



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS
PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO

AUTOR

Haydee Patricia Sandoval Vásquez

AÑO

2020



FACULTA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS PARA
MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniera en Producción Industrial

Autora:

Haydee Patricia Sandoval Vásquez

Año

2020

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Estandarización de procesos en una empresa de lácteos para mejorar la producción de queso fresco, a través de reuniones periódicas con el estudiante Haydee Patricia Sandoval Vásquez, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación"



Cristina Belén Viteri Sánchez

Máster en Ingeniería Avanzada de la Producción, Logística y Cadena de
Suministros

CI: 1715638373

DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber dirigido el trabajo, Estandarización de procesos en una empresa de lácteos para mejorar la producción de queso fresco, a través de reuniones periódicas con el estudiante Haydee Patricia Sandoval Vásquez, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación"



Natalia Alexandra Montalvo Zamora

Magister en Administración de Empresas mención en Gerencia de la Calidad y Productividad

CI: 1803540598

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

A handwritten signature in blue ink that reads "Patricia Sandoval". The signature is written in a cursive style and is underlined with two horizontal lines.

Sandoval Vásquez Haydee Patricia

CI: 1727864926

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero dar gracias a mí familia y amigos por el ser humano en el que me convirtieron, por ser un gran soporte en estos años y brindarme su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos. Dar gracias a Dios por los padres que tengo, a mis padres por la vida que me han brindado todos estos años y por todos los valores inculcados, en especial a mi madre por ser mi guía y ejemplo a seguir. A mis mejores amigos Esteban, Cami, Wendy y Saharita, por todos los momentos que compartimos durante esta etapa Universitaria, decirles que nada de esto hubiera sido lo mismo sin ellos. Por último, agradecer a la empresa Industria Lácteos “San Luis” por abrirme sus puertas, enseñarme y guiarme constantemente durante este proceso.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mis Padres Carmen y Juan, mi abuelita Maura por apoyarme en todo momento, gracias a ellos y lo que han hecho para convertirme en la persona que soy ahora, esto va por ustedes.

RESUME

En este proyecto de titulación se implementará la metodología DMAIC para mejorar el proceso de elaboración de queso fresco San Luis 480g, con el objetivo de controlar la variabilidad que existe en el peso final del queso.

Para ello, el trabajo inicia conociendo la situación actual que está pasando la empresa, con el levantamiento de proceso, análisis de ventas del producto estrella, encontrando las actividades críticas del proceso, las variables que pueden afectar el peso del producto final. Todos los datos se recopilaron mediante la metodología DMAIC y una implementación con la implementación de herramientas de mejora continua.

Posteriormente se desarrollará cada una de las etapas de la metodología: definir, medir, analizar, mejora y controlar. El estudio se realiza para 8 lotes de producción donde se tomará medidas de 20 unidades de cada lote, así como sus parámetros de elaboración: temperatura, tiempos, corte. Una vez encontrado las causa-raíz del problema se implementará propuestas de mejora que tiene como propósito ser una propuesta sostenible a lo largo del tiempo, para asegurar que la empresa mejore el producto final y puede competir con estándares únicos de calidad. Logrando reducir las quejas y reclamos por parte de los clientes, las unidades defectuosas por parada y las pérdidas de ganancias que tiene la empresa actualmente con el proceso de elaboración de queso fresco San Luis 480g. también se implementará planes de control en el área de producción, capacitaciones, incentivos a trabajadores y una planificación de la producción.

Finalmente, se realiza un análisis costo-beneficio donde se muestra la disminución de la pérdida de dinero por parada de producción, también la utilidad para la empresa de implementar las herramientas propuestas. Con el fin de proponer mejoras accesibles para que la empresa crezca en el mercado a lo largo del tiempo.

ABSTRACT

In this titration project, the DMAIC methodology will be implemented to improve the process of making fresh cheese San Luis 480g, with the aim of controlling the variability that exists in the final weight of the cheese.

For this, the work begins knowing the current situation that the company is going through, with the process survey, sales analysis of the star product, finding the critical activities of the process, the variables that can affect the weight of the final product. All data was collected using the DMAIC methodology and an implementation with the implementation of continuous improvement tools.

Subsequently, each of the stages of the methodology will be developed: define, measure, analyze, improve and control. The study is carried out for 8 production batches where measurements of 20 units of each batch will be taken, as well as their production parameters: temperature, times, cut. Once the root cause of the problem has been found, proposals for improvement will be implemented that are intended to be a sustainable proposal over time, to ensure that the company improves the final product and can compete with unique quality standards. Achieving to reduce complaints and claims for customers, defective units due to stoppage and profit losses that the company currently has with the process of making fresh San Luis 480g cheese. Control plans will also be implemented in the production area, training, worker incentives and production planning.

Finally, a cost-benefit analysis is carried out showing the decrease in the loss of money due to production stoppage, as well as the utility for the company of implementing the proposed tools. In order to propose accessible improvements so that the company grows in the market over time.

ÍNDICE

1. CAPITULO I INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Descripción de la empresa.....	4
Estructura organizacional	8
Cartera de productos	9
Cartera de clientes	13
Ventas.....	13
Descripción del problema	16
Justificación.....	19
Alcance	20
Objetivos.....	20
1.1.1. Objetivo General	20
1.1.2. Objetivo específico.....	20
2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. DMAIC	21
2.1.1. Definir	22
2.1.2. Medir.....	32
2.1.3. Analizar.....	38
2.1.4. Mejorar.....	47
2.1.5. Controlar.....	51

3. CAPITULO III IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN SAN LUIS	54
3.1. Definir	54
3.1.1. Mapa de proceso	55
3.1.2. Cadena de valor	56
3.1.3. Proceso de elaboración	56
3.1.4. SIPOC	67
3.1.5. Productos críticos e indispensables.....	69
3.1.6. Selección del problema	74
3.1.7. Voz del cliente	76
3.1.8. Características críticas para la calidad	79
3.1.9. Cambios críticos en el proceso.....	81
3.2. Medir	82
3.2.1. Equipos de medición	83
3.2.2. Metodología de medición.....	84
3.2.3. Estudio de repetitividad del proceso	84
3.2.4. Estabilidad del proceso.....	89
3.2.5. Análisis de la capacidad del proceso.....	94
3.2.6. Calculo del nivel sigma del proceso actual	96
3.3. Analizar	96
3.2.8 Matriz Benchmarking	97
3.3.1. Análisis de Modo Potencial de falla y efecto (AMEF).	99
3.3.2. Análisis y gráficas de correlación.....	107

3.3.3.	Árbol de problemas.....	115
3.3.4.	Análisis Ishikawa	118
4.	CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE MEJORA	119
4.1.	Mejora	119
4.1.1.	Control de temperaturas.	119
4.1.2	Revisión del pH de la leche y suero.....	122
4.1.2.	Control del tiempo de operación de los procesos	133
4.1.3.	5s.....	134
4.1.4.	Falta de liderazgo dentro del área.	137
4.1.5.	Desinterés del personal.	138
4.1.6.	Planes de capacitación al personal	139
4.1.7.	Estudio del proceso actual.....	140
4.2.	Controlar	144
4.2.1.	Programa de capacitación al personal.....	144
4.2.2.	Programa de control de la producción	146
4.2.3.	Incentivo al personal.....	147
4.2.4.	Sistema ANDON.....	148
4.2.5.	Etapas de control.....	153
4.2.6.	Plan de control de mejora	154
5.	Capítulo V: Análisis Financiero	159
	Análisis presupuestario para la mejora.....	159
5.1.2.	Ahorro para la empresa	161
5.1.3.	Flujo efectivo del proyecto	162

5.1.4. Rentabilidad de implementar el proyecto.....	162
5.1.5. Análisis costo- beneficio	163
6. Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones	165
6.1. Conclusiones	165
6.2. Recomendaciones.....	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cartera de productos de la empresa de Lácteos San Luis.....	10
Tabla 2. Ventas año 2019 de la empresa de Lácteos San Luis	14
Tabla 3. Explicación del valor del Cp dentro de un proceso.....	37
Tabla 4. Significado de la valoración de severidad, ocurrencia y detección para el AMEF.	43
Tabla 5. Significado del Número prioritario de riesgo.....	45
Tabla 6. Análisis de los problemas críticos en el proceso de producción de queso fresco.....	75
Tabla 7. VoC respecto al producto entregado.	77
Tabla 8. Devoluciones Queso Fresco San Luis.....	79
Tabla 9. Recopilación de datos actuales de pesos lote 1-4.....	84
Tabla 10. Recopilación de datos actuales de pesos lote 5-8.....	85
Tabla 11. Datos tomados de las medias de las muestras	86
Tabla 12. Descripción del significado de colores dentro de la tabla de indicadores	90
Tabla 13. Medida inicial del peso de 20 unidades dentro de cada lote en el proceso de prensado	90
Tabla 14. Medida del peso después del proceso de salmuera.....	91
Tabla 15. Medida de pesos de quesos después de estar un día en el cuarto frío.	92
Tabla 16. Números de valoración.....	97
Tabla 17. Matriz Benchmarking.....	98
Tabla 18. Resultados del AMEF	100
Tabla 19. Actividades críticas en el proceso de producción	105
Tabla 20. Datos recolectados del pH de la leche con peso medio del respetivo lote.	108
Tabla 21. Resultado de correlación y valor p arrojados por el minitab	109
Tabla 22. Datos recolectados del pH del suero con peso medio del respetivo lote.	109

Tabla 23. Resultado de correlación y valor p arrojados por el minitab.....	111
Tabla 24. Datos recolectados del tiempo de corte con peso medio del respetivo lote.	111
Tabla 25. Resultado de correlación y valor p arrojados por el minitab.....	112
Tabla 26. Datos recolectados de la acidez de la leche con la cantidad de unidades por lote	113
Tabla 27. Resultado de correlación y valor p arrojados por el minitab.....	114
Tabla 28. Estudio del pH durante el proceso de elaboración de queso, antes de la implementación de mejora.	130
Tabla 29.. Estudio del pH durante el proceso de elaboración de queso, después de la implementación de mejora.....	131
Tabla 30 .Datos de los pesos actuales de queso fresco del producto terminado	141
Tabla 31. Análisis del proceso actual en hojas de trabajo JES	149
Tabla 32	153
Tabla 33. Formato para el Control de la Producción.	156
Tabla 34. Parámetros de elaboración para Control de producción	157
Tabla 35. Análisis de la inversión del proceso mejorado.	160
Tabla 36. Evaluación de los gastos del proyecto	160
Tabla 37. Ahorro de las pérdidas de variación de peso en quesos.	161
Tabla 38. Flujo de efectivo del proyecto mejorado	162
Tabla 39. Valores TMAR	162
Tabla 40. Cálculo TIR y VAN.....	163
Tabla 41. Análisis costo beneficio	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación empresa antigua Grupo San Luis	5
Figura 2. Ubicación actual empresa grupo San Luis (Chimborazo y Esmeraldas)..	6
Figura 3. Ubicación de la empresa Vas'q Grupo San Luis	6
Figura 4. Ubicación de la empresa de Gelatina y Mermeladas San Luis	7
Figura 5. Diagrama institucional empresa de Lácteos San Luis.....	8
Figura 6. Análisis sobre las ventas del año 2019 en Industria Láctea San Luis...	15
Figura 7. Diagrama Ishikawa de los problemas existentes en la empresa San Luis.	16
Figura 8. Descripción de las etapas de la metodología DMAIC	21
Figura 9. Representación de un mapa de procesos	24
Figura 10. Esquema de un proceso	25
Figura 11. Representación de la simbología de la herramienta Bizagi.....	26
Figura 12. Ejemplo de la herramienta SIPOC	27
Figura 13. Ejemplo de una matriz de evaluación.....	29
Figura 14. Ejemplo de un diagrama de Pareto	31
Figura 15. Representación del diagrama de la herramienta VoC.....	32
Figura 16. Representación de la escala del pH.....	34
Figura 17. <i>Representación del índice Cp</i>	36
Figura 18. Representación de una lluvia de ideas.....	39
Figura 19. Representación gráfica del diagrama Ishikawa.	40
Figura 20. Enlace de modo de falla a la causa y el efecto	41
Figura 21. Clasificación de los tipos de AMEF	42
Figura 22. Formato AMEF para procesos.	47
Figura 23. Etapas de la metodología 5S	50
Figura 24. Representación de un sistema ANDON	53
Figura 25. Mapa de procesos de la empresa San Luis	55
Figura 26. Cadena de valor de la empresa San Luis.	56
Figura 27. Caracterización del proceso de ingreso de materia prima	57

