la matriz de causas se clasificó las variables de entradas de acuerdo con el impacto que tiene cada variable sobre el problema y que tan controlable es. Las causas potenciales que resultaron del diagrama de Pareto de la figura 31, se presentan en la tabla 14 y también se muestra la clasificación de cada variable en el gráfico de impacto-control (figura 32).

Tabla 14

Diagrama Impacto-control

Variable X	Causas
X2	Falta de orden en el área de trabajo
X3	No hay control permanente de la temperatura y humedad del área
X4	No hay control de calidad de las especificaciones requeridas de la materia prima
X5	No hay planificación de mantenimiento para los aires acondicionados
X6	Altos tiempos de espera por resultado de análisis de mezcla
X7	Subutilización de maquinarias para llenados de otras líneas de productos similares

Figura 32*Diagrama impacto-Control*

Con la información otorgada por la matriz impacto-control se eligieron las causas que se encuentran en el primer cuadrante, es decir las causas que tiene alto impacto y son fáciles de controlar, obteniendo así 3 causas que fueron analizadas posteriormente para determinar la causas raíz.

2.3.5 Plan de Verificación de Causas

Luego que se realizó la selección de las causas, y se elaboró el plan de verificación en el cual se evidencia el impacto que tiene cada una con el problema determinado en el proyecto para el análisis y como estas serán verificadas (ver tabla 15).

Tabla 15*Plan de verificación de causas*

Variable X	Causas Potenciales X	Teoría de impacto	¿Como verificarlo?
X2	Falta de orden en el área de trabajo	Cuando no hay un correcto almacenamiento y rotulación del producto, ocasiona que el producto permanezca más tiempo en el área, aumentando cantidad de producto defectuoso	Gemba, observación directa
X3	Falta de control de la temperatura y humedad del área	Cuando el equipo de control de temperatura y humedad no funciona adecuadamente en los niveles necesarios para el área, se genera producto defectuoso	Gemba, Data histórica junio y julio
X4	No hay control de calidad de la de la materia prima	Cuando la materia prima no es de buena calidad cumpliendo todas las especificaciones, se genera producto defectuoso.	Análisis de la calidad de la materia

- **X2: Falta de orden en el área de trabajo**

Para verificar esta variable se realizó una observación directa al área de trabajo que es el de llenado de la línea de producción de cremas, donde se pudo observar que algunos tachos que contiene el producto a envasar no tenían la rotulación debida para ser identificada correctamente y además se observó un inadecuado almacenamiento del producto.

- **X3: No hay control permanente de la temperatura y humedad del área.**

Para la verificación de esta variable se tomó información histórica de los meses de junio y julio del 2023, de los valores de la temperatura y humedad registrados en el área, y que se compararon con los rangos relativos aceptables para cada una, como se muestra en la tabla 16 y 17, con los datos después se realizaron graficas de series de tiempo respectivas (Figura 33 y 34).

Tabla 16

Rango relativo temperatura

Rango relativo de temperatura	
Hasta	25°C

Tabla 17

Rango relativo de humedad

Rango relativo de humedad	
Hasta	70%

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
19	23,21	4,43	1,02	(21,08; 25,35)

μ : media de población de Temperatura

Estadísticas

Variable	N	N*	Porcentaje	PrcAcum	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo
humedad	19	0	100	100	63,68	2,10	9,17	84,12	14,40	40,00

Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango	Asimetría	Curtosis
humedad	58,00	66,00	70,00	74,00	34,00	-1,25	1,06

Figura 33

Gráfica de serie de tiempo de temperatura, datos históricos

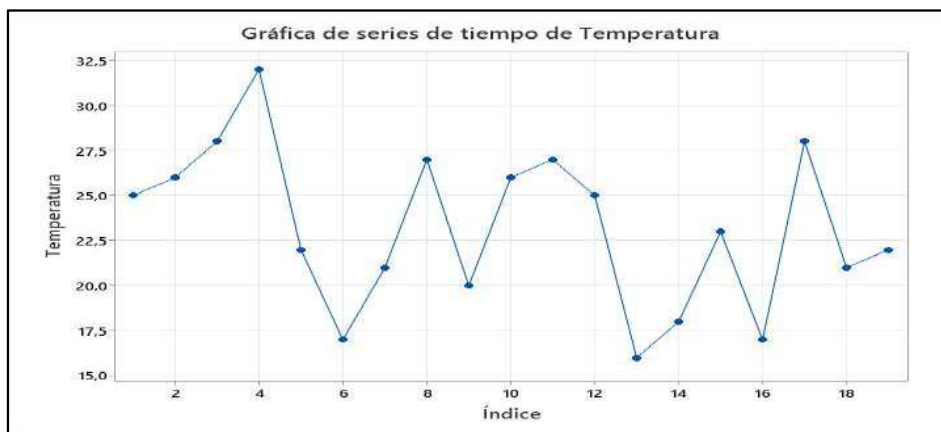
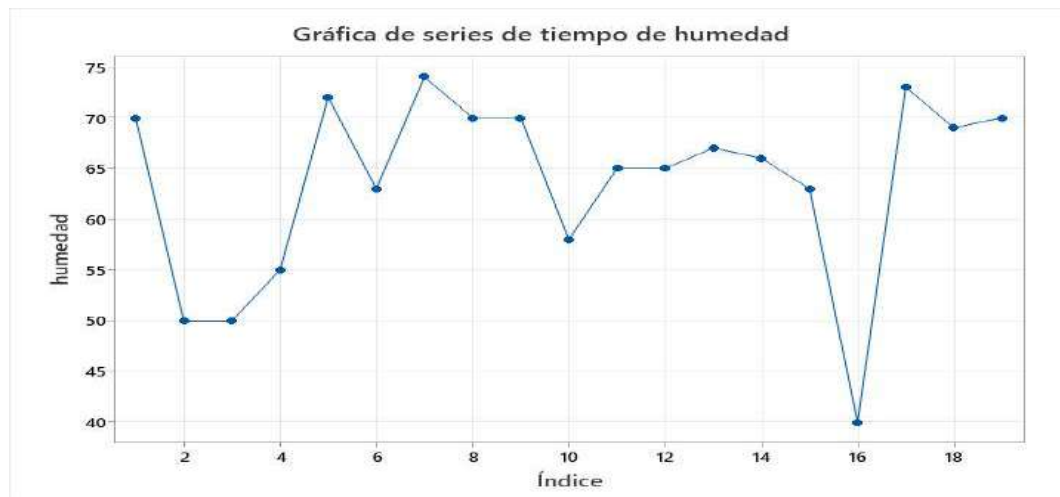


Figura 34

Gráfica de serie de tiempo de humedad, datos históricos



En las gráficas de series de tiempo de temperatura y humedad se pudo observar que hay puntos que están fuera de los rangos establecidos como aceptables, lo que determina que la humedad y temperatura son causas que afectan a la variable de salida, es decir que son causas potenciales que provocan productos defectuosos en la línea de cremas.

- **X5: No hay control de calidad de la materia prima**

Para la verificación de esta variable se tomó dos muestras de dos lotes diferentes de cremas bases para análisis microbiológicos y físico químicos para determinar con los resultados la calidad de cada una ellas que contenía materia prima en su composición, los resultados de los análisis de cada muestra de los dos lotes se pueden observar en la figura 35 y Figura 36.

Figura 35

Resultados de análisis microbiológicos de un lote con materia prima de baja calidad

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis de la muestra a las 24, 48 y 72 horas de incubación.

PRODUCTO	Crema de tirosinasa de 120g
LOTE	270423

TIPO DE AGAR	PRESENCIA DE COLONIAS inicial		
	24 H	48 H	72 H
NUTRITIVO	0	0	0
E.M.B	0	0	0
T.S.A	0	0	0
MCONKEY	0	0	0

OBSERVACIONES:

A las 72 horas de incubación la muestra no presenta crecimiento de microorganismos en los medios de cultivo. La muestra cumple con todos los procesos de envasado y esterilización. La materia prima fue esterilizada por medio de la autoclave.

La posible causa y la más probable de que el producto esté fuera de rango, es porque la emulsión no dura y el producto se separa. La materia prima puede estar vencida y por ello las emulsiones salen débiles y se rompen al pasar del tiempo.

TIPO DE AGAR	PRESENCIA DE COLONIAS final		
	24 H	48 H	72 H
NUTRITIVO	I	I	I
E.M.B	I	I	I
T.S.A	I	I	I
MCONKEY	0	0	0

Figura 36

Resultados de análisis fisicoquímicos con materia prima de baja calidad

Laboratorio dermocosmetico					
INFORME DE ANALISIS RECONFIRMATIVO					
Muestra:	Crema Base				
Lote:	270423				
Fecha de Recepción:	27-04-23				
Inicio de Ensayo:	27-04-23				
Terminación de ensayo	30-04-23				
Tipo	Producto base				
Cantidad de muestras recibidas	Directo				
Identificación de las muestras	Crema base				
ANALISIS FISICO-QUIMICO					
METODO	MINIMO	MAXIMO	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ENSAYO
Aspecto			Crema		Organoléptica
Color			Blanco		Organoléptica
Emoliencia			Baja		Organoléptica
Vida útil del producto			36	Meses	Cámara de envejecimiento
pH	5	6	6.5	pH	pH-metro
Viscosidad	8000	16000	4446	mPa	Viscosímetro
Densidad	0	1	0.99	Kg/m3	Densímetro
Temperatura	0°	25°	17	°C	Termómetro
*La base se encuentra fuera de rango en los valores de viscosidad. Eso quiere decir, que se encuentra más fluida y ligera al tacto.					

Se pudo observar en los resultados de los análisis microbiológicos que a las 72 horas de incubación la muestra no presenta crecimiento de microorganismos en los medios de cultivo. La muestra cumple con todos los procesos de envasado y esterilización. La materia prima fue esterilizada por medio de la autoclave.

Pero presentó valores fuera de rangos para la viscosidad en los resultados de análisis fisicoquímicos la posible causa y la más probable de que el producto esté fuera de rango, es porque la emulsión no dura y el producto se separa, lo cual determina que la materia prima puede estar vencida y por ello las emulsiones salen débiles y se rompen al pasar del tiempo como lo muestra las figuras 37 y 38.

Figura 37

Resultados de análisis fisicoquímicos con materia prima de buena calidad

LABORATORIO DERMOCOSMETICO INFORME DE ANALISIS RECONFIRMATIVO					
Muestra:	Crema Base				
Lote:	210823				
Fecha de Recepción:	22-08-23				
Inicio de Ensayo:	22-08-23				
Terminación de ensayo	26-08-23				
Tipo	Producto terminado 1C				
Cantidad de muestras recibidas	Envase de 787g				
Identificación de las muestras	Crema base				
ANALISIS FISICO-QUIMICO					
METODO	MINIMO	MAXIMO	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ENSAYO
Aspecto			Crema		Organoléptica
Color			Blanco		Organoléptica
Emoliencia			Alta		Organoléptica
Vida útil del producto			36	Meses	Cámara de envejecimiento
pH	5	6	5	pH	pH-metro
Viscosidad	8000	16000	15781.8	mPa	Viscosímetro
Densidad	0	1	0.86	g/cm ³	Densímetro
Temperatura	0°	25°	17	°C	Termómetro
*Las nuevas producciones de crema base se encuentran en rangos específicos. La emoliencia se mantiene alta y la emulsión se mantiene estable.					

Figura 38

Resultados de análisis fisicoquímicos con materia prima de buena calidad

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis de la muestra a las 24, 48 y 72 horas de incubación.

PRODUCTO	Crema Base
LOTE	210823

TIPO DE AGAR	PRESENCIA DE COLONIAS		
	24 H	48 H	72 H
NUTRITIVO	0	0	0
E.M.B	0	0	0
T.S.A	0	0	0
MCONKEY	0	0	0

OBSERVACIONES:

A las 72 horas de incubación la muestra no presenta crecimiento de microorganismos en los medios de cultivo. La muestra cumple con todos los procesos de envasado y esterilización. La materia prima fue esterilizada por medio de la autoclave.

2.3.6 Técnica del 5 Por qué para Identificar Causas Raíz

Luego de conocer las causas potenciales y el impacto que cada una tiene sobre la variable de respuesta, se procedió a encontrar la causa raíz (ver tablas 18, 19 y 20).