Figura 28. Diagrama de flujo del proceso de ingreso de materia prima.	57
Figura 29. Caracterización del proceso de pasteurización.	58
Figura 30. Diagrama de flujo del proceso de pasteurización.....	59
Figura 31. Caracterización del proceso de elaboración.	60
Figura 32. Diagrama de flujo del proceso de elaboración etapa 1	61
Figura 33. Diagrama de flujo del proceso de elaboración etapa 2	61
Figura 34. Diagrama de flujo del proceso de elaboración etapa 3	62
Figura 35. Caracterización del proceso de empaque	63
Figura 36. Diagrama de flujo del proceso de empaque	64
Figura 37. Caracterización del proceso de despacho	66
Figura 38. Diagrama de flujo del proceso de despacho	66
Figura 39. Diagrama SIPOC de la elaboración de queso San Luis.....	68
Figura 40. Representación del porcentaje de ventas de la empresa de Lácteos San Luis en el año 2019.	69
Figura 41. Representación del porcentaje de ventas de la empresa de Lácteos San Luis en el año 2020.	70
Figura 42. Representación de ventas por cada tipo de queso que elabora San Luis.	71
Figura 43. Disminución de ventas en queso fresco San Luis 480g.	72
Figura 44. Representación del aumento de devoluciones del queso fresco San Luis 480g	73
Figura 45. Devoluciones Queso Fresco 480g	73
Figura 46. Representación de los problemas más relevante al momento de elaborar queso fresco.....	74
Figura 47. Evolución de los problemas dentro del proceso de producción.....	76
Figura 48. Representación gráfica de la frecuencia de reclamos hecho a clientes.	78
Figura 49. Diagrama estadístico de las devoluciones de queso fresco durante el mes de enero a mayo.	80
Figura 50. Gráfica Xbarra del peso medio de cada lote.	87

Figura 51. Representación gráfica de puntos de dispersión con el peso de 20 quesos de cada lote.....	88
Figura 52. Representación gráfica de intervalos de peso en los 8 lotes de producción	89
Figura 53. Gráfica del análisis de pérdida de peso durante el proceso de prensado, salmuera y refrigeración.....	93
Figura 54. Gráfica de probabilidad de peso de cada lote	94
Figura 55. Gráfico de la capacidad del peso en el proceso actual de la empresa San Luis.....	95
Figura 56. Gráfica global de elementos de la competitividad.	98
Figura 57. Representación gráfica de la actividad crítica mediante el cálculo NPR (Elaboración).....	105
Figura 58. Representación gráfica de la actividad crítica mediante el cálculo NPR (Empaque).....	106
Figura 59. Representación del análisis de relación entre el pH de la leche con el peso medio del lote respectivo.	108
Figura 60. Representación del análisis de relación entre el pH del suero con el peso medio del lote respectivo.....	110
Figura 61. Representación del análisis de relación entre el tiempo de corte con el peso medio del lote producido.....	112
Figura 62. Representación del análisis de relación entre la acidez de la leche con la cantidad de unidades por lote producido.....	114
Figura 63. Figura. Desarrollo del problema actual de la empresa San Luis en el proceso de producción de Queso Fresco.....	116
Figura 64. Análisis del problema de calidad y pesos mediante el diagrama Ishikawa.	118
Figura 65. Área de pasteurización.....	120
Figura 66. Tablero de control de temperaturas.	121
Figura 67. Proceso de elaboración de queso fresco 480g	121
Figura 68. Verificación de la temperatura a 37°C.....	122

Figura 69. Hoja de registro de la producción del área quesera actual	123
Figura 70. Primer análisis de acidez y pH de la leche.....	124
Figura 71. Análisis antibióticos de la leche.....	124
Figura 72. Equipos nuevos para medir pH, acidez y agua.	125
Figura 73. Verificación de temperaturas.....	126
Figura 74. Segundo análisis de pH de la leche, muestra tomada después de pasteurizar.....	126
Figura 75. Toma de la medida del tiempo de cuajo.....	127
Figura 76. Tablero de control de mediciones	127
Figura 77. Toma de muestra del suero para realizar análisis de pH.	128
Figura 78. Hoja de producción área quesera mejorada.....	129
Figura 79. Proceso de moldeo queso Fresco San Luis 480g.....	132
Figura 80. Reloj en la pared	133
Figura 81. Hoja de registro de limpieza área quesera.....	136
Figura 82. Charlas y capacitaciones al personal los días lunes 8 a.m.	140
Figura 83. Análisis de la capacidad del proceso mejorado en el queso Fresco San Luis.....	142
Figura 84. Grafica del análisis de probabilidad de pesos mejorados	143
Figura 85. Formato para documentar una capacitación al personal.....	145
Figura 86. Cronograma anual de capacitaciones que se realizarán al personal de la empresa San Luis.	146

1. CAPITULO I INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Industria de lácteos San Luis es una empresa ecuatoriana que fue creada a inicios del año 1974 por él señor Luis Vásquez y su esposa Rosa Elena Morocho. La empresa trabaja 46 años en la elaboración de productos lácteos, comenzó fabricando queso fresco, con el paso del tiempo debido a las ventas y a que la marca se fue conociendo cada vez más en el mercado nacional, los dueños decidieron implementar más productos como: manjar de leche, yogurt, gelatinas, mermelada, mantequilla, crema de leche, dulce de higo y nata de leche.

La empresa está ubicada en la ciudad de Cayambe y es administrada por tres hermanos que con el esfuerzo y constancia diaria fueron cada uno construyendo sus propias empresas. En la actualidad existen tres fábricas: en la primera se elabora una variedad de quesos, crema de leche, mantequilla, manjar; en la segunda se elabora el yogurt, avena y en la tercera está la elaboración de gelatinas, bolos y mermeladas.

Debido a la competencia que existe actualmente en el sector lácteo y a los requisitos cada vez mas exigentes de los clientes en cuanto a presentación, sabor y precio la empresa se ve en la obligación de ofrecer productos que presenten diferenciadores únicos al momento de consumirlos. Por este motivo es necesario que la empresa fortalezca todos los procesos tanto administrativos como productivos para tener altos estándares de calidad para poder competir en un mercado como el actual: competitivo y cambiante.

Ofrecer productos de buena calidad al cliente significa aumento de ingresos, mejor posicionamiento en el mercado, satisfacción del cliente, lealtad del cliente, empleados involucrados. Para ello se debe recurrir a normas técnicas que permita la estandarización, con el objetivo de lograr implementar un sistema de gestión de calidad. Los lácteos son uno de los principales alimentos que satisfacen las necesidades de los clientes, para lo cual es necesario estandarizar el proceso de producción para mejorar la calidad y lograr así garantizar un producto confiable para el consumidor.

San Luis cuenta aproximadamente con 13 empleados, 1 persona en la parte administrativa que se encarga del trato directo con los clientes, recibir pedidos, facturación, pagos y cobros, 1 Ingeniera en Alimentos se encarga de liberar la materia prima, análisis el producto terminado, control de calidad y seguimiento de la trazabilidad de los productos, 1 Ingeniera Industrial encargada de organizar la producción del día, revisar los procesos en cada área, registros de limpieza y producción, contar la producción, supervisar tareas de los operarios, levantar procesos, 1 bodeguero encargado de tener las bodegas contabilizadas, despachar el producto terminado, registrar en el sistema la producción, revisar insumos y materiales, alistar pedidos, 7 operarios distribuidos en las diferentes áreas 2 operarios encargados de la elaboración de yogurt, limpieza de su área, llenar hojas de producción y limpieza, 4 operarios a cargo de la elaboración de los diferentes tipos de quesos, limpieza, empaque, 1 operario a cargo de la elaboración de manjar de tarrina e industrial, descarga de la materia prima, pasteurización, envasar manjar, limpieza de tolvas de elaboración, 1 persona de mantenimiento encargado de proveer maquinaria y equipos, realiza los diferentes mantenimientos a las máquinas y 1 gerente general que está a cargo de conseguir materia prima de calidad, pagos a proveedores, pago a trabajadores, compras de insumos y equipos, organización de nuevos proyectos y coordinación de la distribución del producto terminado.

A inicios del 2015 los dueños se ven en la obligación de ampliar el negocio debido al crecimiento que han tenido, por este motivo acuden a realizar un crédito en la CFN. El crecimiento de la empresa San Luis desde el año 2015 al 2020 es aproximadamente de un 15%, ya que la empresa empezó a sacar nuevos productos a la venta como: Gelatina, crema de leche, quesos semi-maduro, mantequilla, vasos artesanales, leche condensada y manjar industrial.

Con este crecimiento aparecieron varios problemas para la empresa como: tiempos muertos, defectos en el producto final, reprocesos, sobreproducción, inconformidad, paradas no programados en la maquinaria, otros. Con estos problemas se busca implementar oportunidades de mejora para el área productiva de quesos, esto con lleva grandes retos como el cambio de mentalidad del personal, lograr un buen posicionamiento de la marca a nivel nacional, ofrecer productos de calidad, satisfacer la exigencia del cliente, marcar precedente ante la competencia y diseñar nuevos productos.

Los parámetros que contribuyen en la calidad de los productos y servicios son: la automatización en los procesos; organización; estandarización de procesos y también la certificación de Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC). Por esta razón es fundamental que la empresa estandarice los procesos de producción, para tener un buen desarrollo de los mismo. Es de suma importancia capacitar al personal para ejecutar de manera adecuada, estos nuevos procedimientos. Un proceso debe cumplir con especificaciones exactas para obtener los resultados esperados.

Por lo tanto, se realizará un estudio de la situación en la que se encuentra actualmente la empresa para encontrar problemas que puedan causar inconformidades en el producto final. Con esto se podrá proponer soluciones de

mejora para atacar el inconveniente que existe actualmente en el proceso de producción de Queso Fresco San Luis.

Descripción de la empresa

Misión

Somos una empresa láctea enfocada en la elaboración y distribución de productos alimenticios con la finalidad de satisfacer y consumir los requisitos y especificaciones más exigentes del mercado ecuatoriano brindando productos nutritivos, cumpliendo normas y parámetros de calidad.

Visión

Ser una empresa confiable en el mercado nacional aplicando técnicas, normas y procesos que garantice calidad e inocuidad en nuestros productos. Incursionando en la implementación y certificación de normativas vigentes.

Valores corporativos:

- Integridad
- Innovación
- Calidad
- Responsabilidad
- Respeto
- Puntualidad
- Compromiso

La empresa San Luis es íntegra ya que cada una de sus actuaciones está regulada por la moral, se presenta ante sí mismo y ante los demás como es.

Tiene la capacidad de generar cambios en el entorno en el que opera, esto va de la mano con la responsabilidad que tiene hacia con sus clientes con entregar productos de calidad. Uno de los valores mas importantes que tiene la empresa es la responsabilidad hacia sus trabajadores como a sus clientes, generando un respeto de las normas y leyes establecidas tanto internas como externas.

Ubicación geográfica

La primera empresa donde se elaboran una variedad de quesos, manjar, crema de leche, mantequilla se encuentra ubicado en la ciudad de Cayambe

Antigua: Calle Chile y Ascazubi E-122

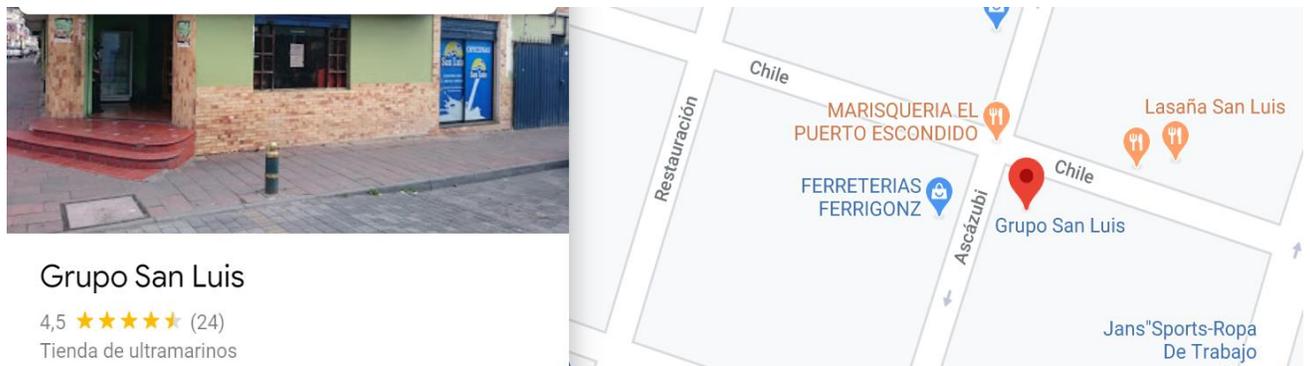


Figura 1. Ubicación empresa antigua Grupo San Luis



Figura 2. Ubicación actual empresa grupo San Luis (Chimborazo y Esmeraldas)

La segunda empresa donde se elabora el yogurt se encuentra ubicado en la ciudad de Cayambe en las calles Chimborazo y Esmeraldas E-455

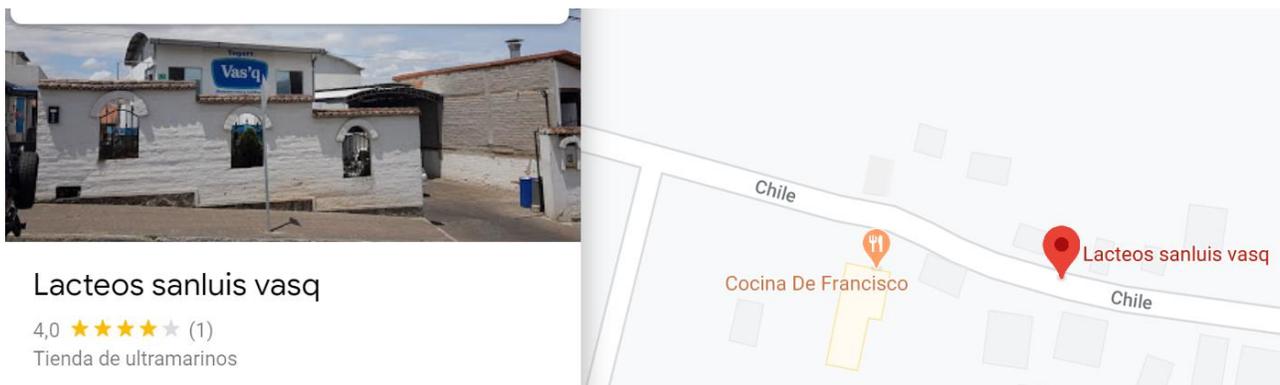


Figura 3. Ubicación de la empresa Vas'q Grupo San Luis

La tercera empresa donde se elabora Vasos de yogurt con cereal, gelatinas y mermeladas se encuentra ubicado en la ciudad de Cayambe calles Panamá y Juan Montalvo



Figura 4. Ubicación de la empresa de Gelatina y Mermeladas San Luis

Proveedores

San Luis cuenta con cinco proveedores que se encuentran distribuidos en las provincias de pichincha, Imbabura y el Carchi, quienes abastecen a la empresa entre 5000 a 8000 litros diarios de leche cruda. De este valor es destinado de 700 a 1400 litros de leche para la producción de yogurt, de 400 a 1000 litros para la producción de manjar y 1000 a 6000 litros para producción de queso.

Los proveedores con los que trabaja la empresa son pequeños y medianos que cuentan con aproximadamente 50 productores pequeños que se encargan de dejar la leche en tanques fríos comunitarios de los diferentes sectores. La empresa cuenta con un programa de trazabilidad en sus proveedores para que puedan mejorar y mantener la calidad en sus productos.

Estructura organizacional

San Luis cuenta con 13 empleados quienes desarrollan sus actividades en las diferentes áreas de la empresa:

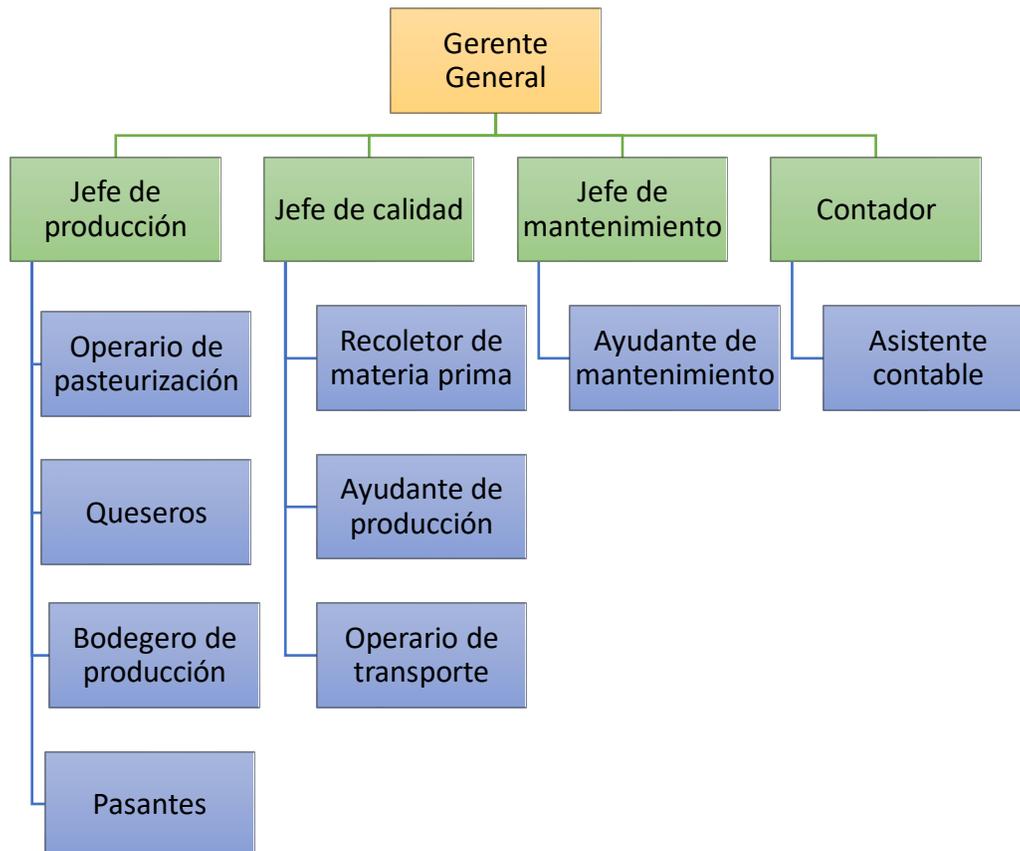


Figura 5. Diagrama institucional empresa de Lácteos San Luis

- Gerente general: Es encargado de administrar el dinero que ingresa a la empresa, busca y realiza negocios grandes para la empresa, investiga mejores proveedores tanto de materia prima como de insumos, realiza los pedidos de insumos y equipos para la organización y realiza pagos a trabajadores y proveedores.
- Jefe de producción: Encargado de organizar la producción del día, revisar los procesos en cada área, registros de limpieza y producción, contar la producción, supervisar tareas de los operarios, levantar procesos.

- Jefe de calidad: Se encarga de liberar la materia prima, análisis el producto terminado, control de calidad y seguimiento de la trazabilidad de los productos.
- Jefe de mantenimiento: Es encargado de proveer maquinaria y equipos, realiza los diferentes mantenimientos a las máquinas, solucionar cualquier inconveniente que exista durante el día de trabajo.
- Contador: Encargado de revisar el proceso de facturación, validar el ingreso y la salida de productos terminados del sistema, cerrar cuentas, entregar los ingresos a la gerencia y facilitar información.

Cartera de productos

Industria lácteos San Luis ofrece una variedad de productos alimenticios de buena calidad. Actualmente distribuye productos como: queso fresco, queso mozzarella, queso de comida y queso semi-maduro, yogurt de 1 litro, 2 litros, 4 litros en 4 sabores mora, fresa, durazno y guanábana, manjar de leche de 75g, 150g, 250g, 500g y manjar industrial para empresas grandes como Tony y Bimbo, dulce de higo, guayaba y cuajada, vasos artesanales de 200g, 400g en 4 sabores mora, fresa, durazno y guanábana, gelatina de sabores.

San Luis empezó con la elaboración de queso fresco, por ese motivo es el producto estrella de la empresa, durante 46 años este tipo de queso fue el que logro posicionar a la marca a nivel nacional.

Tabla 1.

Cartera de productos de la empresa de Lácteos San Luis

Quesos	
<ul style="list-style-type: none"> • Queso fresco 480g y Queso fresco 350g  <p>Queso Fresco Disponble en: 350 g 480 g Fresco</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Queso Semi-maduro con orégano 
<ul style="list-style-type: none"> • Queso semi-maduro con ají 	<ul style="list-style-type: none"> • Queso mozzarella 950g 
Manjar	
<ul style="list-style-type: none"> • Manjar 500g, 260g, 150g y 0,75g  <p>Manjar de Leche Disponble en: 500g 260g 150g 75g</p>	

Yogurt

- Yogurt de 1Lt.



- Yogurt de 2Lt.



- Yogurt de 4Lt.



Dulces	
<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="289 268 706 304">• Dulce de leche con queso  A round, clear plastic container of San Luis Dulce de Leche con Queso. The label features a Spanish flag at the top, the product name in red and white, '300 g', and the San Luis logo at the bottom. The image shows a slice of the dulce on a plate.	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="873 268 1128 304">• Dulces de higo  A round, clear plastic container of San Luis Dulce de Higos. The label is green and red, with the product name in white and red, '450g', and the San Luis logo at the bottom. The image shows a slice of the dulce on a plate.
<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="289 737 600 772">• Dulce de Guayaba  A round, clear plastic container of San Luis Dulce de Guayaba. The label is red and yellow, with the product name in white and red, '400 g', and the San Luis logo at the bottom. The image shows slices of guava on a plate.	
Vasos y Gelatinas	
<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="289 1329 714 1365">• Gelamía fiesta 400g y 200g  Two clear plastic cups of San Luis Gelamía Fiesta. The larger cup is 400g and the smaller one is 200g. Both labels feature the product name in red and white, the San Luis logo, and an image of the gelatin dessert.	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="873 1329 1193 1365">• Gelatina de sabores  A collection of San Luis Gelatina de Sabores products. On the left is a white box labeled 'Gelatina de Sabores' and 'Disponible en 150 g'. To the right are several clear plastic cups of gelatin in various colors (orange, green, red, yellow) with the San Luis logo.

- Vaso mermelada de 400g y 200g



Cartera de clientes

Industria de lácteos San Luis cuenta con un gran número de clientes, se desglosará los más importantes:

- Super mercados Santa María.
- Bimbo
- Tony
- Cabes
- Catering
- Super Maxi
- Panaderías y Tiendas del barrio a nivel nacional

El cliente estrella que tiene la empresa es Super Mercados Santa María. Donde se realiza entrega de quesos, yogurt, manjar y dulces los días lunes miércoles y viernes, generando un valor en cada factura de aproximadamente de 3000\$ por pedido.

Ventas

Tabla 2.

Ventas año 2019 de la empresa de Lácteos San Luis

PRODUCTO	VENTAS DURANTE 2019
Manjar de leche 150g	\$ 10.579.524,00
Manjar de leche 500g	\$ 9.548.623,00
Yogurt 4 litro	\$ 8.326.545,00
Yogurt 2 litro	\$ 7.854.235,00
Queso San Luis 480g	\$ 6.835.789,00
Manjar de leche 250g	\$ 5.963.258,00
Queso Mozzarella 1/2k	\$ 5.897.463,00
Manjar de leche 0,75g	\$ 3.568.795,00
Gelamia 400g	\$ 986.521,00
Queso Mozzarella 1k	\$ 589.642,00
Dulce de higo	\$ 568.948,00
Vaso artesanal 400g	\$ 562.486,00
Dulce de manjar de leche	\$ 549.861,00
Yogurt 1 litro	\$ 532.648,00
Vaso artesanal 200g	\$ 356.895,00
Dulce de Guayaba	\$ 246.987,00
Gelamia 200g	\$ 235.489,00
Gelatina de sabor 400g	\$ 125.463,00
Queso Semi-maduro	\$ 68.945,00
Queso Pizza	\$ 53.246,00
Queso Comida	\$ 36.598,00
Crema de leche 1 litro	\$ 32.658,00
Queso San Luis 350g	\$ 32.567,00
Mantequilla	\$ 13.254,00
TOTAL	\$ 63.566.440,00

Descripción del problema

Para describir el problema se utilizará la herramienta Ishikawa que nos permitirá observar la causa y efecto del problema