- **X2: Falta de orden en el área de trabajo**

Tabla 18

Análisis 5 Por qué X2

¿Por qué hay desorden en el área de trabajo?	¿Por qué los trabajadores realizan las cosas a su manera?	¿Por qué falta de capacitación en las tareas?	
Porque los trabajadores realizan las cosas a su manera	Por falta de capacitación en las tareas a realizarse en el área de envasado	Porque hay pocos procedimientos definidos para las actividades a realizarse	Causa raíz
	¿Por qué tienen mucho trabajo asignado de envasar para el día?	¿Por qué no tienen una planificación de las tareas a realizarse en el área?	
Porque tienen mucho trabajo asignado de envasar para el día	Porque no tienen una planificación de las tareas a realizarse en el área	Porque los trabajadores pierden mucho tiempo buscando lo que necesitan	Causa raíz

- **X3: No hay control permanente de la temperatura y humedad del área**

Tabla 19.

Análisis 5 Por qué X3

¿Por qué no hay control permanente de la temperatura y humedad del área?	¿Por qué los equipos para control de las temperaturas y humedad en el área no siempre se encuentran en buen estado?	¿Por qué no existe una planificación para el mantenimiento de los equipos de control de temperatura y humedad del área?	
	Porque no existe una planificación para el mantenimiento de los equipos de control de temperatura y humedad del área.	Porque se reparan los equipos o se da mantenimiento solo cuando existen problemas en el área.	Causa raíz
Porque los equipos para control de las temperaturas y humedad en el área no siempre se encuentran en buen estado	¿Por qué falta conocimiento de los trabajadores sobre los rangos permitidos y revisan la temperatura y humedad solo una vez al día o cuando los problemas aparecen?	¿Por qué falta capacitación al personal sobre estos temas?	

Porque falta conocimiento de los trabajadores sobre los rangos permitidos y revisan la temperatura y humedad solo una vez al día o cuando los problemas aparecen.	Porque falta capacitación al personal sobre estos temas	Porque falta planificación de capacitación al personal del área de envasado.	Causa raíz
---	---	--	-------------------

- **X5: No hay control de calidad de la materia prima**

Tabla 20

Análisis 5 Por qué X5

¿Por qué no hay control de calidad en la materia prima?	¿Por qué el personal encargado de evaluar la materia prima no ha recibido capacitación adecuada para el control de la calidad de la materia prima??	¿Por qué no tienen procedimientos definidos para el control de calidad?	Causa raíz
Porque el personal encargado de evaluar la materia prima no ha recibido capacitación adecuada para el control de la calidad de la materia prima.	Porque no tienen procedimientos definidos para el control de calidad.	Porque se necesita definir protocolos para evaluar la calidad de la materia prima.	











2.4. Mejora

Luego de haber finalizado la etapa de análisis y conocido las causas raíz del problema, se realizó reuniones con el equipo de trabajo del área de envasado y el jefe de planta para establecer lluvias de ideas, de las posibles soluciones (ver tabla 21).

2.4.1 Propuesta de Soluciones

Tabla 21

Propuesta de soluciones

Causas raíz		Soluciones
Hay pocos procedimientos definidos para las actividades a realizarse.		S1: Definir procesos para las actividades en el área de envasado
Los trabajadores pierden mucho tiempo buscando lo que necesitan	 	S2: Aplicación de la metodología 5S y orden en el área de trabajo
Se reparan los equipos o se da mantenimiento solo cuando existen problemas en el área.	  	S3: Elaboración de un plan de mantenimiento autónomo de los equipos de control de temperatura y humedad
Falta planificación de capacitación al personal del área de envasado.	 	S4: Planificación capacitación sobre control del ambiente de trabajo, temperatura y humedad
Se necesita definir protocolos para evaluar la calidad de la materia prima	 	S5: Instructivo de protocolo de control calidad para materia prima

Nota. En la tabla se puede observar que más de una propuesta de solución contribuye a la solución de una causa raíz.

Junto con las jefas de planta y de calidad se realizó una evaluación de priorización de soluciones de acuerdo con el impacto y esfuerzo que se requiere para la aplicación de las estas soluciones, como lo muestra la figura 39.

Figura 39

Matriz Impacto - Esfuerzo de las soluciones



En la figura anterior, se observó que la solución 3, tienen un alto impacto y bajo esfuerzo, y las soluciones 2 y 5 tienen un alto impacto y esfuerzo, y las soluciones 1 y 4 tienen un bajo impacto y bajo esfuerzo.

Luego del análisis Impacto- esfuerzo de las soluciones, junto con el equipo de trabajo de la empresa, se escogió las soluciones S2, S3 y S5, para su implementación, debido a que tiene un alto impacto en la variable de respuesta (Y).

2.4.2 Análisis de Costos

Después del análisis de las propuestas de las soluciones para las causas raíz de los productos defectuosos en la línea de cremas, se procedió con la evaluación financiera en la cual se consideran los costos fijos, es decir los costos del material y el costo de la implementación, con la finalidad de conocer si la aplicación de las soluciones es viable (Tabla 22).

Tabla 22*Análisis de costos*

N°	Soluciones	Horas totales	Costo material	Costo implementación	Costo Total
1	Definir procesos para las actividades en el área de envasado	20	\$250	\$80	\$130
2	Aplicación de la metodología 5S y orden en el área de trabajo	70	\$400	\$220	\$620
3	Elaboración de un plan de mantenimiento autónomo de los equipos de control de temperatura y humedad	15	\$30	\$60	\$90
4	Planificación capacitación sobre control del ambiente de trabajo, temperatura y humedad	15	\$30	\$50	\$80
5	Instructivo de protocolo de control de calidad para materia prima (crema base)	20	\$30	\$400	\$430

Nota. Evaluación financiera con costos promedios de compra de materiales e implementación de las soluciones.

En la anterior tabla, se evidenció que las soluciones 2 y 5 son las más costosas, además, de acuerdo con la gráfica de impacto - esfuerzo las soluciones S2 y S5 son las que tienen alto impacto y esfuerzo.

Por lo tanto, para tomar la decisión final junto con el equipo de trabajo se realizó una ponderación de resultados como se muestra en la tabla 26, en donde se escogió las soluciones que tiene mayor puntaje para ser implementadas. Aquí se consideraron los resultados de las calificaciones para costo, impacto y esfuerzo según las tabas 23, 24 y 25 respectivamente.

Tabla 23

Calificación para costo

CARA	BAJA
3	1

Tabla 24

Calificación para impacto

ALTO	BAJO
3	1

Tabla 25

Calificación para esfuerzo

ALTO	BAJO
3	1

De acuerdo con lo anterior, se escogió las soluciones con las puntuaciones altas para ser implementadas estas son las soluciones S2, S3 y S5, como lo muestra la tabla 26.

Tabla 26.

Ponderación de resultados

Criterio	Propuesta de soluciones				
	S1	S2	S3	S4	S5
Impacto	1	3	3	1	3
Esfuerzo	1	3	1	1	3
Costo	1	3	1	1	3
TOTAL	3	9	5	3	9

2.4.3. Desarrollo Plan de Implementación

A continuación, se desarrolló un plan de implementación con detalles de las soluciones planteadas para eliminar las causas raíz, el costo de la implementación y además quiénes son los responsables de ejecutarla como lo muestra la tabla 27.

Tabla 27

Plan de implementación

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN						
SOLUCIONES	POR QUÉ?	CÓMO?	DÓNDE?	CUÁNDO?	CUÁNTO?	QUIÉN?
Aplicación de la metodología 5S y orden en el área de trabajo	Porque al tener un lugar organizado trabajan mejor y disminuye los defectos	Establecimiento de las Ss activas (S1, S2, S3) y las Ss pasivas (S4 y S5) para garantizar una área más limpia y organizada	Área de envasado	6/12/2023	\$620	Líder de proyecto, jefe de producción y operarios de envasado
Elaboración de un plan de mantenimiento autónomo de los equipos de control de temperatura y humedad	Porque al no tener una planificación de mantenimiento de los equipos solo se los revisan cuando están presentando algún problema	Creación de un plan de mantenimiento autónomo para los equipos de humedad y temperatura que les permita a los operarios tener un mejor control de los equipos.	Área de envasado	11/12/2023	\$90	Líder de proyecto, jefe de producción y operarios
Instructivo de protocolo de control calidad para materia prima (crema base)	Porque el personal encargado puede realizar control de la calidad de la materia prima y reducir productos defectuosos	Elaborando un instructivo para los análisis fisicoquímicos, microbiológico y de estabilidad para control de calidad de la crema base	Área de fabricación	15/12/2023	\$430	Líder de proyecto, jefa de Calidad

2.5 Implementación

2.5.1 Implementación Solución 2: Aplicación de la Metodología 5S y Orden en el Área de Trabajo

Una de las primeras soluciones que se implementó fue la aplicación de la metodología 5S y orden en el área de trabajo, en donde esto último es necesario porque al tener un lugar organizado se puede trabajar mejor y disminuye los defectos. Se implementó esta solución estableciendo las Ss activas que son las siguientes: a) clasificación, b) orden y c) limpieza (S1, S2 y S3); garantizando así una área más limpia y organizada.

Se definió el equipo de trabajo, el cual está conformado por el jefe de planta, el de calidad, el de producción y los operarios de envasado. Este equipo de trabajo se encargó de controlar y mantener las 5 S que se implementó en el área de trabajo.

S1: Clasificación

Clasificar significa retirar del área de trabajo todos los elementos que no son necesarios. Para empezar la implementación de esta S activa, se escogió el área de envasado como piloto, sugiriendo hacerlo ya sea el lunes o martes de la primera semana del mes para poder llevar un buen registro. Durante el día que se escogió, primero se identificó los artículos innecesarios y se los llevó a un área temporal; después de una semana, se lo desechó.

En este punto se buscó elementos innecesarios en diferentes sitios, por ejemplo:

- En las esquinas, detrás de las puertas
- Debajo de mesas y estantes.
- En cajas no etiquetadas.
- En el suelo junto a las máquinas.
- En las cajas de herramientas.
- En los pasillos y detrás de los pilares.

Para la implementación de la S1 activa, se utilizó la estrategia de las tarjetas rojas como se muestra en la Figura 40.

Figura 40

Tarjeta roja

Nombre del elemento : _____

Razón: _____

Finalidad: _____

Cantidad: _____

Fecha de etiqueta: Código de tarjeta:

Para poder llevar un buen registro es necesario una codificación de la ubicación de las áreas. La estructura de código sugerida se encuentra en la tabla 28. De igual manera para el registro de maquinarias es necesario una codificación para identificar a los equipos, la tabla de códigos sugeridos se encuentra en la Tabla 29.

Tabla 28.

Códigos sugeridos para la ubicación de las áreas

Código	Ubicación
01	Área 1: fabricación
02	Área 2: Envasado
03	Área 3: Etiquetado
04	Área 4: Microbiología
05	Área 5: Bodega desechos

Tabla 29.

Códigos sugeridos para tipo de maquinarias

Código	Ubicación
01	Balanza digital
02	Sellador por inducción para liners
03	Generación de ozono industrial
04	Medidor de pH
05	Máquina automática de llenado de líquidos
06	Máquina llenadora de gel o crema con pedal
07	Máquina de llenado manual
08	Incubadora de laboratorio
09	Horno de secado
10	compresor de aire
11	Deshumidificador eléctrico portátil 100 ml
12	humidificador de aire
13	Deshumidificador de alta potencia 1.8 Litros
14	Acondicionadores de aires

Los elementos que sean necesarios para el área de trabajo se colocan en una lista o **formato de selección y clasificación de elementos necesarios**, como se muestra en la figura 42. Esta lista permitió posteriormente llevar control de los elementos que se encuentran en el área de trabajo y que son necesarios. Los formatos llenos con los datos del área piloto, área de envasado, se encuentran en el **Apéndice C**.

Figura 42.

Formato de selección y clasificación de elementos necesarios

Selección y clasificación de Equipos, herramientas y elementos necesarios			
Código	Detalles del artículo	Cantidad	Justificación*
* Justificación: ¿A qué área pertenece y para qué se lo usa?			
Fecha: _____		Elaborado por: _____	
Revisado por: _____			
		firma: _____	

S2. Orden

La práctica del orden pretende ubicar los elementos necesarios en lugares donde se puedan encontrar fácilmente para su uso. Para la implementación de esta S activa se lo realizó por medio de lo siguiente:

Uso de controles visuales

Los controles visuales se utilizaron para informar de manera fácil los siguientes temas:

1. Sitios donde deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.
2. Conexiones eléctricas.

Para impedir que al final de los procesos de lavado se deje grifos de agua abiertos lo cual provocaría desperdicio de líquido se utilizó el siguiente control visual (figura 43):

Figura 43.

Prohibido dejar grifos abiertos



El control visual que se utilizó para la ubicación de los implementos de limpieza fue el siguiente (figura 44):

Figura 44.

Implementos de limpieza



El control visual que se utilizó para los elementos de seguridad fue el siguiente (figura 45);

Figura 45.