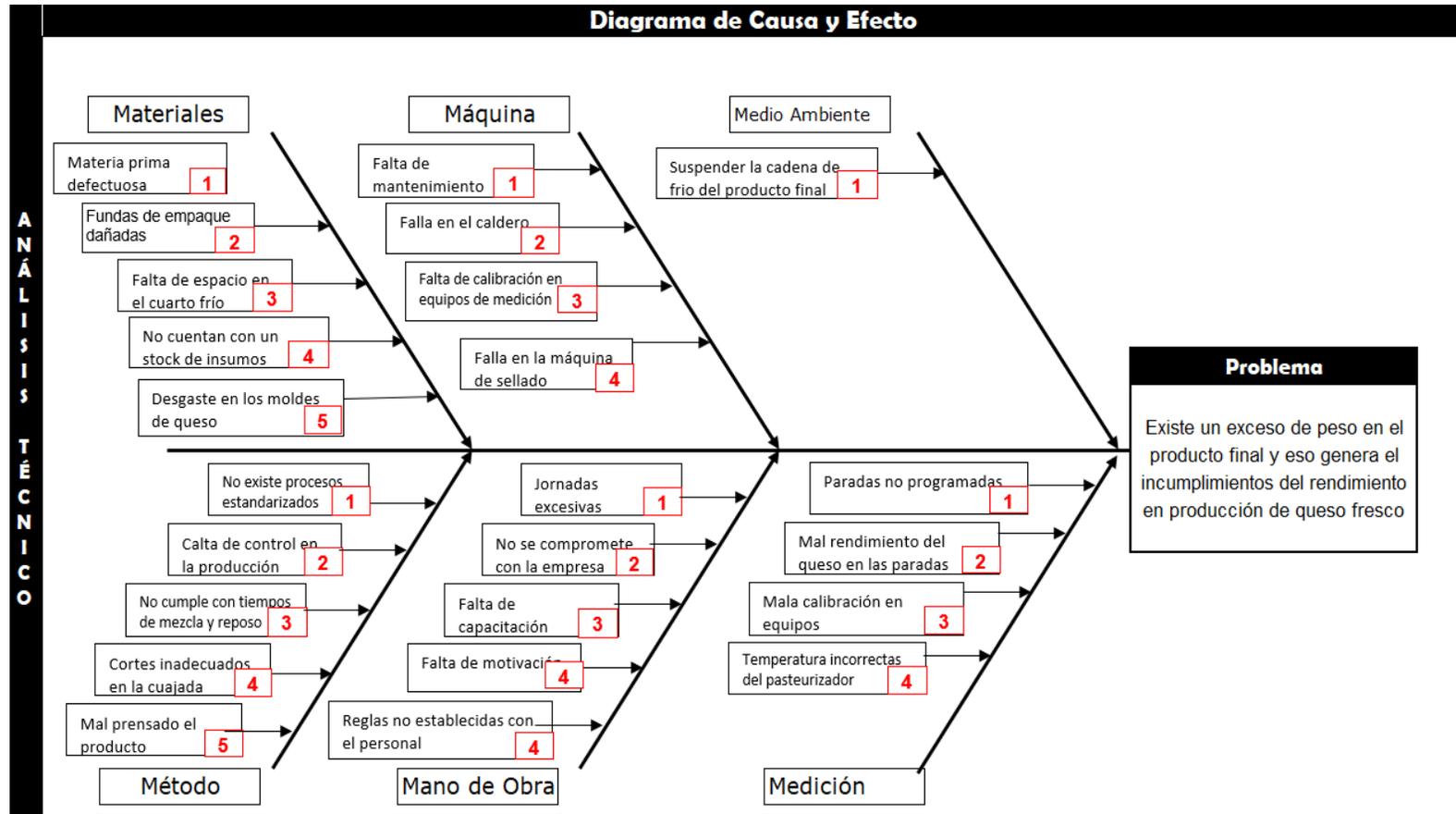


Figura 7. Diagrama Ishikawa de los problemas existentes en la empresa San Luis.

- **Materia prima:** San Luis cuenta con un tanquero de recolección de materia prima, en los últimos meses los análisis que se realizan a la leche cruda empezaron a arrojar parámetros de acides fuera de lo normal. La empresa por no incumplir con los pedidos del cliente está elaborando queso fresco con dicha materia prima sin tomar en cuenta las consecuencias que esto genera a la hora de elaborar el producto, se disminuye la calidad del queso y el rendimiento de la producción. Por este motivo se recibe altas cantidades de devoluciones, generando grandes pérdidas para la empresa, por ende, en la elaboración de queso fresco la materia prima tiene que cumplir con ciertos parámetros de calidad para poder obtener el producto deseado.
- **Pasteurización:** La leche pasa por un proceso de pasteurización, este suceso debe cumplir con temperaturas y tiempos establecidas que no se está cumpliendo. En la pasteurización lenta el tiempo de calentamiento es de 30 minutos a 65°C, el operario realiza este proceso entre 40 minutos y 1 hora a 70°C. Al no realizar una correcta pasteurización se puede manifestar varios inconvenientes; como la contaminación del producto final, desnaturalización de proteínas y el rendimiento mismo.
- **Elaboración:**
 - **Coagular la leche:** Al momento de elaborar queso fresco uno de los procesos más importantes es la transformación de la leche a cuajada. Este proceso ha generado una variedad de inconvenientes al producto final, ya que al momento de añadir el cuajo a la leche el operario no verifica la que la leche tenga la temperatura correcta. Por este motivo la cuaja sale demasiado blanda y el queso pierde su textura. Ocasionando así una gran cantidad de devoluciones del producto para la empresa.
 - **Corte:** Uno de los problemas más grande en el proceso de elaboración es el corte que se realizan, él operario encargado de la elaboración realiza cortes muy pequeños a la cuaja esto no es recomendable para este tipo

de quesos ya que disminuye la retención de suero. Para quesos blandos como es el queso fresco se recomendable realizar cortes granos de cuajada de mayor dimensión con lo que retendrá mayor humedad. Al no realizar el corte adecuado el producto final tiene una disminución de consistencia y dureza.

Desuerado: Una vez realizado el corte se debe dejar reposar la mezcla durante aproximadamente 10 minutos para que el producto baje y el suero suba, este tiempo de espera no se está realizando ya que el operario inmediatamente después de realizar el corte procede a desuero el producto, es decir al no esperar el tiempo establecido el operario absorbe con todo producto y eso ocasiona un bajo rendimiento en la producción

Salir los quesos: El proceso de salado es de mucha importancia al momento de elaborar queso fresco. Uno de los errores que se comete en el proceso de salado, es que el operario no mide el tiempo que deja el queso dentro de la salmuero, el tiempo establecido es 40 minutos. El trabajador varía el tiempo por parada en algunos casos deja menos tiempo y en otros deja más tiempo. Esto provoca que el queso pierda demasiada humedad, y se genere un color amarillento en la parte superior del queso.

- Pérdida de la cadena de frío: Una vez que el producto terminado entra al cuarto frío, su cadena de refrigeración por ningún motivo debe romperse, es decir, debe existir un control de temperatura al momento de distribuir el producto y comercializarlo, para lograr garantizar la calidad del producto. Al momento de romper la cadena de frío en el queso fresco comienza a generar problemas como: desuerado, hinchazón, pérdida de vacío en el empaque, suavidad del producto, otros.

Justificación

La empresa San Luis se dedica a la elaboración de productos lácteos donde se ha generado un sin número de problemas en la elaboración de quesos. Este trabajo de titulación se centrará en la línea de producción de queso fresco, ya que es el producto estrella de la empresa. Esto se debe a que es un producto artesanal donde no existe controles de calidad y su producto final tiene alteraciones en su aspecto, textura, vida útil debido a que sus procesos no han sido estandarizados.

Los problemas a tratar se centran en la estandarización de procesos y todo lo que incluye. A continuación, se desglosará los problemas a tratar:

- La variación de tiempo, es uno de los grandes problemas que existe en la línea de producción, en cuanto al tiempo de reposo de la materia prima, el corte de la cuajada y revolver la mezcla. Esto genera problemas que puede llegar a apreciar el consumidor como son su textura, su sabor, olor y vida útil. Con el transcurso del tiempo se ha tratado de controlar este problema, pero no se ha obtenido ningún resultado.
- Maquinaria, el caldero una de las máquinas que se utiliza para la pasteurización de la materia prima, no recibe mantenimiento por semana eso genera un sin número de inconvenientes. Uno de los más grandes es el tiempo que se demora en pasteurizar la leche cruda para que ingrese al área de elaboración, al no realizar el mantenimiento semanal el caldero no genera un mismo rendimiento de vapor para que se realice dicho proceso. Generando así, tiempo muerto en el operador y en el área de elaboración.
- Jornadas laborales extendidas, se generan horas laborales extras debido a que los tiempos de pasteurización y de mezcla no son los mismos, ya que sus tiempos varían y eso hace que la empresa pierda dinero porque debe pagar las horas extras de sus empleados.

- Planificación de producción, este es uno de los problemas más grandes que tiene la empresa ya que al no contar con una planificación de la producción está surgiendo grandes pérdidas para ella, tanto de clientes como de dinero.

Es por esto que el presente proceso de titulación permite que la empresa San Luis mejore su proceso de elaboración en su producto estrella, disminuya la cantidad de devoluciones, genere mejores ganancias y cumplir con las expectativas del cliente.

Alcance

En este proyecto nos enfocaremos en la línea de producción de queso fresco, la cual va desde el área de recepción de la materia prima hasta la distribución del producto final.

Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Estandarizar los procesos en una empresa de lácteos para mejorar la producción de queso fresco.

1.1.2. Objetivo específico

- Realizar el levantamiento de proceso para conocer la situación actual de la empresa e identificar los procesos críticos a controlar.
- Proponer herramientas de mejora continua para la estandarización de los procesos de elaboración del queso fresco.
- Elaborar un plan de capacitación semanal con el personal de la empresa con el fin de crear una cultura de manejo de medidas de control de tiempo y temperatura para la elaboración de queso fresco.
- Realizar un análisis costo-beneficio mediante el estudio de la propuesta de mejora implementada para conocer si el proyecto es óptimo para la empresa

2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. DMAIC

Es una metodología la cual opera la filosofía Six Sigma, donde el enfoque es directamente al cliente, con un manejo eficiente de los datos y metodologías. Podemos decir que esta metodología es para eliminar defectos y variación en los procesos, que causan inconformidades con los clientes (Ríos, 2016).

DMAIC está compuesta por cinco fases enlazadas de una manera lógica que son (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar). Estas fases o etapas utilizan distintas herramientas de mejora para poder dar solución al problema principal. Para poder implementar mejoras significativas dentro de los procesos de la organización, es importante tener un modelo estandarizado de mejora a seguir (Ocampo, 2012).

	DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	MEJORA	CONTROL
OBJETIVO	Analizar la necesidad del cliente o que causa problemas	Evaluar el estado actual del proceso y su capacidad	Descartar las variables no significativas	Evaluar las variables restantes y determinar la relación entre ellas	Asegurar controles mediante el desarrollo de un plan de control
RESULTADO	Proyecto 6 Sigma con "Y" definida (Problema) y con "X" (causa)	Zst, Zlt, Zsh	X's significativas	Ubicación optimizada de las variables X	Proyecto terminado y controlado
HERRAMIENTAS	QFD, AMEF, Benchmarking, Mapeo de procesos	Estudio R&R, Plan de subgrupos racionales, Cálculo de Zst y Zlt	Gráfica de puntos, ANOVA, Regresión y prueba de hipótesis	Diseño de experimentos	Plan de control y/o CEP

Figura 8. Descripción de las etapas de la metodología DMAIC

Adaptado de: Dominguez, 2010, p. 14

2.1.1. Definir

En esta primera etapa se topará puntos de suma importancia como; conocer al cliente, así como sus exigencias y expectativas así el producto o servicio, determinación del alcance del proyecto, las fronteras que delimitan el inicio y el final del proceso que se desea mejorar y los cambios que se debe implementar para poder satisfacer las necesidades del cliente.

En la fase definir se logra conseguir la jerarquía de los posibles proyectos de mejora de la empresa. Se realiza una simulación del proceso con el objetivo de detectar la insuficiencia de los procesos actuales, y así poder identificar el problema principal de la empresa.

A continuación, se detallará los entregables claves en esta etapa de la metodología:

- El Charter del proyecto
- Mapa de Proceso SIPOC
- Voz del cliente
- Árbol Crítico para la Calidad (CTQ)

2.1.1.1. Gestión por procesos

Es una manera de organizar de diferente manera el trabajo en función del mejoramiento continuo de actividades dentro de la organización. Se caracteriza por apoyar mediante un sistema interrelacionado de procesos a incrementar la satisfacción del cliente, también sirve para eliminar las diferentes barreras que existen entre las áreas funcionales y unifica su enfoque hacia las metas principales de la organización (Coello, s.f.).

La gestión por procesos permite establecer indicadores que aporten mejoras de calidad, así lograr aportar resultados de evaluación del rendimiento de las actividades o tareas que están dentro del proceso. Esta metodología empezó a generar mayor acogida a partir de la reingeniería, y culminó con los principios propuestos en las normas ISO 9000, donde la gestión por procesos se considera

“un camino poderoso para la organizar y gestionar las actividades que crean valor a la empresa” (Maciá, 2014).