Extintor



Los controles visuales que se utilizó para las conexiones eléctricas fueron las siguientes (figura 46):

Figura 46.

Conexiones visuales de conexiones eléctricas



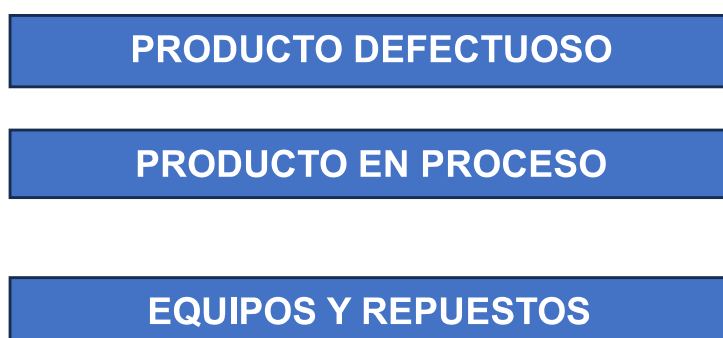
Marcación de la ubicación

El área de envasado tiene su espacio para cada actividad, pero no está visiblemente delimitadas, por lo que se utilizó el método de marcación de la ubicación poniéndole sus respectivos nombres a las áreas de trabajo.

Letreros para identificar las diferentes áreas (figura 47).

Figura 47.

Controles visuales de área de trabajo



S3.- Limpieza

Para mantener la limpieza del área de trabajo de envasado se realizó el siguiente formato como lo muestra la figura 48.

Figura 48

Check List de orden y limpieza

CHECK LIST DE ORDEN Y LIMPIEZA							Fecha:
							Hora:
FABRICACIÓN							
Datos de la inspección							
Operador: _____				Responsable: _____			
Infraestructura y Pisos		ENTRADA			SALIDA		
		SI	A MEDIAS	NO	SI	A MEDIAS	NO
Las máquinas utilizadas están en perfecto orden, limpias y libres en su entorno de todo material innecesario.							
Las cestas de producto terminado y para reprocesarse se encuentran en orden e identificado.							
Los suelos están limpios, secos y sin desperdicios ni material innecesarios.							
Se encuentran limpias y libres las perchas y mesones en su entorno de todo material innecesario.							
Se encuentran libres de goteo de aceite.							
Las máquinas que se encuentran en parada están protegidas de la contaminación de ambiente.							
Existe materiales como paletas, marcos, plástico stress, cartones y separadores cercanos a líneas de producción cuyas áreas no son destinadas para tal material.							
Cumplimiento de la Inspección							
Observaciones							
PRODUCCIÓN							
Datos de la inspección							
Operador: _____				Responsable: _____			
Infraestructura y Pisos		ENTRADA			SALIDA		
		SI	A MEDIAS	NO	SI	A MEDIAS	NO
Las máquinas utilizadas están en perfecto orden, limpias y libres en su entorno de todo material innecesario.							
Las cestas de producto terminado y para reprocesarse se encuentran en orden e identificado.							
Los suelos están limpios, secos y sin desperdicios ni material innecesarios.							
Se encuentran limpias y libres las perchas y mesones en su entorno de todo material innecesario.							
Se encuentran libres de goteo de aceite.							
Las máquinas que se encuentran en parada están protegidas de la contaminación de ambiente.							
Existe materiales como paletas, marcos, plástico stress, cartones y separadores cercanos a líneas de producción cuyas áreas no son destinadas para tal material.							
Cumplimiento de la Inspección							
Observaciones							

S4.- Estandarización

Se utilizó estos estándares para uso del operario en el área de trabajo, si llega a encontrar anomalías se debe de informar a la patrulla 5S.

Se estableció estándares de limpieza (Figura 49) para el área de envasado que fueron colocados de manera visible para todo el personal del área, pero el personal encargado realizó la revisión semanal de que esto se esté cumpliendo y se esté realizando de la manera correcta como esta en la ficha y en la frecuencia mencionada, para mantener el orden en esa área.

Figura 49

Estándares de limpieza

Limpieza área de envasado								
Estándares de Limpieza								
Actividad	estándar de limpieza	Método de limpieza	herramientas para limpieza	Responsable	Tiempo limpieza	Frecuencia		
						Diario	Semanal	Mensual
Lavar los envases plásticos 1er lavado	Sin polvo ni humedad	Limpiar con agua destilada y alcohol	Alcohol, agua destilada	Operario envasado	10 min	X		
Lavar los envases plásticos 2do lavado	Sin polvo ni humedad	Prepara fórmula 14 litros de alcohol puro(98°) y 6 litros de agua destilada y lavar los envases con la preparación	Alcohol 98°, agua destilada	Operario envasado	10 min	X		
Lavar los envases de vidrios 1er lavado	Sin polvo ni humedad	Limpiar con agua destilada y alcohol	Alcohol, agua destilada	Operario envasado	10 min	X		
Lavar los envases de vidrios 2do lavado	Sin polvo ni humedad	Preparar fórmula 14 litros de alcohol puro(98°) y 6 litros de agua destilada y lavar los envases con la preparación	Alcohol 98°, agua destilada	Operario envasado	10 min	X		
Limpieza de la máquina envasadora al inicio del día	Sin polvo ni humedad	Limpiar con agua, luego se coloca alcohol para desinfectarla y se seca con papel toalla	Agua, alcohol, papel toalla.	Operario envasado	5 min	x		
Limpieza de la máquina envasadora al final del día	Sin polvo ni humedad, sin residuos	Se lava pieza por pieza con agua y alcohol, para esto se desarma completamente la máquina	Agua, alcohol, papel toalla.	Operario envasado	20 min	x		
Limpiar las áreas de trabajo, mesas	Sin polvo ni humedad	Limpiar con alcohol los mesones y las herramientas	Franela, alcohol, guantes	Operario envasado	5 min	X		

Adicionalmente, se estableció estándares de inspección que estuvo a cargo de una persona responsable, para supervisar que se mantenga y se realice las actividades establecidas para la implementación de las Ss activas, esto se realizó de manera semanal como se indica en la figura 50.

Figura 50

Estándares de inspección para las actividades implementadas en el área de trabajo

Estándares de Inspección								
Actividad	estándar de inspección	Método de inspección	Criterio para inspección	Responsable	Tiempo inspección	Frecuencia		
						Diario	Semanal	Mensual
Revisar el área de trabajo, que no se encuentren partes innecesarias	Orden y limpieza	Visual: Revisar que el área de envasado no tenga elementos innecesarios.	Todo en orden	Operario envasado	5 min		X	
Revisar que el orden en el área de trabajo se mantenga	Orden y sin impurezas	Visual: Los mesones tienen que estar despejados y sin elementos innecesarios	Todo limpio y en orden	Operario envasado	5 min		X	
Revisar que la limpieza se la realice	Limpio y sin impurezas	Visual: Revisar que los mesones y toda el área estén limpias de acuerdo a los estándares de limpieza	Todo limpio y en orden	Operario envasado	5 min		X	
Revisar que los estándares de limpieza estén disponibles	Limpio y ordenado	Visual: Revisar que los estándares de limpieza establecidos para el área estén al alcance	Todo limpio y en orden	Operario envasado	6 min		X	
Revisar que los controles visuales estén visibles	Buen estado y visible	Visual: Revisar que los controles visuales estén visibles en el área de trabajo.	Todo en buen estado, visibles	Operario envasado	7 min		X	

S5.- Disciplina

En esta parte, se creó un comité de personas que supervisar la aplicación de la metodología 5S, para que se mantenga en el lugar de trabajo. En donde se capacitó a los operarios sobre los siguientes temas ver tabla 30, además se muestra el siguiente cronograma de actividades (ver tabla 31).

Tabla 30

Temas de capacitación 5S

Capacitación	Involucrados	Horas	Área
3S Activas (Clasificación, orden y limpieza)	Todos los operarios	2 horas	Área de envasado
2S Pasivas (Estandarización y disciplina)	Todos los operarios	2 horas	Área de envasado
Utilización de Formatos para las 3S Activas	Todos los operarios	2horas	Área de envasado
Uso formato para auditorías 5S	Patrulla 5S	2 horas	Área de envasado

Tabla 31*Cronogramas de actividades para mantener las 5S en el área de trabajo*

Cronograma de actividades	Frecuencia
Limpieza de áreas de trabajo	Diario
Organización de herramientas y equipos	Diario
Limpieza general	Semanal
Organización y clasificación de elementos en general	Semanal
Mejoras	Mensual
Auditorías de la implementación de la 5S	Mensual

2.5.2. Implementación Solución 3: Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Autónomo De Los Equipos De Control De Temperatura y Humedad

El mantenimiento de los equipos de control de temperatura y humedad se los realizaba cuando presentaban alguna falla o daño, y esto afectaba el área de envasado, causando productos defectuosos. Por ese motivo se realizó un plan de mantenimiento autónomo de los equipos de control de temperatura y humedad. El plan de mantenimiento al ser autónomo, los operarios pueden realizar las reparaciones básicas a los equipos evitando que estos lleguen a dañarse; prevaleciendo su vida útil y a la vez controlando que se mantenga un área adecuada de trabajo para la conservación del producto durante el proceso, reduciendo los productos defectuosos. Para la correcta implementación de esta solución se capacitó al personal involucrado, en temas relacionados al mantenimiento autónomo (ver tabla 32)

Tabla 32*Cronogramas de capacitación para mantenimiento autónomo*

Capacitación para el mantenimiento autónomo	Involucrados	Horas	Área
Limpieza de filtros de unidad de plástico	Operario envasado	1	Envasado
Limpieza de filtro de tipo textil	Operario envasado	1	Envasado
Limpieza del ventilador	Operario envasado	1	Envasado
Limpieza del radiador de la unidad exterior	Operario envasado	1	Envasado

Revisión de la presión de gas que en frío este entre 8 y 15°C y en modo calor este entre 40 y 55°C	Operario envasado	1	Envasado
Verificación de ruidos extraños y conexiones eléctricas	Operario envasado	1	Envasado
Cambiar líneas y terminales si es necesario	Operario envasado	1	Envasado
Manejo de formatos elaborados	Operario envasado	1	Envasado
Total		8 horas	

Por otro lado, se elaboraron formatos para tener un inventario de los equipos que hay en el área de envasado, y así, saber en qué condiciones se encuentran no solo las maquinarias que son para el control de humedad sino también la temperatura del área de envasado. Esto se monitorizó con un formato para inventarios de máquinas y equipos y un formato para inventario de repuestos como lo muestran las figuras 51 y 52.

Figura 51

Formato para inventarios de maquinarias y equipos

Laboratorio dermocosmético				PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
INVENTARIO TÉCNICO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS						
Código	Máquina	Marca	Modelo	N° Serie	Fecha de Adquisición	Estado / Observaciones

Realizado por: _____ Revisado por: _____
Fecha: _____ Firma: _____

Figura 52*Formato para inventarios de repuestos de maquinarias y equipos*

Laboratorio Dermocosmético		
Plan de Mantenimiento Autónomo		
Inventario de Repuestos		
Cantidad	Repuesto	Para uso en máquina
	código/nombre	código /nombre
Fecha:	_____	Revisado por: _____
Elaborado por:	_____	Firma: _____

Además, se elaboró un formato para el registro de tipo de fallas de los equipos de control de temperatura y humedad, de tal manera que, las fallas menores, los operarios realizaron el mantenimiento, pero para las fallas mayores, se solicitó una revisión técnica externa, para que se realice el arreglo de la falla en la maquinaria correspondiente. (ver figuras 53 y 54).

Figura 53*Ficha de registro falla mayor o falla menor*

Plan de Mantenimiento Autónomo				
Limpieza general e inspección (maquinaria y equipos)				
Nº	Tipo de máquina Codigo	Observaciones de anomalías o averías	Falla mayor	Falla menor
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
#				
Fecha:		Revisado por:		
Elaborado por:		<hr/> Firma		

Figura 54*Ficha histórica de los equipos y maquinarias*

Laboratorio dermocosmetico					
Plan de mantenimiento Autónomo					
Ficha historia					
Tipo de Maquina:			Código:		
Fecha	Falla o averia	Mano de obra	Repuesto	Duración	Realizado por

Adicionalmente, se elaboró formatos para el plan de mantenimiento autónomo preventivo de reparación de maquinarias y equipos (ver figura 55).

Figura 55*Ficha de plan de mantenimiento autónomo*

Laboratorio Dermocosmético		Plan de Mantenimiento Autónomo																				
Laboratorio Dermocosmético		Cronograma de Acción de Plan de Mantenimiento																				
Mes																						
Día		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	
Fecha																						
Código	Máquina	Técnico																				

Fecha:	Revisado por:
Elaborado por:	_____ Firma

En este punto también se consideró un formato para el control o registro de reparaciones realizadas por el personal de la empresa, técnico externo. En donde se detalló la visita y la reparación realizada (ver figura 56).