2.1.1.2. Mapa de proceso

Es una fase de gestión muy importante para la organización ya que es una representación gráfica de los procesos que existen dentro de ella. Tener un mapa de procesos permite entender y a su vez visualizar de manera perspectiva global-local, ubicando cada proceso en el marco de la cadena de valor que se divide en: procesos estratégicos, misionales y de apoyo. (Castillo, 2020, pág. 11)

El mapa de procesos ayuda a la organización a clasificar los procesos y señalar la conexión que existe entre ellos. A continuación, se muestra la clasificación de los procesos:

- **Procesos estratégicos:** Estos procesos se encargan principalmente de tareas que brindan un soporte para la toma de decisiones acertadas, fortalecer los procesos misionales de la compañía y mejorar la perspectiva del cliente.
- **Procesos operativos:** Estos procesos se enfocan en aportar valor a la relación de la compañía con sus clientes, tiene relación directa con el producto o servicio que oferta la organización.
- **Procesos de soporte:** Son procesos que se ocupan de las actividades necesaria para un correcto desarrollo operativo, generalmente se encuentran ligados a los recursos y a las mediciones.

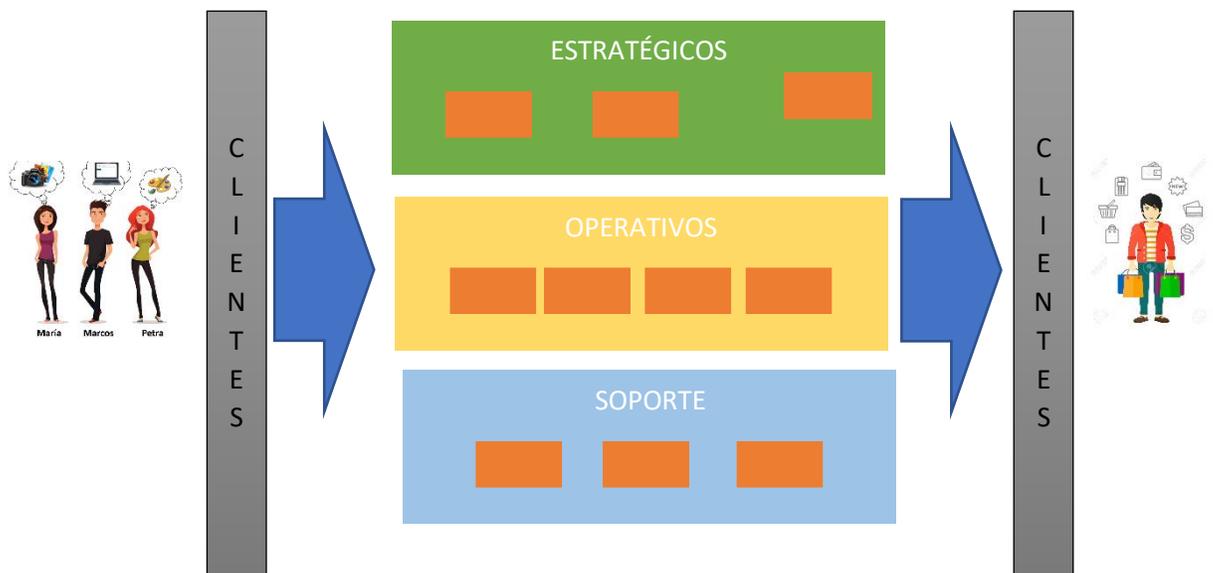


Figura 9. Representación de un mapa de procesos

Adaptado de: Dominguez E. , 2011, p. 3

2.1.1.3. Proceso

Es un conjunto de tareas o actividades mutuamente relacionadas donde participan un número de personas y de recursos materiales para conseguir un objetivo previamente analizado. En las cuales las entradas al proceso pasan por una transformación que generan salidas o resultados que satisfacen completamente las necesidades del cliente.

Los procesos se clasifican según su cometido. se clasifican en procesos operativos, estratégicos y de soporte. Se debe considerar que la Norma ISO 9001:2008 de gestión de calidad, recomienda la siguiente clasificación: responsabilidad de la dirección, realización del producto/ prestación del servicio, previsión de los recursos y análisis, medición y mejora (Álvarez, 2017).

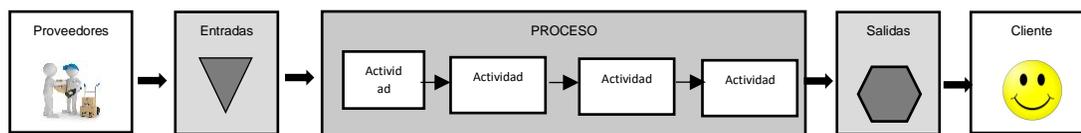


Figura 10. Esquema de un proceso

Adaptado de: Álvarez, 2017, p.18

2.1.1.4. Diagrama de flujo

Es una representación gráfica que enseña una descripción visual de las tareas realizadas dentro de un proceso. Indica la relación secuencial entre cada actividad, logrando facilitar el análisis de cada una de ellas y su relación con las demás, también flujograma hace posible visualizar las actividades que aportan valor y las que no lo hacen, es decir que no generan directamente nada al cliente en el proceso o al resultado deseado

La herramienta tiene como objetivo asegurar el mejoramiento de la calidad y el crecimiento de la productividad de los operarios. Esto sucede ya que la documentación del flujo de las actividades hace posible realizar mejoras en los procesos, en tiempos, en uso de materiales, en recursos humanos, etc. Las actividades son representadas gráficamente a través de símbolos para lograr una mejor visualización del funcionamiento del proceso. (Romonet, 2013)

A continuación, se muestra la simbología de la herramienta bizagi.

PASOS	DESCRIPCIÓN/USO	SÍMBOLO	ACTIVIDAD	
1	Representa un participante en el proceso. Un participante puede ser una entidad de negocio específico (por ejemplo una compañía) o puede ser un rol de negocio más general (por ejemplo un comprador, vendedor o producto)		POOL	1. Escoger el Pool y colocar el nombre de proceso que se va a diagramar. 2. Colocar las líneas que intervienen en el proceso y colocar nombre en cada una de ellas. Puede ser empresa, rol o las áreas están dentro del proceso Recomendación: agrupar el pool y líneas para un fácil desplazamiento de los objetos.
2	Es un sub participante dentro del Pool		Lane	3. Seleccionar el símbolo de inicio y colocar dentro del círculo la palabra INICIO
3	El evento de inicio indica donde un proceso comenzará		Inicio	4. Escoger el conector para unir la secuencia
4	Es una actividad usada cuando el trabajo en el proceso es simple o atómica		Tarea simple	5. Dependiendo al proceso escoger las diferentes actividades ya detalladas anteriormente
	Es una tarea que usa algún tipo de servicio, que podría ser un servicio Web o una aplicación automática		Tarea servicio	
	Es una tarea simple para que llegue un mensaje. Una vez el mensaje sea recibido, la tarea es completada		Área de recepción	
	Es una tarea simple que es designada para enviar un mensaje a un proceso o caso específico		Tarea de envío	
	Es una tarea que se espera que sea realizada sin la ayuda de algún motor de ejecución de negocios. Un ejemplo puede ser una secretaria archivando documentos físicos		Tarea manual	6. Si en el proceso existe 2 o más caminos se debe seleccionar la condicional de la cual debe salir dos caminos de SI y no o de las diferentes alternativas y unirlos con los conectores de secuencia
5	Es una actividad que contiene otras actividades (un proceso). Es un proceso dentro del proceso padre		Subproceso	7. Si en el proceso necesitas colocar documentos que intervienen en el proceso se selecciona el símbolo documentación y se coloca el nombre del documento, para unir al proceso se escoge el símbolo asociación
6	La compuerta exclusiva es ubicada dentro del proceso de negocio donde un flujo de secuencia puede tomar 2 o más caminos alternativos.		Compuertas	8. Si el flujo debe ser más detallado para el visualizador del diagrama debe colocarse el símbolo de anotaciones y unirlos con el conector asociación.
7	Es utilizado para mostrar el orden en que las actividades serán ejecutadas en un proceso. Cada flujo tiene un solo origen y un solo destino.		Flujo de secuencia	9. Cuando los procesos o Pools son externos se debe unir con el conector flujo de mensaje.
	Es usado para mostrar el flujo de mensajes entre dos entidades que están separadas para enviarlo y recibirlo. Pools separados en el diagrama pueden separar las dos entidades.		Flujo de mensaje	
	Usado para asociar información (anotaciones) y artefactos (documentos)		Asociación	
8	Proveen información acerca del documento, datos y otros objetos utilizados durante el proceso		Documentos	10. Si al iniciar se necesitan dos disparadores para empezar el proceso se selecciona el icono inicio múltiple paralelo
	Las anotaciones de texto son un mecanismo para que un modelador provea información adicional o más		Anotación	
9	Es donde un proceso termina. En términos de flujo de secuencia		Evento de Fin	11. Siempre para dar por terminado la diagramación del flujo se debe colocar el evento de fin

Figura 11. Representación de la simbología de la herramienta Bizagi.

Adaptado de: Herramienta Bizagi

2.1.1.5. Diagrama SIPOC

SIPOC significa Suppliers, Input, Process, Outputs y Customer (Proveedores, entrada, proceso, salida y cliente). Esta metodología lleva a una organización de operaciones comerciales más eficientes y menos derrochadoras. El diagrama

SIPOC busca asegurar que no haya ningún inconveniente en el proyecto (Hernández, 2019).

La herramienta tiene una gran importancia en el momento de realizar nuevos proyectos ya que es una forma simple pero efectiva de asegurarse que todos los integrantes del equipo de trabajo, así como el área de negocio estén alineados. También, puede ayudar a identificar problemas y aislar áreas que añadan poco valor al proyecto.



Figura 12. Ejemplo de la herramienta SIPOC

Adaptado de: Calidad Total, 2017

- Proveedores: Proporcionan las entradas del proceso.
- Entrada: Recursos que el proceso requiere
- Proceso: Las actividades o tareas que transforman las entradas en salidas.
- Salidas: Productos o servicios generados
- Clientes: Internos o externos

2.1.1.6. Identificación de clientes internos y externos

En un proyecto de mejora es fundamental primero conocer cuáles son los clientes a los que el proceso impacta. Existen dos tipos de clientes, se conoce como cliente interno a las personas que están dentro de la compañía. Por ejemplo, el jefe de bodegas que es el encargado de proveer los insumos para que la producción pueda

realizar el proceso, y como cliente externo son aquellos a los que la empresa provee o brinda un producto o servicio elaborado por ellos.

2.1.1.7. Selección del problema

El problema debe ser seleccionado tomando en cuenta las políticas que maneja la organización, el dueño de la empresa, el equipo de trabajo, el jefe inmediato y a los resultados organizacionales.

A continuación, se mencionan criterios que se deben tomar al seleccionar un problema:

- Seguridad
- Costo
- Beneficios
- Nivel de servicio
- Calidad
- Entrega

Se debe tomar en cuenta que un problema surge por: devoluciones, un bajo nivel de servicio al cliente, entregas fuera del tiempo acordado, desperdicios, mal uso de los materiales y de insumos, producto defectuoso, documentos inadecuados.

2.1.1.8. Impacto al negocio

Este análisis se realiza para conocer como impacta el cambio de mejora que se va a realizar al proceso. Se conoce cuales serían las consecuencias de no realizar los cambios necesarios que necesita el proyecto para mejorar su proceso. También se estudia cual ha sido la situación en el negocio debido al proceso actual (Macedo, 2017). En este punto es de mucha importancia que la dirección de la compañía describa como se alinea el proyecto con las iniciativas y metas del negocio.

<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  3 puntos </div> <div style="text-align: center;">  2 puntos </div> <div style="text-align: center;">  1 puntos </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">Evaluación</div> </div>						
PROBLEMAS	Importancia	Prioridad	Política Depto.	Periodo de Ejec.	Factibilidad	Orden
Devoluciones						12 puntos 1er lugar
Entregas fuera del tiempo						11 puntos 2do lugar
Desperdicios						10 puntos 3er lugar
Mal uso de los materiales y de insumos						10 puntos 3er lugar
Productos defectuosos						11 puntos 2do lugar

Figura 13. Ejemplo de una matriz de evaluación

2.1.1.9. Satisfacción del cliente

Para poder conocer los requerimientos y expectativas que tiene el cliente, es suma importante determinar las características críticas para la calidad (CTQ) del producto o servicio. Para poder identificar los CTQ se debe conocer la voz del cliente interna o externa (VOC), esto quiere decir que es muy importante saber lo que el consumidor espera acerca del producto o servicio que brinda la empresa, logrando conocer cuál es el grado de satisfacción del cliente.