Figura 56

Formato Control de visitas, reparación o revisión técnica

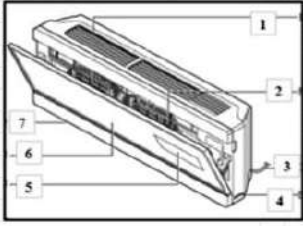
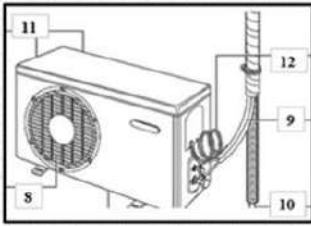
Laboratorio Dermocosmético	Plan de Mantenimiento Autónomo		
	Control de visita / Revisión		
Fecha: Guayaquil, ___ de _____ del 20__			
Visita : _____		Planificado: _____	
Revisión: _____		No planificado: _____	
Máquina : _____	Hora inicio : _____ hrs		
Código: _____	Hora fin: _____ hrs		
	Duración: _____ hrs		
Avería encontrada o mantenimiento preventivo	Revisiones		Causas
	Si	No	
Observaciones:			
Técnico: _____		Jefe de producción: _____	
Firma : _____		Firma: _____	

Finalmente, se elaboró un documento para el uso por parte del operario. Este documento consta de los procesos básicos de limpieza, inspección y mantenimiento preventivo a equipos para el control de ambiente (aire acondicionado) del área de envasado (ver figura 57).

Figura 57

Formato Chek list para limpieza de aire acondicionado

MA		Registro Mantenimiento Operador: Limpiador aires acondicionados		Check List: 001																											
Proc	Frecuencia			Días (Mes: Septiembre)																											
	D	S	M	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	31		
Limpieza		X		Limpiar filtros de unidad interior de plástico																											
		X		Limpiar filtro de tipo textil																											
		X		Limpiar la carcasa del equipo																											
		X		Limpiar el ventilador																											
		X		Limpiar el radiador de la unidad exterior																											
Inspección	X			Revisar la ubicación de la bandeja de condensación																											
	X			Revisar las conexions electricas																											
	X			Revisar la presión de gas que en frío este entre 6 y 15 °C y en modo calor este entre 40 y 55 °C																											
Mant. Preventivo	X			Cambiar líneas y terminales recalentadas si es necesario.																											
	X	**		Verificación de ruidos extraños																											
	X			Revisión de sistema eléctrico interno																											

D: Diario; S: Semanal; M: mensual ** cada 4 meses	UNIDAD INTERNA	UNIDAD EXTERNA	ESTRUCTURA
Observaciones: _____ _____ _____ _____			<ol style="list-style-type: none"> 1 Entrada de aire 2 Filtro de aire 3 Cable de alimentación 4 Boton de encendido 5 Receptor de la señal 6 Panel frontal 7 Descarga de aire 8 Ventilaciones de salidas de aire 9 Tuberias 10 Manguera de drenaje 11 Ventilaciones de la entrada de aire 12 Cables de conexión
	Ejecutado por: _____		
	Supervisado por: _____		

2.5.3 Implementación Solución 5: Instructivo De Protocolo De Control De Calidad Para Materia Prima (Crema Base)

En el área de fabricación no existía un control de la calidad de la materia prima para la elaboración de cremas, por este motivo se implementó un instructivo de protocolo de control de calidad para materia prima (materia base). Con esta herramienta el personal encargado realizó el control de la calidad de la materia prima y se redujo productos defectuosos. Este instructivo contiene protocolos para los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y de estabilidad para control de calidad de la crema base (ver figura 58).

Figura 58

Instructivo de control de calidad de materia prima (crema base)

INSTRUCTIVO DE CALIDAD			
LABORATORIO DERMOCOSMETICO			
INSTRUCTIVO DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA MATERIA PRIMA (crema base)	REVISION N 01	CODIGO	LABORATORIO DERMOCOSMETICO
	FECHA DE EMISION	PAGINA 1/8	
	FECHA APROBACION		
<p>PROPOSITO</p> <p>Definir y establecer los procedimientos a realizarse para los análisis respectivos de la materia prima (crema base), que contribuirán a mejorar el control de la calidad de la materia prima para la elaboración de cremas, y de esa manera disminuir el producto defectuoso en la línea.</p> <p>ALCANCE</p> <p>El instructivo tiene alcance para el área de fabricación y el área de envasado.</p> <p>CONTENIDO</p> <p>1.- Analisis Fisicoquímicos</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1.- Procedimiento para análisis fisicoquímicos 1.2.- Registros análisis fisicoquímicos 1.3.- Informe del análisis fisicoquímico <p>2.- Analisis Microbiológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1.- Procedimiento para análisis Microbiológicos 1.2.- Registros análisis Microbiológicos 1.3.- Informe del análisis Microbiológicos <p>2.- Analisis de estabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1.- Procedimiento para análisis de estabilidad 1.2.- Registros análisis estabilidad 1.3.- Informe del análisis de estabilidad <p>FORMATOS.</p>			
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	AUTORIZADO POR:	

Capítulo 3

3.1.3. Resultados y Análisis

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos con la implementación de las soluciones previamente escogidas y mencionadas, lo que permite realizar una comparación con la situación previa de la empresa y los beneficios brindados en los pilares del medio ambiente, social y financiero.

3.2. Resultados De Las Soluciones

3.2.1. Solución 2: Aplicación De La Metodología 5s Y Orden En El Área De Trabajo

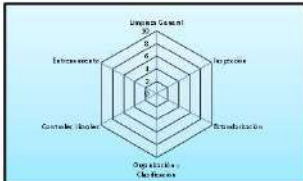
Se implementó la metodología 5S en el área de envasado, garantizando un ambiente de limpieza y orden. Como resultado, se estableció un formato de auditoría (Figura 59), con el cual se debe realizar las auditorías de forma mensual con la finalidad de evaluar periódicamente el progreso y asegurar la permanencia de las 5S en el área de trabajo. Los puntos auditados se muestran en la Figura 60.

Figura 59

Formato de auditoria 5S

Auditoría de la aplicación de la Metodología 5S

Mes: Diciembre 2023 Hoja auditoria: 001



Limpieza General				
10	8	6	4	2
X				

Inspección				
10	8	6	4	2
X				

Estandarización				
10	8	6	4	2
X				

Organización y Clasificación				
10	8	6	4	2
X				

Controles Visuales				
10	8	6	4	2
X				

Entrenamiento				
10	8	6	4	2
X				

Observaciones:
Total 90%

Auditor: Damián Pizarro
Revisado por: Adriana Suarez
Fecha: 28 de 12 de 2023

Figura 60

Puntos para sobre la metodología 5S

Puntos para auditar		Limpeza general	Puntaje	Organización y clasificación	Puntaje	Entrenamiento	Puntaje
1	Limpeza general	Completamente limpios áreas de trabajo, máquinas, equipos y herramientas	10	Equipos y herramientas en su lugar e insumos de máquinas debidamente clasificados	10	Si el personal ha recibido la siguiente capacitación: Mantenimiento Autónomo, Maquinaria y equipos, Seguridad Industrial, Lubricación y Métodos de Inspección.	10
2	Inspección	Completamente limpios áreas de trabajo, máquinas y equipos.	8	Equipos y herramientas en su lugar	8	Si el personal ha recibido la siguiente capacitación: Maquinaria y equipos, Seguridad Industrial, Lubricación y Métodos de Inspección.	8
3	Estandarización	Completamente limpios máquinas, equipos y herramientas.	6	Equipos en su lugar e insumos de máquinas debidamente clasificados	6	Si el personal ha recibido la siguiente capacitación: Maquinaria y equipos, Lubricación y Métodos de Inspección.	6
4	Organización y clasificación	Completamente limpios áreas de trabajos y herramientas.	4	Herramientas en su lugar e insumos de máquinas debidamente clasificados	4	Si el personal solo a recibido maquinaria y equipo y lubricación	4
5	Controles Visuales	Todo está parcialmente limpio	2	Insumos de máquinas debidamente clasificados	2	Si el personal no a recibido un entrenamiento referente a las máquinas.	2
6	Entrenamiento						
		Estandarización	Puntaje	Controles Visuales	Puntaje	Inspección	Puntaje
		Se siguen los estándares de limpieza, lubricación, e inspección de las máquinas principales	10	Existen cartelos de: nombres de áreas, elementos de seguridad, prohibiciones, conexiones eléctricas, ubicación de implementos de limpieza, de residuos contaminantes.	10	Las máquinas se encuentren en buen estado, los instrumentos de control completamente visibles y que no haya obstáculos permanentes en el área de trabajo.	10
		Se siguen los estándares de limpieza y lubricación, de las máquinas principales	8	Existen cartelos de: nombres de áreas, elementos de seguridad, prohibiciones, conexiones eléctricas, ubicación de residuos contaminantes.	8	Las máquinas se encuentren en buen estado, los instrumentos de control completamente visibles	8
		Se siguen los estándares de limpieza e inspección de las máquinas principales	6	Existen cartelos de: nombres de áreas, elementos de seguridad, prohibiciones, ubicación de residuos contaminantes.	6	Las máquinas se encuentren en buen estado, los instrumentos de control completamente visibles	6
		Se siguen los estándares de lubricación e inspección de las máquinas principales	4	Existen cartelos de: nombres de áreas, elementos de seguridad, prohibiciones, ubicación de residuos contaminantes.	4	Las máquinas se encuentren en buen estado y que no haya obstáculos permanentes en el área de trabajo.	4
		Existen todos los estándares pero no se los sigue	2	Existen cartelos de: nombres de áreas, elementos de seguridad, prohibiciones.	2	Sólo se ha eliminado obstáculos permanentes del área de trabajo pero no se inspecciona funcionamiento de máquinas	2
				Existen cartelos de: nombres de áreas y elementos de seguridad.	2		

3.2.2. Solución 3: Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Autónomo De Los Equipos De Control De Temperatura Y Humedad

Se elaboró un plan de mantenimiento para el control de los equipos de control de temperatura y humedad, como se muestra en la figura 55; luego de su implementación en el área de trabajo (envasado) se logró obtener un mejor control de los niveles de la temperatura y la humedad como se muestra en la figura 61 y figura 62, respectivamente.

Figura 61

Humedad antes y después de humidificadores del área de envasado

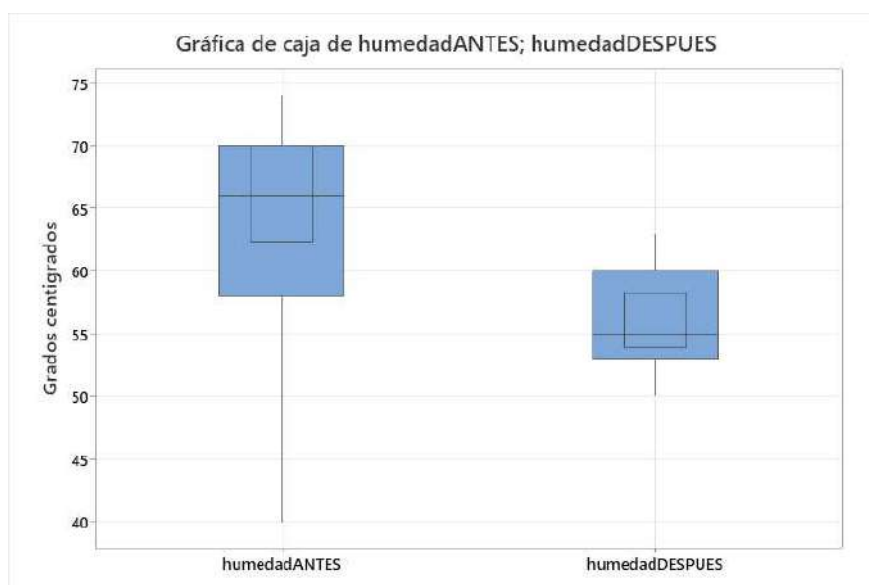
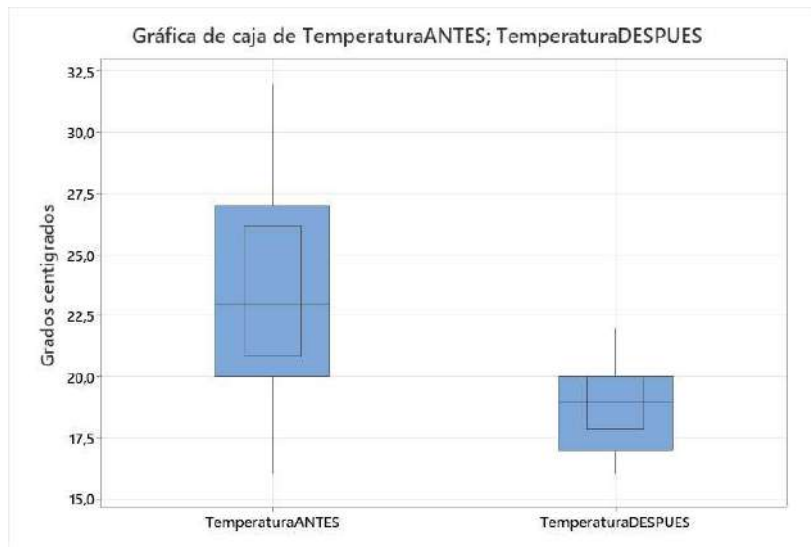


Figura 62

Temperatura antes y después de aire acondicionado del área de envasado

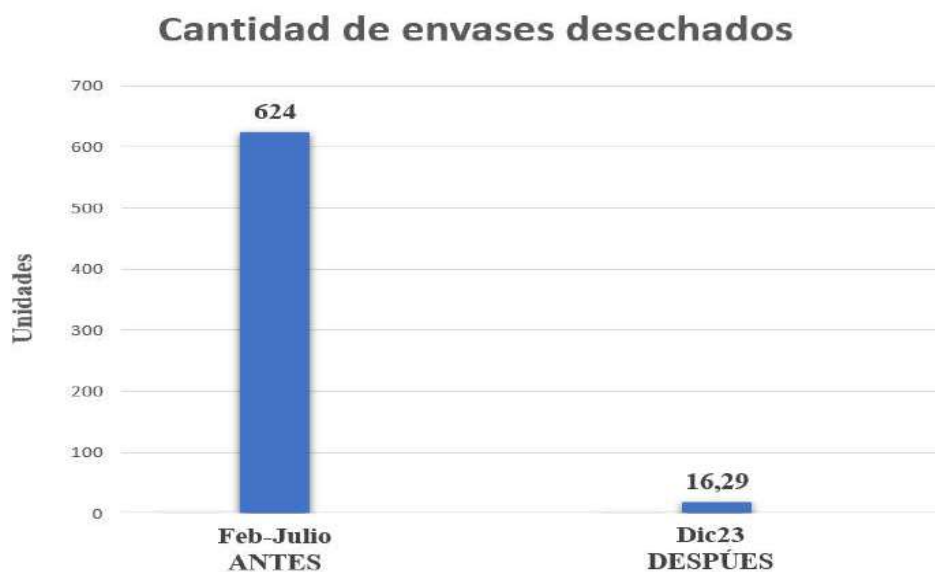


3.2.3. Solución 5: Instructivo De Protocolo De Control De Calidad Para Materia Prima

Se realizó el instructivo de protocolos de calidad, para el control de la calidad de la materia prima (crema base), como se muestra en la figura 58, con el fin de evitar que ingrese producto de mala calidad al proceso. Con la utilización de este instructivo se logró reducir la cantidad de productos defectuosos en la línea de cremas de 624 a 19,9 unidades como promedio mensual (figura 63).

Figura 63

Diagrama de barras de cantidad de productos defectuosos de cremas



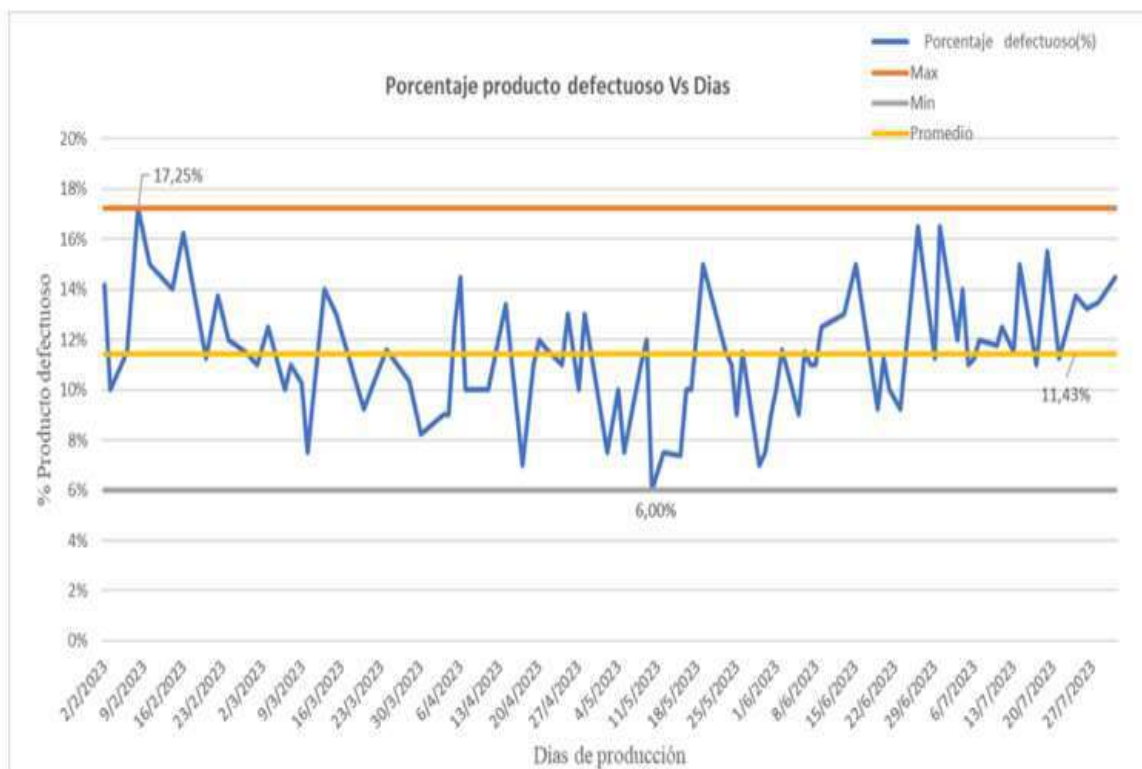
3.3. Resultados Finales Del Proyecto DMAIC

3.3.1. Análisis De Resultados De La Variable De Salida

En esta sección se presenta los resultados obtenidos de la variable de salida, los cuáles fueron enfocados en la línea de producción de cremas y en su rendimiento antes de la aplicación de las mejoras como se observa en la figura 64.

Figura 64

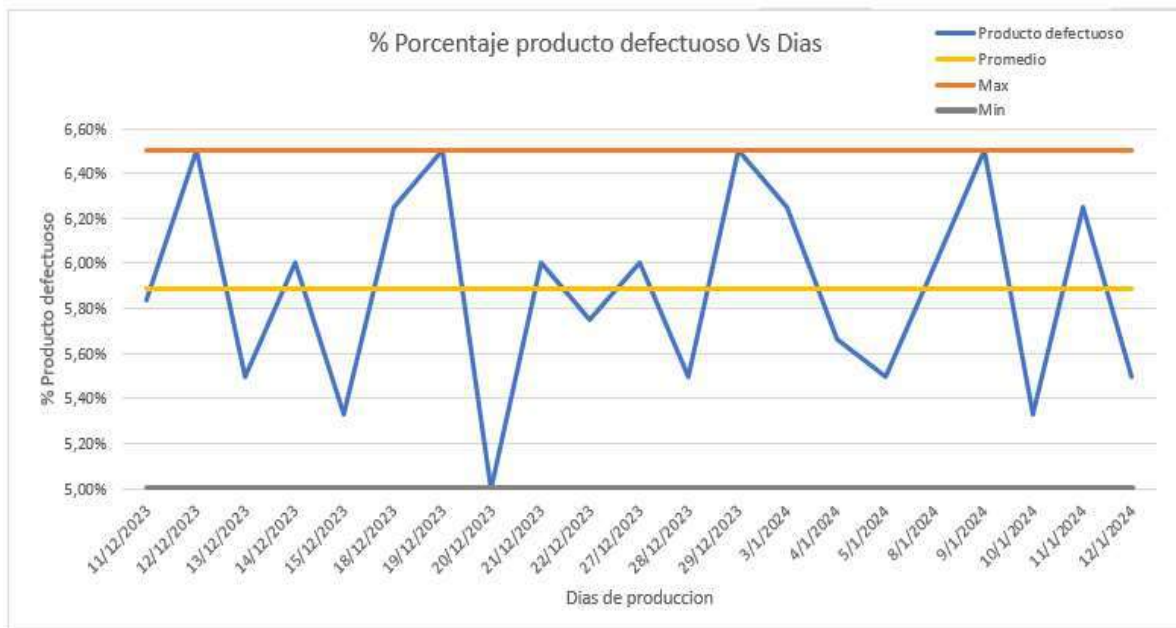
Serie de tiempo del porcentaje de producto defectuoso Feb-Julio



Como se puede observar en la figura 64 en la línea de producción de cremas, el porcentaje promedio de producto defectuoso de febrero a Julio fue de 11,42%, y el máximo fue de 17,25%, luego con la aplicación de las mejoras se redujo el porcentaje de producto defectuoso de cremas como se muestra en la figura 65.

Figura 65

Serie de tiempo del porcentaje de producto defectuoso diciembre-enero



Luego de las mejoras realizadas se puede evidenciar la reducción de porcentaje de producto defectuoso, en donde en el mes de diciembre el porcentaje promedio diario de producto defectuoso fue de 5,88%. Además, en la figura 65 se puede observar una reducción de la variabilidad del proceso, debido a que el máximo alcanzado fue de 6,5%.

Para verificar la reducción de la variabilidad del producto se realizó un estadístico de prueba, en donde primero, se comprueba que la distribución que siguen los datos de la variable es una distribución normal. Lo anterior, se evidenció en la figura 25, donde se muestra que el valor p es mayor a 0,05, por lo cual se aplica un estadístico de prueba paramétrico como lo muestra la figura 66.

Figura 66

Estadístico de prueba paramétrico

Método

μ_1 : media de población de %DefectuosoDiarioANTES

μ_2 : media de población de %DefectuosoDiarioDESPÚES

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
%DefectuosoDiarioANTES	90	11,44	2,38	0,25
%DefectuosoDiarioDESPÚES	21	5,889	0,449	0,098

Estimación de la diferencia

IC de 95% para Diferencia	la diferencia
5,556	(5,023; 6,090)

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

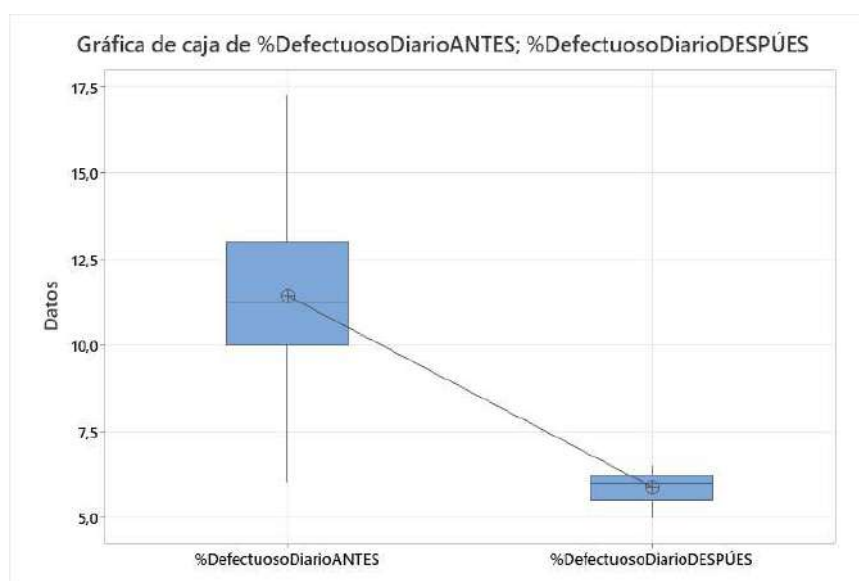
Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
20,65	107	0,000

El estadístico de prueba da un valor p menor a 0,05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que la diferencia entre media de ambas muestras es significativa estadísticamente, con un intervalo de confianza de media positivo, lo cual indica que el porcentaje de producto defectuoso de febrero julio es mayor al porcentaje de producto defectuoso de diciembre, como se puede observar en la figura 67.