Una vez identificado los CTQ se debe realizar un análisis del proceso actual para establecer acciones que permitan eliminar o disminuir el problema. Existen varios

métodos para conocer los CTQ's como: voz del cliente, quejas y reclamos, matriz de causa efecto, QFD y encuestas (Mosquera, 2019).

2.1.1.10. Diagrama de Pareto

Es una herramienta muy útil y utilizada por todos los sectores, ya que nos ayuda a analizar problemas complejos ya detectados en la empresa. Esta herramienta también es conocido como curva 80:20 o análisis ABC es un diagrama de barras donde se representa las causas de forma descendente. De hecho, este principio planea que el 20% de las causas originan el 80% de los problemas. Esta metodología ayuda a identificar ese 20% de causas para poder actuar sobre ellas.

El diagrama de Pareto se utiliza para: Establecer factores claves dentro de una situación o aspectos de mayor dominio. Es decidir en qué aspectos se debe enfocar de manera inmediata, tomar la mejor decisión ante la situación actual, indicar la importancia relativa que tiene las diferentes causas de los problemas, definir el alcance de la situación y comprender la efectividad de la mejora que se está realizando ante el problema de la empresa (Gómez, s.f.).

A continuación, se desglosará las fases para la elaboración de esta herramienta:

- Determinar los factores o causas principales del problema, que datos se necesita para su análisis y como extraer esa información.
- Tabular los datos en un formato adecuado de una plantilla
- Ordenar las causas de ascendente a descendente
- Realizar el cálculo de las variables relativas de cada una de las causas.

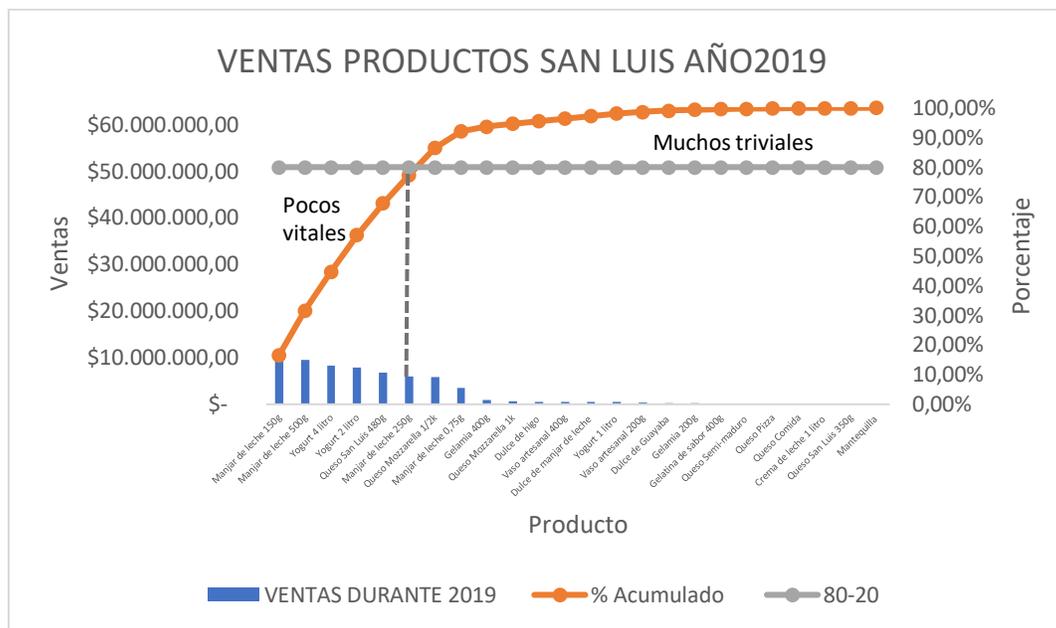


Figura 14. Ejemplo de un diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto tiene dos componentes muy importantes para poder interpretar los pocos vitales y muchos triviales es decir que existe muchos problemas sin importancia vs pocos muy importantes. En la gráfica se observa los “pocos que son vitales” a la izquierda y los “muchos triviales” a la derecha.

Se debe tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal es decir que el 20% de las posibles causas se forma u origina por el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado (Mármol, 2017).

2.1.1.11. Voz del cliente

Es una herramienta que se utiliza para realizar un proceso exhaustivo de entender e interpretar las expectativas, experiencias y preferencias del cliente con los productos y servicios que ofrece la empresa. La voz del cliente (VoC) es una fuente que ayuda a las empresas a detectar fortalezas y debilidades que se podría utilizar como oportunidades de mejora logrando así transformar con iniciativa cada área funcional del negocio. El resultado de este análisis será representado en las características críticas de la calidad.

Es de gran importancia para las empresa grandes, medias y pequeñas utilizar esta herramienta en un proyecto de mejora continua, ya que se logra identificar los procesos, tareas, procesos y métodos a mejorar para satisfacer los requerimientos de los clientes. De esta manera recolectar la información necesaria para poder mejorar puntualmente en nuestros procesos y ofrecer productos de calidad, beneficiando tanto al consumidor como a al negocio. (Grotz, s.f.)

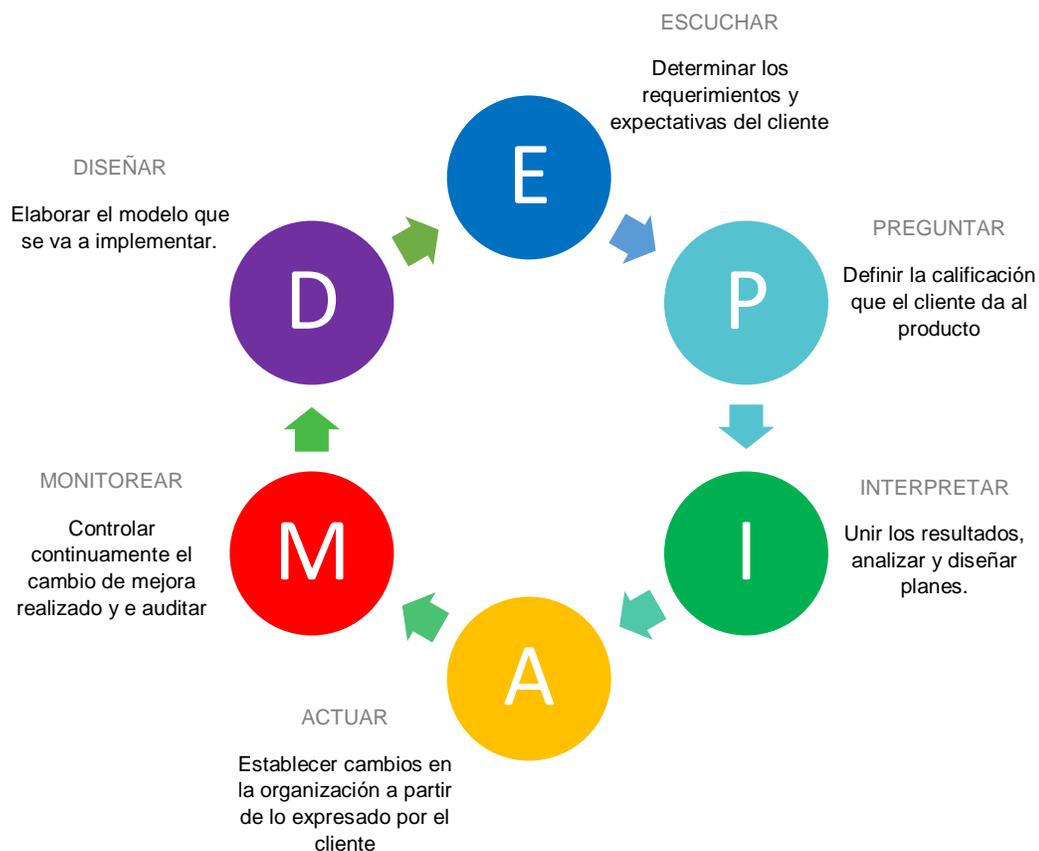


Figura 15. Representación del diagrama de la herramienta VoC

Adaptado de: Valentina Volpe, 2013

2.1.2. Medir

En objetivo principal que tiene esta etapa de la metodología DMAIC es evaluar el rendimiento del proceso actual, definir los defectos, recopilación los datos primordiales para el producto o proceso e identificar nuevas propuestas de mejora.

Se debe reconocer y documentar los factores del proceso que afectan el rendimiento de la producción y características del mismo, estos parámetros deben ser de interés para el cliente. Este paso es de mucha importancia ya que permite una evaluación objetiva del impacto real de la mejora. Al momento de la recopilación de los datos, es necesario disponer de un sistema de medida (equipos y procedimiento) con alto nivel de exactitud.

2.1.2.1. Recopilación de datos

Es una técnicas o herramientas que maneja un analista para desarrollar los sistemas de recopilación de datos, entre ellos se encuentra las entrevistas, las encuestas, la observación y el diagrama de flujo. Estos instrumentos son aplicados con el objetivo de hallar información que será útil para buscar oportunidades de mejora para el proceso (Delgado, 2009).

La recopilación de datos es fundamental para tomar buenas decisiones comerciales y para desarrollar producto valiosos y atractivos para el cliente. Es esencial logran comprender y estudiar un problema en concreto, es muy importante conocer la industria, los clientes y los competidores, para lograr satisfacer al cliente con lo que ofrece la organización (DataScope, 2018).

2.1.2.2. pH de la leche

El pH es derivado de “p” el símbolo matemático para logaritmo del inverso y “H” símbolo del elemento químico “hidrogeno”. Es una medida de la acidez real de la leche, normalmente la leche tiene 6.50 a 6.70 pH a 25°C. El pH es uno de los parámetros más importantes al momento de elaborar quesos y existen dos formas de medición que son: por medio de la acidez titulable y por medio del pH del queso. Se debe tomar en cuenta que el pH no es estático, sino que puede cambiar mientras se elabora el producto (La Universidad de Zulia, 2003, pág. 13).

El pH es medido con un instrumento conocido como potenciómetro, el funcionamiento es a través de celdas electrónicas, donde se determina la

concentración de los iones H^+ en una creación química que genera la obtención del pH de la misma.

Escala de pH

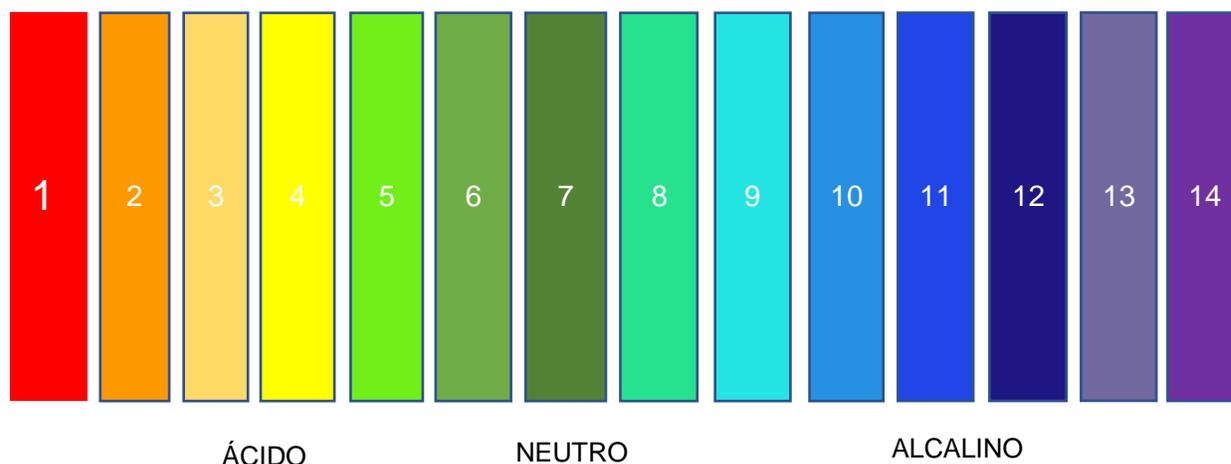


Figura 16. Representación de la escala del pH.

Adaptado de: Steemit, 2018

2.1.2.3. Temperaturas exactas para la elaboración de quesos

El tratamiento térmico de la leche es uno de los factores más importantes al momento de elaborar cualquier tipo de queso. El calentamiento de la leche tiene una relación con la calidad microbiológica. Existen dos tipos de pasteurización la lenta que llega a temperaturas de 64 y 70 °C un tiempo de 30 minutos y la rápida que llega a temperaturas de 72 y 73°C en un tiempo de 15 a 20 segundos (Francesa, 2017).