Figura 67

Porcentaje producto defectuoso diario antes y después

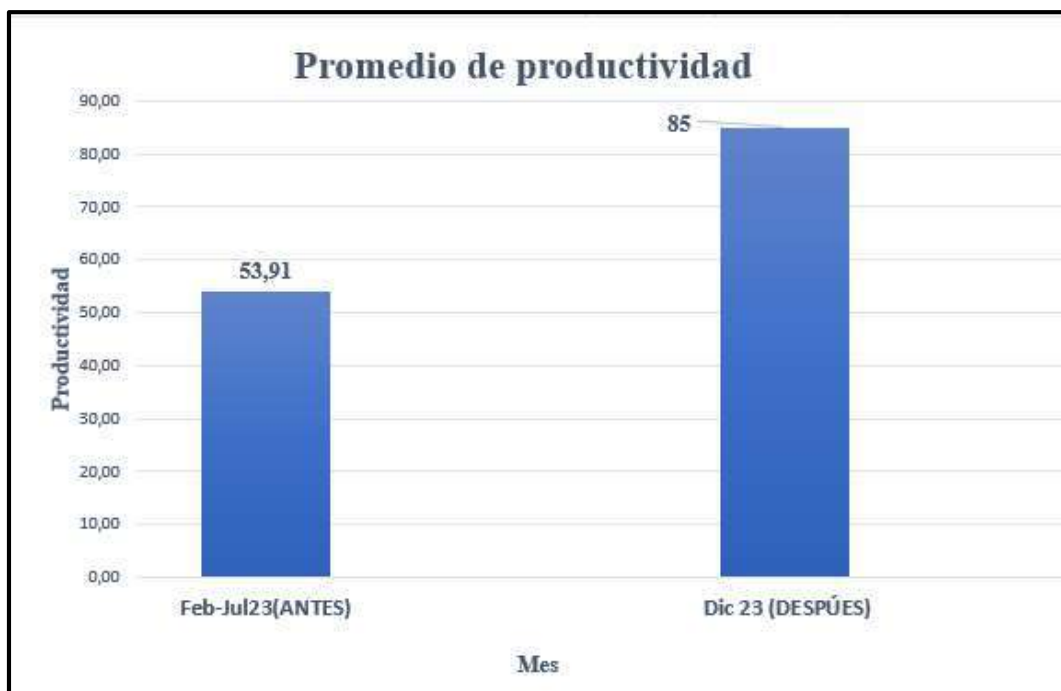


3.3.2. Análisis De Otras Variables Críticas

Un resultado que se evidenció con las mejoras del proceso es un aumento en el promedio de la productividad, en donde en los meses de febrero a julio la productividad fue de 53,91 gr/horas-hombre, mientras que en diciembre la productividad es de 85 gr/horas-hombre como lo muestra la figura 68.

Figura 68

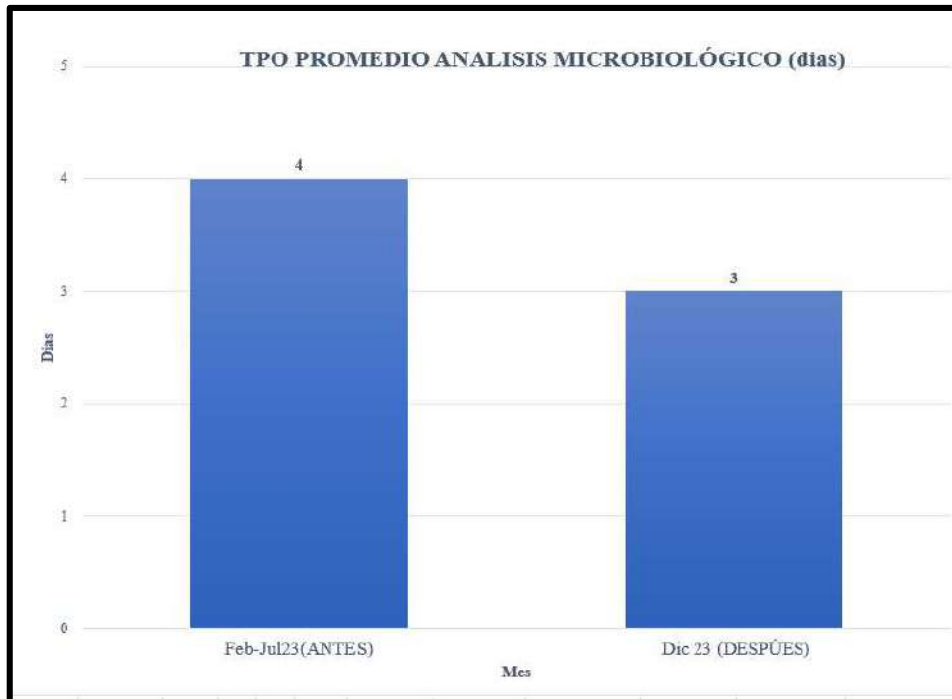
Productividad antes y después



También se pudo evidenciar otro resultado con la mejora del proceso en cuanto a los tiempos promedios obtenidos a partir de los análisis microbiológicos, en donde de febrero a julio fue de 4 días y en diciembre fue de 3 días (ver figura 69).

Figura 69.

Tiempo promedio de análisis microbiológico antes y después



3.3.3. Proceso De Análisis De Resultados

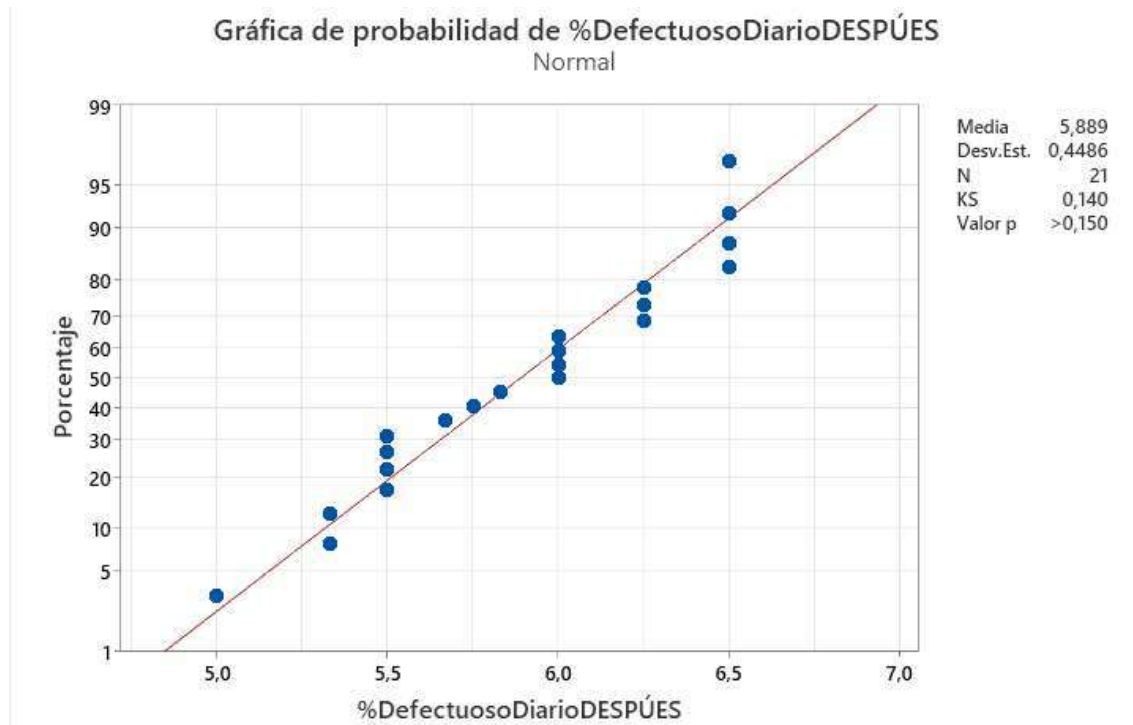
Con los datos obtenidos de diciembre a enero se realizó una prueba de normalidad para comprobar que los datos siguen una distribución normal (Figura 70).

Para este análisis se plantearon las siguientes hipótesis:

- H_0 : Los datos siguen una distribución normal.
- H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Figura 70.

Prueba de normalidad de datos después de la mejora

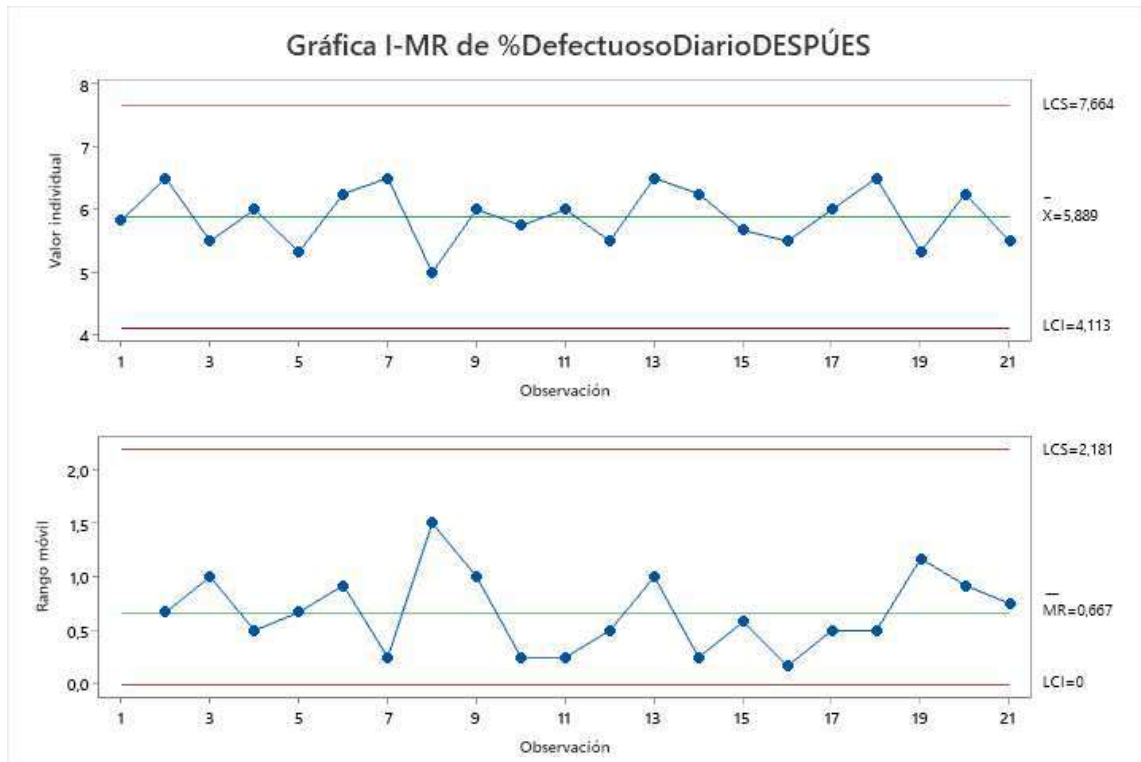


Con base en el gráfico anterior, se evidencia que se obtuvo un valor p mayor al nivel de significancia que es 0,05; con lo cual se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos obtenidos en diciembre siguen una distribución normal.

Ahora bien, con la normalidad de los datos, se procedió a realizar el análisis de las cartas de control (Figura 71), en el cual se pudo observar que el proceso se encontró bajo control estadístico, debido a que todas las observaciones se encuentran dentro de los límites de control.