Para fabricar queso fresco se recomienda utilizar la pasteurización lenta ya que la leche no puede pasar de los 70°C, porque puede generar una separación del suero. Luego se procede a pasar al proceso de enfriamiento lo más rápido posible mediante el

uso de un enfriador de placas, la temperatura apropiada para este tipo de quesos es de 36 a 38°C (Luluaga, 2010, págs. 59,60).

2.1.2.4. Tiempo de corte del cuajo

El tiempo de corte es importante al momento de elaborar queso, porque al no contar con un tiempo establecido de corte se genera un bajo rendimiento en el producto final. El tiempo recomendado es de 25 a 30 minutos y se procede a realizar el corte respectivo, para quesos fresco el diámetro del grano debe estar entre 3-4cm.

A continuación, se enlistará algunas pruebas que se puede realizar antes de cortar:

- Tocar la cuaja con la palma de la mano y observar la consistencia de la misma
- Introducir un dedo en la cuajada
- Observar si la cuajada se separa de los bodes de la tina de elaboración

2.1.2.5. Capacidad del proceso

Es el grado de capacidad que tiene un proceso para lograr ejecutar las especificaciones técnicas deseadas. Cuando el proceso tiene una alta capacidad, significa que el proceso es eficaz, cuando el proceso se mantiene estable a lo largo de un tiempo determinado significa que el proceso está bajo control y cuando no cumple significa que el proceso no es adecuado.

Para iniciar con un estudio de capacidad debe encontrarse estadísticamente estable el proceso. Además, se debe tomar en cuenta que las medidas individuales se comportan mediante una distribución normal, las especificaciones representan con gran determinación los requerimientos de los clientes. Después se encuentra una diferencia significativa en los índices de corto y largo plazo, esto indica que el proceso es inconsistente y se debe aplicar mejoras de inmediato. (Salazar, 2019)

A continuación, se explica los índices de capacidad a corto plazo:

- Índice Cp

Cuando las medidas de características de un producto son iguales a su valor ideal, el producto es de alta calidad, Para cumplir con estas características el producto medido debe tener un rango de límites superiores e inferior. Sin embargo, para poder saber si el producto o servicio cumple con dichas especificaciones de calidad se utiliza el cálculo de índice de capacidad del proceso (C_p).

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

$\sigma =$ Desviación estandar

$$\sigma = \frac{R}{d_2}$$

$d_2 =$ constante que depende del tamaño de la muestra

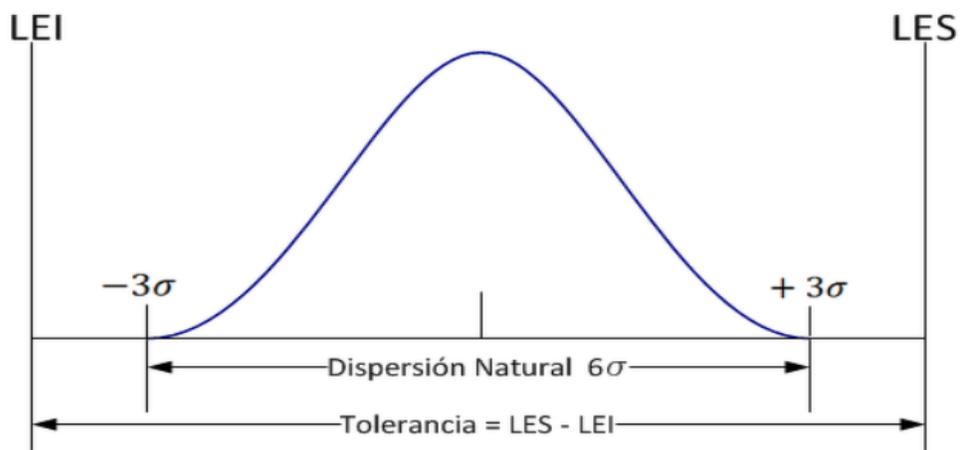


Figura 17. Representación del índice C_p

Adaptado de: Salazar, 2019

Con el índice Cp se puede comprender y analizar el proceso dependiendo al valor arrojado, con esto se puede tomar decisiones correctas para mejorar el proceso. En la siguiente tabla se muestra el significado de los valores que puede arrojar el Cp.

Tabla 3.

Explicación del valor del Cp dentro de un proceso

Valor del Cp	Clase de proceso	Decisión
Cp mayor 2	Clase mundial	Tiene alta calidad Seis Sigma.
1.33 menor e igual Cp menor e igual 2	1	Mas que adecuado
$1 \leq Cp < 1.33$	2	Requiere de un control, pero es adecuado para el trabajo
$0.67 \leq Cp < 1$	3	Realizar un análisis del proceso no es adecuado para el trabajo
$Cp < 0.67$	4	Tomar control inmediato requiere modificaciones serias no adecuado para el trabajo.

Adaptado de: Salazar, 2019

- Índice Cpk

El índice Cpk se puede calcular una vez conocido el resultado del Cp ya que solo estima la capacidad potencial del proceso para cumplir con la tolerancia. Analiza también donde se localiza la media del proceso respecto a las especificaciones (Salazar, 2019).

El Cpk establece el comportamiento actual del proceso, y este puede cambiar a lo largo del tiempo, por ese motivo es importante evaluar el Cpk para poder comparar el proceso de mejora en un proyecto.

Cpk = Menor valor entre C_{pu} y C_{pl}

$$C_{pu} = \frac{LES - \mu}{3\sigma}$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LEI}{3\sigma}$$

μ = Media de la característica de la calidad

Los índices Cpk y Cp es igual cuando la media del proceso esta ubicado en el punto medio de las especificaciones y si el proceso no se encuentra centrado eso quiere decir que el valor del índice Cpk será menor que el Cp (Salazar, 2019).

2.1.3. Analizar

En la fase analizar se determina y analiza la información recolectada para identificar la causa del problema estudiado y con ello tomar acciones correctivas de las fallas de los procesos. En la etapa es indispensable para su éxito definir la relación entre los procesos de entrada y salida.

La etapa analizar es la que da sentido a la aplicación de la metodología DMAIC, ya que es en esta etapa se busca alternativas viables de solución para los problemas. Se aconseja atacar de raíces las situaciones deficientes con soluciones innovadoras. No se debe descartar opciones de ningún miembro del equipo de trabaja por más pequeña que parezca, se debe analizar y evaluar su posible resultado (Perseo, 2019).

2.1.3.1. Brainstorming (Lluvia de Ideas)

Esta herramienta generara ideas sobre problemas o sobre todas las causas posibles que están generando una pérdida para la empresa, también aplica a la elaboración de las posibles soluciones de dichos problemas. Ayudando a potenciar la creatividad

de las personas que participan en el proceso, escuchando y analizando todas las ideas que vayan surgiendo, sin censurar ni criticar. Una vez recopilada la información se procede a analizar y seleccionar las más interesantes y variables (Roldán, s.f., pág. 2). Cada participante tiene una opinión distinta de las cosas, por lo que el aporte de cada uno de ellos en esta técnica es de gran ayuda para encontrar las mejores soluciones al problema.

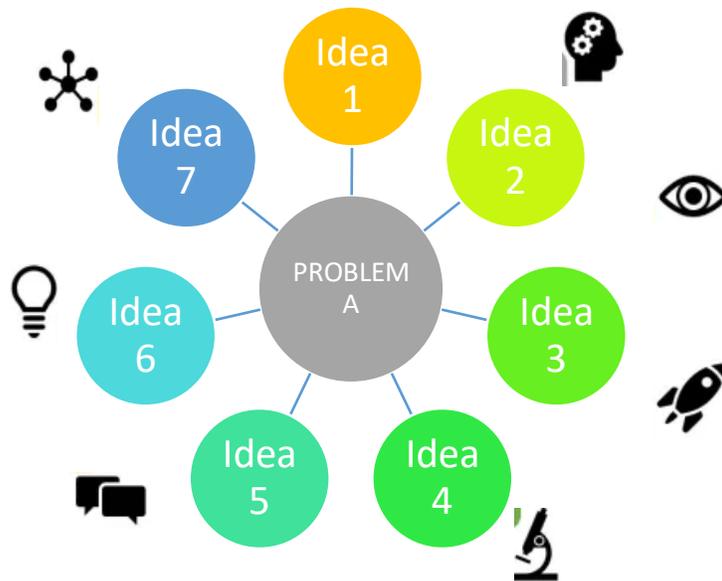


Figura 18. Representación de una lluvia de ideas

Adaptado: Unknown, 2013

2.1.3.2. Diagrama causa efecto

Esta herramienta fue creada por el mentor japonés Kaoru Ishikawa, pero se conoce como diagrama espina de pescado o diagrama Ishikawa.

La herramienta permite analizar a través de una visualización todas las causas y subcausas que están dentro de un evento o efecto (falla) y la relación lógica entre varios factores que producen un efecto determinado. La herramienta cuenta con seis categorías donde se logra agrupar las causas potenciales (Mano de obra, máquina, material, método, medio ambiente, medida). El diagrama Ishikawa no facilita la visualización clara de actividades que llevan la evolución de una falla, pero

despliega todas las posibles causas que pueden intervenir en la contribución del efecto (falla) (Cajas, 2008, pág. 64).

Es recomendable para la compañía realizar este diagrama ya que es una gran herramienta gráfica para crear una lluvia de ideas e identificar las posibles causas de un problema existente dentro de un proceso, para un análisis más detallado a futuro.

Pasos para una elaboración correcta del diagrama Ishikawa:

- a. Definir correctamente el efecto.
- b. Definir cuales categorías se van a evaluar en el diagrama para poder agrupar correctamente las causas en sus categorías correspondientes.
- c. Realizar una lista de posibles causas y subcausas en cada una de las categorías.
- d. Identificar y seleccionar las causas que son más probables.
- e. Elegir las causas con un orden de importancia.
- f. En cada causa se debe analizar su posible influencia en el problema general.
- g. Finalmente analizar los resultados obtenidos.

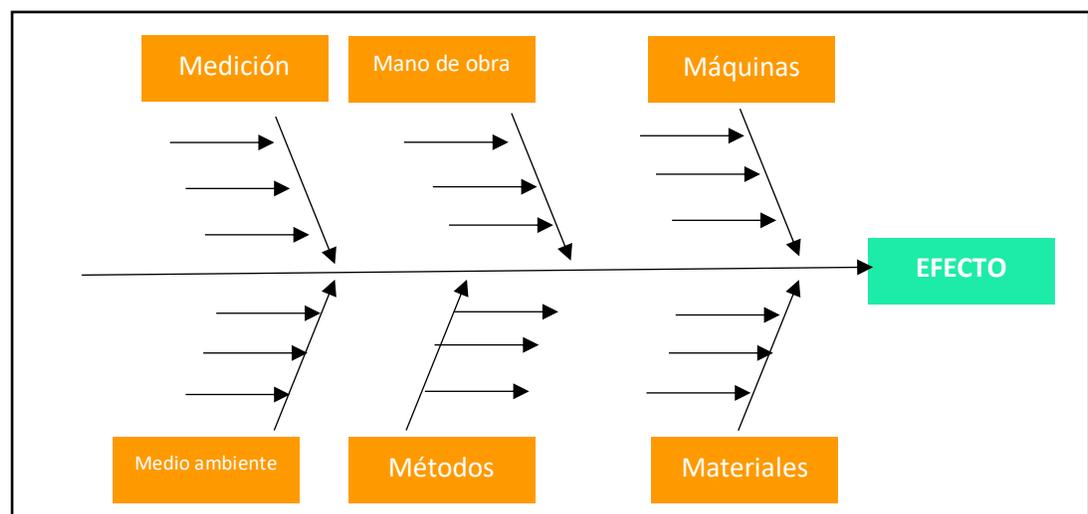


Figura 19. Representación gráfica del diagrama Ishikawa.

Adaptado de: Diaz, 2008, p. 65

2.1.3.3. Análisis de Modo Potencial de Falla y Efecto (AMEF)

La herramienta está constituida por una serie de actividades que permite identificar fallas o errores potenciales en productos y procesos, evaluando a raíz sus efectos y causas para cuantificarlos según sus procedimientos para priorizar de acuerdo a su criticidad y así implementar planes de prevención, seguridad y resultados.

Esta herramienta es un método analítico que permite profundizar a procesos o sistemas para identificar y almacenar las posibles fallas presentes dentro de un proceso o producto final, además, permite establecer las estrategias de acción correctivas e implementar medidas de prevención idóneas. Estableciendo así un modelo de documento vivo en constante actualización que brinda oportunidades de mejora tanto para el proceso, producto final y la compañía (Fernández, 2017, pág. 28).