Figura 71

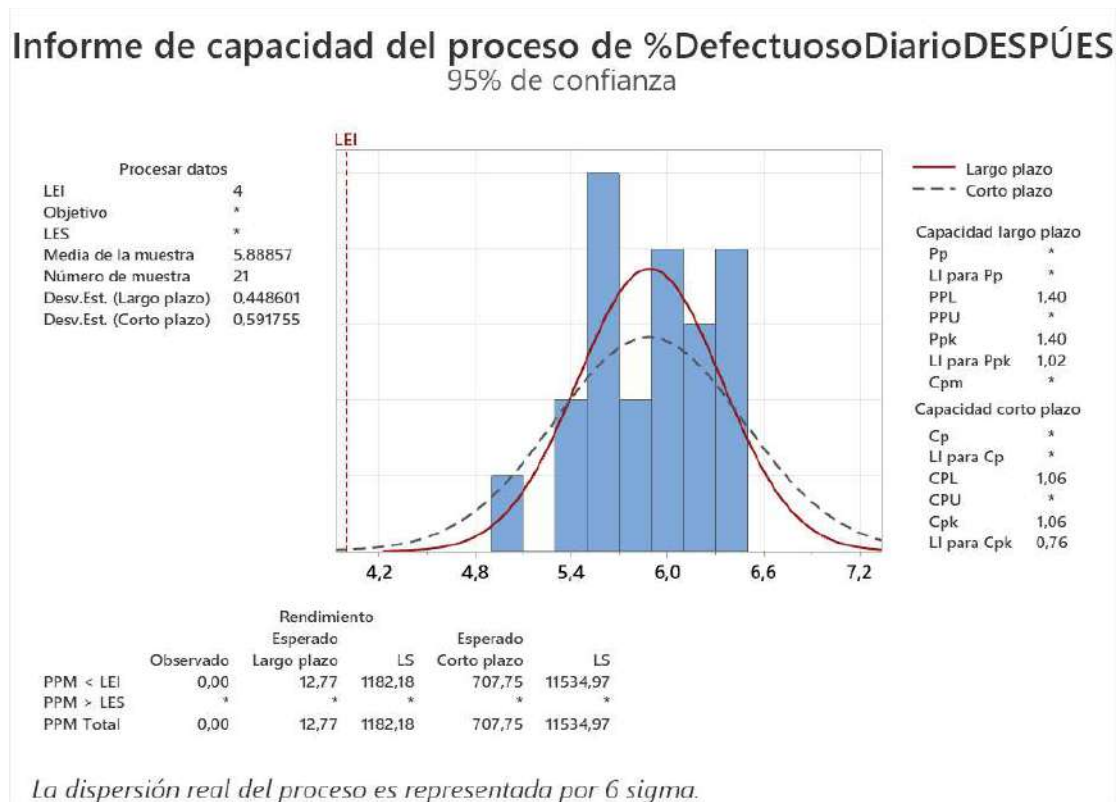
Carta de control de porcentaje de producto defectuoso



Adicionalmente, se realizó el análisis de capacidad en el que se obtuvo un $Cpk = 1,06$, lo que indica que el proceso es capaz de producir los productos dentro de las especificaciones en un 70,77% (Figura 72).

Figura 72

Análisis de capacidad variable de salida, después de la mejora



3.4. Métricas De Sostenibilidad

3.4.1. Beneficio Social

El beneficio social que se obtuvo con la mejora del proceso es la disminución del promedio de horas extras, el cual cambió a estar 53,47 a 10 horas. Según lo anterior, los trabajadores redujeron las horas extras en las cuales se tenían que realizar reprocesos, envasar productos, para reemplazar por la cantidad de productos que resultaban defectuosos para cumplir con los pedidos (ver figura 73).

Figura 73

Diagrama de barras de promedio horas extras

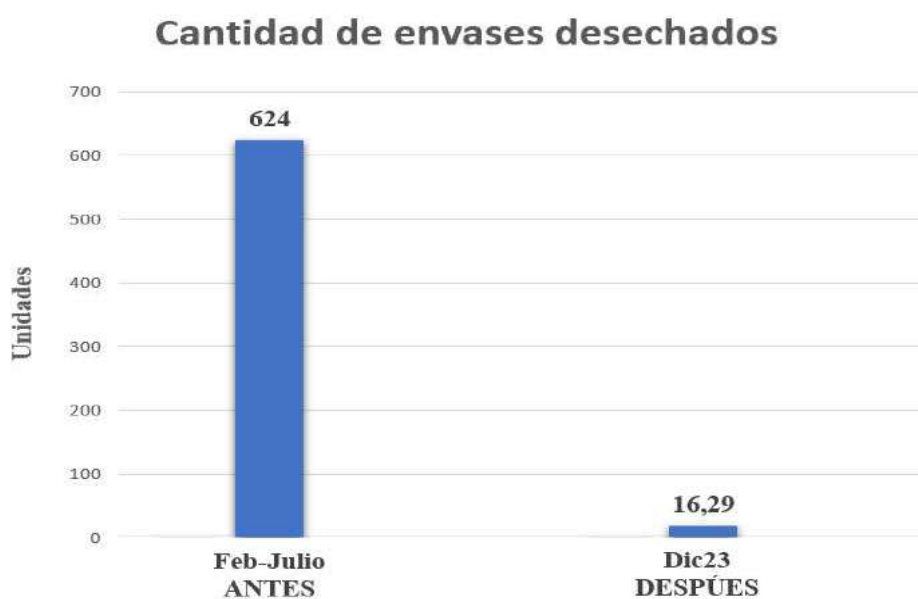


3.4.2. Beneficio Ambiental

En cuanto al beneficio ambiental se tiene que, gracias a la metodología empleada, los procesos mejoraron referente a la disminución de la cantidad de productos desechados (ver figura 74).

Figura 74

Diagrama de barras de cantidad de envases desechados



3.4.3. Beneficio Financiero

Referente al beneficio financiero se identifica una relación directamente proporcional, en donde se evidencia que, al mejorar los procesos de producción en cuanto al envasado, se disminuye la cantidad de productos desechados (ver figura 75).

Figura 75

Diagrama de barras de costo por producto desechado



3.4.4. Análisis De Costos

Para el análisis de los costos, se identificaron cuanto fue la inversión en cuanto a las soluciones implementadas (2,3 y 5). En este análisis se evaluó las horas totales, el costo del material y el costo de la implementación (ver tabla 33).

Tabla 33*Costo de soluciones implementadas*

N°	Soluciones	Horas totales	Costo material	Costo implementación	Costo Total
2	Aplicación de la metodología 5S y orden en el área de envasado.	70	\$400	\$220	\$620
3	Elaboración de un plan de mantenimiento autónomo de los equipos de control de temperatura y humedad	15	\$30	\$60	\$90
5	Instructivo de protocolo de control calidad para materia prima(crema base)	20	\$30	\$400	\$430

3.4. Implementación Plan de Control**3.4.1. Plan de Control**

Se estableció un plan de control a largo plazo, esto con la finalidad de mantener los resultados obtenidos con las soluciones implementadas a largo plazo como se muestra en la tabla 34.

Tabla 34*Plan de control*

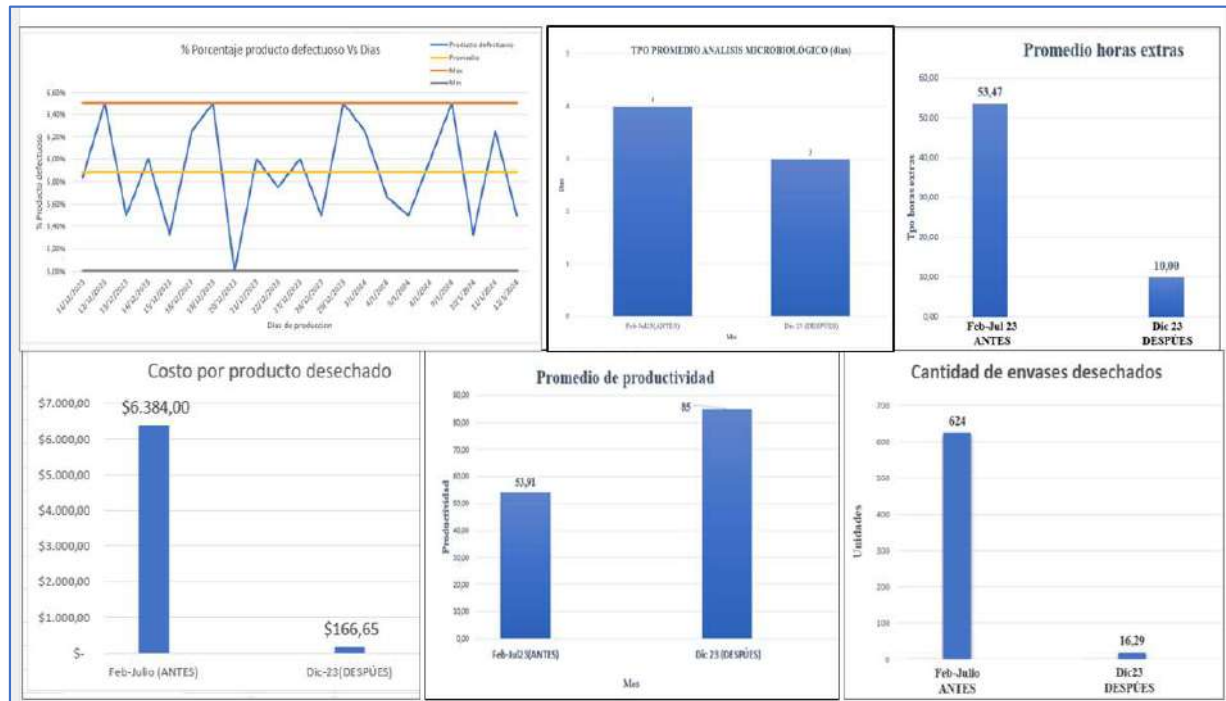
PLAN DE CONTROL					
Proceso:		Línea de producción de cremas			
Proyecto:		Reducir el porcentaje promedio diario de producto defectuoso			
Líder del Proyecto:		Luvi Duche	Fecha:		
			Diciembre 2024		
QUÉ?	CÓMO?	QUIÉN?	CUANDO?	DÓNDE?	REACCION
Realizar la auditoría de la aplicación de Metodología 5S en el área de trabajo	Se utilizará el Formato de auditoría establecido para evaluar el progreso de la Metodología 5S	Jefe de producción/patrulla 5S	Mensual	area de envasado	Revisión de las 3S activas (clasificación, orden y limpieza)
Llevar seguimiento de los equipos de control de temperatura y humedad en el área de trabajo	Utilizando los formatos establecidos para el mantenimiento autónomo de los equipos de temperatura y humedad	Operario	Semanal/ cada 3 meses	Area de envasado	Revisión del plan de mantenimiento
Realizar los análisis, para la materia prima	Utilizando el instructivo de control de Calidad establecido para los análisis de materia prima.	Jefa de Calidad/Jefe de fabricación	Diario	Fabricación /Microbiología	Revisar la correcta utilización del instructivo de calidad para la materia prima

3.4.2. Control Visual

Se elaboró un control visual referente a los principales indicadores de las mejoras del proyecto en cuanto a la disminución de productos defectuosos, específicamente en la productividad y en el desecho de envases (ver figura 76).

Figura 76

Control visual de principales indicadores

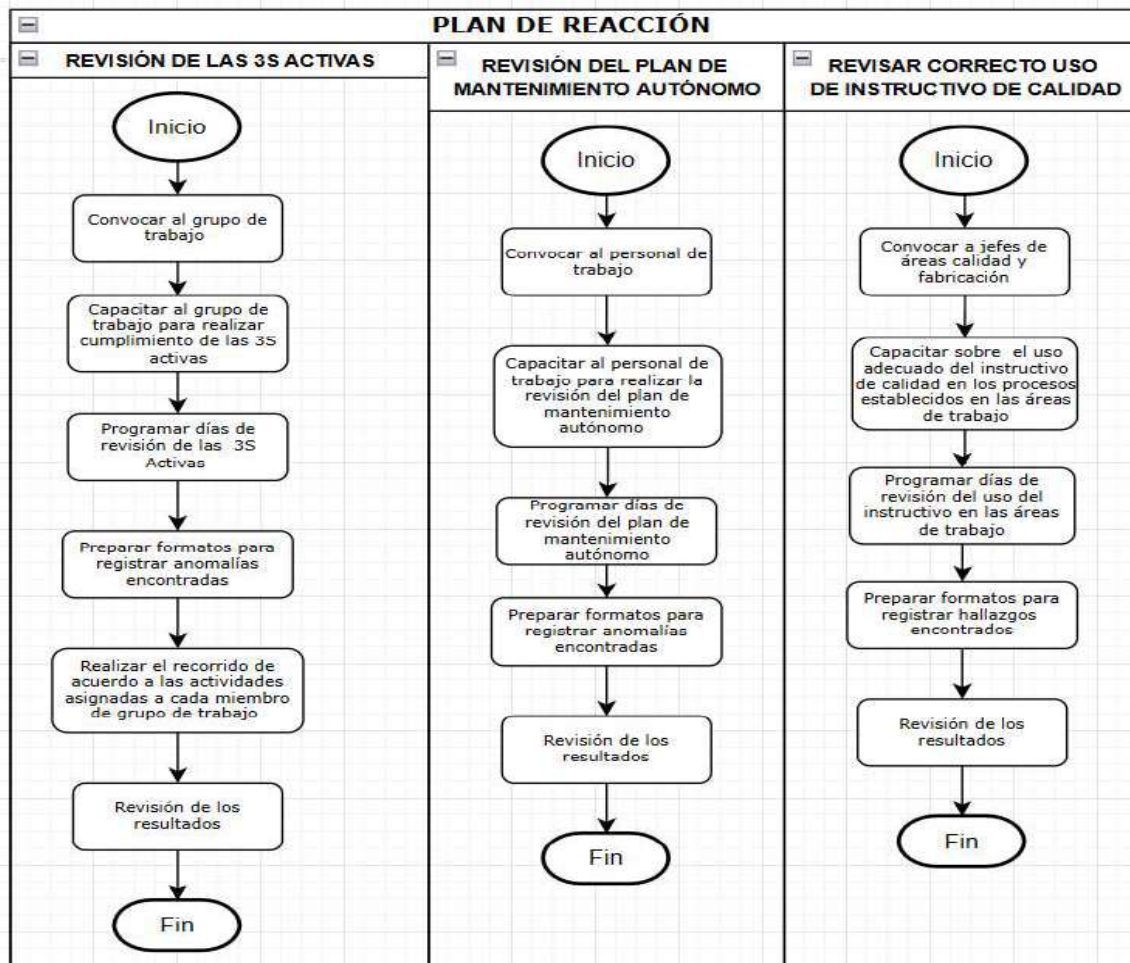


3.4.3. Plan Reacción

Este plan de reacción incluyó la revisión de las 3S activas, revisión del plan de mantenimiento autónomo y la revisión del correcto uso del instructivo de calidad (ver figura 77).

Figura 77

Plan de reacción



Capítulo 4

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

De acuerdo con la implementación de la metodología 5S se reconoce que es importante tener tanto una elección correcta de la variable de respuesta como de los factores de estratificación. Lo anterior, permite la definición del problema y determinación de las causas que generan productos defectuosos.

Asimismo, la utilización de herramientas estadísticas fue útil para la identificación de mejoras durante todo el proceso de producción; contribuyendo a que las soluciones escogidas tuvieran un alto impacto tanto en la variable de salida como en otros indicadores dentro del proyecto (temperatura, humedad, tanque de llenado, entre otros).

Con base en estas dos conclusiones y en los resultados obtenidos durante la implementación se reconoce que este trabajo de integración generó los siguientes indicadores:

- Se logró reducir el porcentaje de producto defectuoso en la línea de producción de crema de 11,43% a 5,89% como promedio mensual.
- La aplicación de la Metodología 5S en el área de envasado ayudo a mantener las áreas limpias y ordenadas lo que redujo la cantidad de productos defectuosos.
- La implementación del plan de mantenimiento autónomo ayudó a mantener los equipos de control de temperatura y humedad en buen estado.
- El uso del instructivo de calidad permitió mejorar los procesos de producción en la línea de cremas e incrementar la productividad en un 85%, y reducir los productos defectuosos.

4.2. Recomendaciones

Aunque en este proyecto se obtuvieron resultados y mejoras que disminuyeron la producción de productos defectuosos, se hace necesario que se realice un plan de mejora continua y así, garantizar el camino hacia la competitividad y el logro de los objetivos empresariales. En este sentido, a continuación, se establecen las siguientes oportunidades de mejora y recomendaciones para la línea de producción:

- Realizar las auditorías con el formato establecido para evaluar el progreso y asegurar la permanencia de las 5S dentro el área de trabajo.
- Realizar entrenamientos constantes al equipo 5S, para que este tenga la capacidad de realizar las auditorías de manera periódica.
- Llevar seguimiento de los formatos establecidos dentro del plan de mantenimiento autónomo para la mejora continua.
- Revisar la correcta utilización del instructivo de calidad para la materia prima.

Referencias

- Cuellar, D., & Huaroto, E. (2018). *Metodología Lean Six Sigma en la mejora de la gestión de abastecimiento en industrias farmacéuticas; un estudio de revisión sistemática*. Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/26015>
- García, R., Paredes, A., & Ibáñez, E. (2023). DMAIC como herramientas para implementar un sistema de mejora para incrementar la productividad en la industria del sombrero. *Revista ingenio*, 20(1), 1-12. Obtenido de <https://doi.org/10.22463/2011642X.3371>
- Mercado, F., & Manosalva, R. (2018). Diseño e implementación de las herramientas de manufactura esbelta en los procesos de planchado y pintura para mejorar la productividad en la empresa ELIO Automotriz Racing E.I.R.L. *Universidad Privada del Norte*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/13846>
- Murillo, A. (2021). *Estudio del efecto socio_financiero de la industria cosmética en la ciudad de Quito durante el año 2019*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Palomino, J. (2018). Lean Manufacturing y su relación con la mejora de procesos: una revisión de la literatura. *Universidad Privada del Norte*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/14655>
- Pinilla, S. (2021). Diseño de programa de mantenimiento para empresa del sector cosmético basado en la estrategia de cero averías. . *Universidad autónoma de Manizales*.

Apéndices

APÉNDICE A

Formularios de registro diario del área de envasado de cantidades producidas

REGISTRO DIARIO DE LLENADO DE PRODUCTOS

FECHA DE LLENADO: 03/02/23 OPERADOR: Fecha elaboración: 29/01/2023 USO (BARR): Fecha modificación: 18/Ago/2021 AREA / PRODUCCION:

N°	PRODUCTO	Cant.	Egresos	AREA ENVASADO						AREA DE FLOTADO							
				Presentacion (kg)	Peso Neto (Kg)	Peso Bruto (Kg)	Tipo Envase (Litros)	Tipo Envase (Pro Lit)	Tipo Envase (Barridos)	LOTE	PI Producto	Confirmación con PI	Despacho de líneas	Tipo Envase empaquetado	Tipo Envase etiquetado	Cant.	
1	Acidobonico	6	✓	10	26	26	10	1:00	1:20	040923	5-6	6:04	DP	1:20	1:27	6	DP
2	Q 10 Dama	6	✓	10	26	26	10	1:23	1:30	280923	4-5	6:40	DP	1:30	1:47	6	DP
3	Vit Agua	6	✓	10	26	26	10	1:47	1:58	040923	4-6	6:40	DP	1:58	2:05	6	DP
4	Naturalissimo Estabil.	6	✓	10	30	30	10	1:53	2:06	130923	5-6	3:09	DP	2:10	2:18	6	DP
5	Amulico 40%	6	✓	30	36	46	30	2:05	2:11	010923	5-6	3:06	DP	2:18	2:25	6	DP
6	Opuntia Frasco Caple	18	✓	10	30	30	10	2:40	2:46	220923	6-7	1:00	DP	2:57	3:01	18	PI
7	Colera	12	✓	30	36	46	30	3:09	3:15	220923	5-6	5:42	DP	3:17	3:20	12	PI
8	Ampollas Am.	63	✓	10	30	20	10	3:15	3:25	040923	5-6	5:44	DP	3:25	3:30	63	DP-32
9	Acidobonico PH 4	1	✓	980	114	57	651	4:19	4:28	050923			PS				JE
10	Acidobonico PH 4	1	✓	400	447	47	400			050923			PS				
11	Acidobonico PH 4	1	✓	410	459	64	395			050923			PS				
12	Acidobonico PH 4	1	✓	400	608	75	533	4:28	4:28	050923			PS				
13	Uva Blanca Jucosa	50	✓	110	147	17	130			230923	2-6	5:44					PS
14	Uva Blanca Jucosa	110	✓	70	86	18	68			230923	5-6	5:44					PS
15	Uva Colagena		✓	120						230923							PS
16	Yucado 40%	2	✓	30	36	46	30	5:33	5:26	040923	5-15	9:11	DP	5:30	5:35	2	DP
17	Yucado 4%	2	✓	30	36	46	30	5:26	5:30	280923	4-5	3:16	DP	5:35	5:40	2	DP
18	Gal Colagena		✓	10						240923							DP
19	Gal Colagena		✓	120						240923							DP

OBSERVACIONES: GC 70g NH 91 Potty low securos de acido, securos de papain securos
 JJ: 95 3.0% 5.0% 10% = chupitos
 GC 120g NH 23 spray papa spray
 TR: 04

REVISADO

Fecha: 30/01/23
 Periodo: Semana
 Nombres y apellidos: Humberto Santiago Ruiz
 Cargos:
 Departamento:

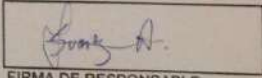
N.	Fecha	Día de la semana	hora ingreso	hora salida	Total de horas	Justificativo de trabajo en horas adicionales
1	30/01/23		8:30	12:01	0:41	
2	31/01/23		8:30	12:04	0:44	
3	31/01/23		7:36	18:10	2:04	Llenado
4	01/02/23		7:32	18:06	2:04	
5	01/02/23		7:46	18:23	2:11	
6	01/02/23		7:37	18:11	2:03	
7	01/02/23		7:55	18:14	1:49	Producción
8	01/02/23		7:25	18:11	1:10	
9	01/02/23		7:34	18:18	1:15	
10	01/02/23		7:19	18:12	1:53	
11	01/02/23		7:43	18:36	2:32	
12	01/02/23		7:41	18:15	2:02	
13	01/02/23	Sábado	7:45	10:17	11:02	Sábado Llenado
14	01/02/23		7:34	18:11	2:03	
15	01/02/23		7:35	18:09	0:46	
16	01/02/23		7:34	18:06	0:41	
17	01/02/23		7:32	18:11	2:00	
18	01/02/23		7:38	18:11	2:04	
19	01/02/23	Sábado	7:35	18:04	11:00	Sábado Llenado
20	01/02/23	domingo	8:29	11:41	6:11	domingo 9. Etiquetado
21	01/02/23		7:26	18:09	2:09	
22	01/02/23		7:47	18:05	1:52	
23	01/02/23		7:19	18:07	2:09	
24	01/02/23		7:26	18:10	2:10	
Total 68:25						

FIRMA NOMINADORA O DELEGADO

APÉNDICE B

Formulario de registro de análisis microbiológicos

REGISTRO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS					
Nombre del Responsable: <i>Adriana</i>					
Turno : 8:30 am a 17 pm					
PRODUCTO	LOTE	Fecha ingreso de muestra	Fecha elaboración de Informe de análisis	Tiempo total análisis de resultados (días)	OBSERVACIONES
<i>Cremona de queso</i>	<i>201023</i>	<i>27/10/23</i>	<i>27/10/23</i>	<i>4</i>	
<i>Crema de queso</i>	<i>111023</i>	<i>13/10/23</i>	<i>17/10/23</i>	<i>4</i>	
<i>Crema de queso</i>	<i>211023</i>	<i>21/10/23</i>	<i>28/10/23</i>	<i>4</i>	
<i>Crema de vaina</i>	<i>191023</i>	<i>20/10/23</i>	<i>24/10/23</i>	<i>4</i>	
<i>Crema de tirosina</i>	<i>201023</i>	<i>20/10/23</i>	<i>24/10/23</i>	<i>4</i>	
<i>Crema de V.K</i>	<i>121023</i>	<i>14/10/23</i>	<i>18/10/23</i>	<i>4</i>	
<i>Crema de queso</i>	<i>191023</i>	<i>20/10/23</i>	<i>24/10/23</i>	<i>4</i>	
<i>Crema de queso</i>	<i>260923</i>	<i>29/09/23</i>	<i>03/10/23</i>	<i>5</i>	
<i>Crema de V.K</i>	<i>260923</i>	<i>27/09/23</i>	<i>30/09/23</i>	<i>4</i>	
<i>Crema de vaina</i>	<i>260923</i>	<i>27/09/23</i>	<i>30/09/23</i>	<i>3</i>	
<i>Protector grasa</i>	<i>131023</i>	<i>14/10/23</i>	<i>18/10/23</i>	<i>4</i>	
<i>Protector animal</i>	<i>131023</i>	<i>14/10/23</i>	<i>18/10/23</i>	<i>4</i>	
<i>Protector p. seco</i>	<i>211023</i>	<i>24/10/23</i>	<i>28/10/23</i>	<i>4</i>	
Observaciones					



FIRMA DE RESPONSABLE

APÉNDICE C

Formatos de selección y clasificación de elementos necesarios e innecesarios y el área destinada para uso de la tarjeta roja.

Plan de Mantenimiento Autónomo			
Selección y clasificación de Equipos, herramientas y elementos necesarios			
Código	Detalles del artículo	Cantidad	Justificación*
0201	Balanza digital	4	area de envasado
0202	Selladora de inducción para liners	2	
0203	Generacion de ozono industrial	1	
0204	Ph metro	1	
0205	Máquina llenadora de liquido automatica	2	
0206	Máquina llenadora de gel o crema con pedal	1	
0207	Máquina llenadora manual	1	
0208	Incubadora de laboratorio	1	
0209	Estufa de secado	1	
0210	Cucharetas	4	
0211	Paletas	2	
0212	Compresor de aire	1	
0213	Deshumidificador electrico portatil 100 ml	2	
0214	Humidificador de aire	1	
0215	Deshumidificadores de alta potencia 1.8 litros	1	
0216	Aires acondicionados	2	
0217	Envases plasticos	500	

* **Justificación:** ¿A qué área pertenece y para qué se lo usa?

Fecha: _____	Elaborado por: _____
Revisado por: _____	firma: _____

Área de tarjetas rojas