Figura 20. Enlace de modo de falla a la causa y el efecto

Adaptado de: Fernández, 2017, p. 28

A continuación, se presenta los tres tipos de AMEF que existen:

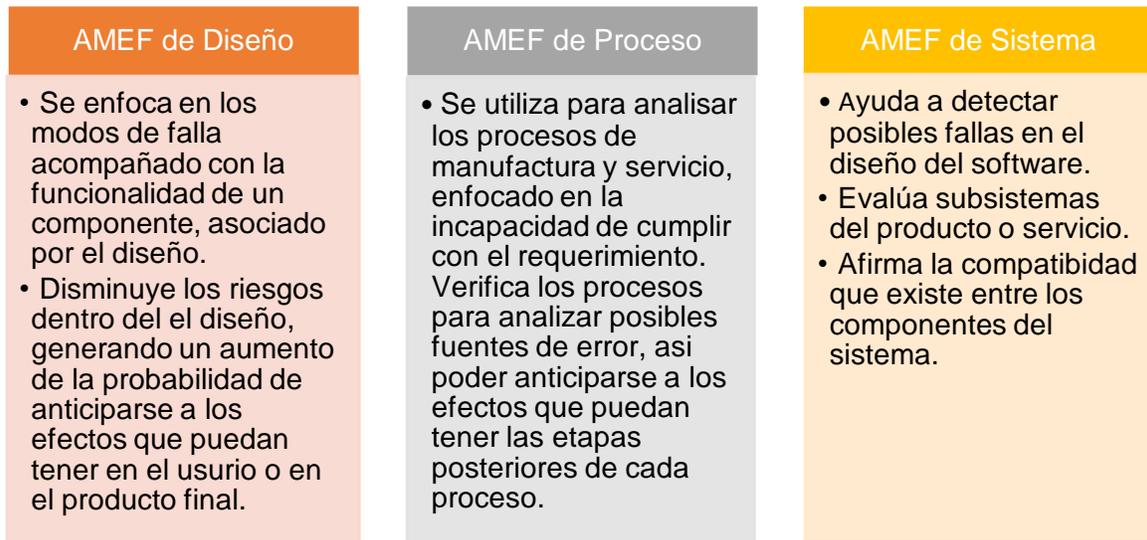


Figura 21. Clasificación de los tipos de AMEF

Adaptado de: Gonzales, 2017, p. 7

Pasos para hacer un AMEF

- Formación de equipos

Para formar equipos se recomienda que los integrantes sean multidisciplinarios, tenga conocimiento y experiencia en el tema, el grupo es dirigido por un responsable de ingeniería. Se debe contar en el equipo con persona que trabaje dentro de las diferentes áreas afectadas como: diseño, manufactura, calidad, servicio, materiales y proveedores.

- Definir el alcance

Es de mucha importancia considerar el lugar en el que se trabaja el producto, los límites económicos de la compañía, ganancias, pérdidas, establecer los límites que existen en el sistema, subsistema o componente que se va a desarrollar.

1. AMEF de sistema: Se utiliza este AMEF si el producto o servicio que se realiza necesita muchas partes para funcionar.

2. AMEF de subsistema: Se aplicará si el producto o servicio es parte de un sistema, es decir si depende de un sistema para funcionar.
 3. AMEF de componentes: Se aplicará si el producto o servicio es una pieza aislada del sistema, es decir si otros componentes necesitan de esa pieza para funcionar y que el sistema tenga un buen funcionamiento.
- Enlistar las fallas o posibles falla dentro del proceso

En esta parte de la construcción del AMEF se detalla las posibles fallas que aparezca en la elaboración del producto o servicio. Se debe realizar un listado con la probabilidad de fallas que existen dentro del proceso tanto de las maquinas como de los operarios.

- Asignar el grado de severidad, ocurrencia y detección de falla

Tabla 4.

Significado de la valoración de severidad, ocurrencia y detección para el AMEF.

SEVERIDAD			OCURRENCIA			DETECCIÓN		
Mínima	Es poco probable esperar que este tipo de fallos causen algún efecto real sobre el funcionamiento del producto. El cliente no será capaz de detectar	1	Remota	Falla improbable	1	Muy alto	Los controles actuales detectan todos estos fallos	1 2
Baja	El fallo solo causa ligeras molestias a los clientes. Solo ocasionan un ligero inconveniente en el producto	2 3	Baja	Muy pocos fallos	2 3	Alto	Los controles actuales tienen una probabilidad elevada de	3 4

							detectar el fallo	
Moderado	El fallo genera cierta insatisfacción en los clientes. Se detecta rápidamente el problema	4 5 6	Moderada	Fallos ocasionales	4 5 6	Moderado	Los controles actuales pueden detectar alguno de los fallos	5 6
Alta	Alto grado de insatisfacción. Una degradación alta al producto debido al fallo	7 8	Alta	Fallos frecuentes	7 8	Bajo	Los controles actuales tienen poca probabilidad de detectar los fallos	7 8
Muy alta	El fallo puede tener consecuencias catastróficas. El producto se ve seriamente o completamente dañado.	9 10	Muy alta	Fallo casi inevitable	9 10	Muy bajo	Los controles actuales muy probablemente no detecten el fallo	9
						Certeza	Los controles actuales son incapaces	10

							de detectar el fallo	
--	--	--	--	--	--	--	----------------------	--

- Calculo del NPR

NPR significa (número prioritario de riesgo) es el que determina el estado de falla del proceso productivo. Este cálculo también ayuda a detectar que prioridad o urgencia se debe dar a la solución del problema.

Tabla 5.

Significado del Número prioritario de riesgo

Número NPR	Significado
0	El proceso esta funcionado y no existe riesgos de falla.
1 y 124	En el proceso productivo existe fallas menores, no significa que se deba realizar un cambio de inmediato, es decir el riesgo de falla es bajo.
125 y 499	El proceso tiene un grado de falla medio y se generaran problemas en un cuarto aproximadamente de la producción, el cambio o solución se debe dar de inmediato para no afectar al cliente final.

500 y 1000	El proceso tiene un grado alto de falla y es urgente que se rectifique el problema existente en la producción del producto o servicio. Este riesgo puede afectar tanto al operario como al cliente final.
------------	---

A continuación, la fórmula para calcular NPR

$$NPR = OCURRENCIA * SEVERIDAD * DETECCIÓN$$

- Corrección de las fallas detectadas

Una vez encontrado el NPR y conociendo el significado se debe corregir las fallas que se encontró el proceso productivo, además asegurándose de que no vuelva a suceder el problema o falla. Se debe tomar en cuenta que es de mucha importancia crear platillas de mantenimiento tanto para la maquinaria como para la estructura de la empresa, se debe hablar con los encargados de las diferentes áreas para que encarguen de la corrección y de controlar en cambio que se realiza al proceso.

- Volver a calcular el NPR

Una vez realizado los cambios respectivos en el proceso de producción, se debe realizar un nuevo cálculo con los cambios implementados, con eso evaluar la disminución del grado de falla del riesgo. Si el grado baja quiere decir que el cambio de mejora implementado es bueno y se logrará mejora el proceso productivo.

ANALISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA
AMEF DE DISEÑO / PROCESO / SISTEMA

Componente _____ Responsable del Diseño _____ AMEF Número _____
 Ensamble _____ Preparó _____ Página _____
 Equipo de Trabajo _____ Fecha(orig) de FMEA _____ (rev) _____

Función proceso/ Requerimientos	Modo potencial de Falla	Efectos potenciales de falla	S e v	C l a s e	Causas potenciales/ mecanismos de la falla	O c u r r e	Controles de proceso actuales	Controles de proceso actuales	D e t e c t	R P N	Acciones Recom- endadas	Responsables y fecha de terminación	Resultado de Acción							
													Acciones tomadas	S e v	O c u r r	D e t c	R P N			

Figura 22. Formato AMEF para procesos.

Adaptado de: Sedeño, 2014, p. 8

2.1.4. Mejorar

En esta cuarta etapa de la metodología se desarrollará y validará soluciones potenciales a las causas raíz encontradas en la situación actual de la empresa, se decidirá los cambios que se van a implantar para mejorar el proceso, las responsabilidades y plan de acción que se llevara a cabo (Pellegero, 2015, pág. 74)

Las herramientas principales que se usan serán determinadas dependiendo de las oportunidades de mejora encontradas en las etapas anteriores. Entre las

herramientas de calidad más implementadas en esta etapa son: Benchmarking, 5s, planificación de ventas y operaciones, kaizen.

2.1.4.1. Benchmarking

Es una herramienta que se utiliza para comparar los servicios, productos o procesos que realizan las empresas libres y posteriormente tomar en cuenta esos procesos para implementar mejoras en una empresa propia. Se toma como referencia a aquellas empresas que destacan en el área que se quiere mejorar, se debe estudiar las estrategias, métodos y técnicas de dicha empresa, posteriormente mejorar y adaptar a la empresa propia, logrando así tener un nivel alto de competitividad dentro del mercado (Esponosa, 2017).

Tipos de Benchmarking

La finalidad que tienen los tres tipos de benchmarking es colaborar con los líderes a observar fuera de sus departamentos, de sus organizaciones, hacia la competencia o empresas que son las mejores en su servicio o producto. Existen tres clases de benchmarking:

a. Competitivo

Tal vez ese tipo de benchmarking es el más complicado de llevar a cabo ya que el análisis y estudio se debe emplear más recursos, y por tanto será mucho más costoso. El objetivo es medir los productos, servicios, procesos y funciones de las principales empresas líderes en el mercado, con esto implementar mejoras y poder superar a la competencia.

b. Interno

Esto se realiza dentro de la compañía se selecciona una área o departamento que sea un ejemplo a seguir por sus logros y sus resultados, con eso se puede elaborar un benchmark con los demás departamentos de la organización. Esta herramienta es recomendable implementar en empresas que cuenten con diferentes departamentos o con grupos empresariales de varias empresas.

c. Funcional

Identifica las mejores prácticas de una empresa, no es necesario que dicha empresa sea competencia o sea de mismo sector. Normalmente es muy productivo no realizar el análisis con empresas competidoras directas ya que se puede recopilar información fácilmente porque no existe una confidencialidad dentro de ella.

Etapas para elabora un Benchmarking

- Planificación
- Datos
- Análisis
- Acción
- Seguimiento y mejora

2.1.4.2. 5s

La metodología de las 5s es popular en el mundo Lean, facilita la implementación de una autodisciplina en nuevas normas de trabajo como el orden, la limpieza y la seguridad. En la actualidad todavía las organizaciones no aplican de forma metódica esta herramienta debido a que el personal no se involucra para poder tener una mejora en el proceso y al mismo tiempo existe una resistencia al cambio de hábito en la forma de trabajo.

Con la implementación se fomenta la creación de un ámbito laboral agradable, en los cuales todas las áreas de la compañía y el personal se involucran y comprometen con las actividades de mejora. Entre los principales objetivos de la metodología tenemos:

- Ordenar el lugar de trabajo.
- Las áreas deben tener un trabajo funcional, limpieza y seguridad.
- Utilizar los recursos disponibles de mejor manera.
- Mejorar la calidad y maximizar la eficiencia.

La herramienta cuenta con cinco etapas, que es la primera letra del nombre que en japonés designa cada uno de ellas. Las etapas en japonés son Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke que significa separar, ordenar, limpiar, estandarizar, mantener. El objetivo de implementar esta herramienta es alcanzar una eficiencia metódica dentro de la organización, es decir que todo lo que no aporte un valor agregado a la empresa se elimine (Kailean consultores , 2017).

Condiciones que se tiene que cumplir para una buena implementación de 5s:

- Buena disponibilidad de participación de los miembros de los distintos niveles de la organización.
- Aceptar las nuevas normas de trabajo.
- Disponibilidad del tiempo y participación activa



Figura 23. Etapas de la metodología 5S

Adaptado de: Logística jumi's Blog, 2010

2.1.4.3. Planificación de ventas y operaciones.

El objetivo principal de implementar esta herramienta práctica es alcanzar las metas previstas de trabajo propuestas de trabajo con éxito. Es un proceso que evalúa la demanda que tiene la empresa y sus suministros, al mismo tiempo analiza la relación de los resultados con los objetivos de todas las áreas de la empresa: operaciones, ventas, diseño, marketing y finanzas. También revisa la estructura actual de la carga de trabajo con la que se va a cambiar (Peña, 2017).

Es necesario el apoyo de todas las áreas y por supuesto contar con la alta Dirección, todos tiene que estar comprometidos con el proceso y tener una adaptación al cambio con los nuevos resultados del mismo.

2.1.5. Controlar

Para finalizar la metodología DMAIC se realizará el desarrollo de su última fase. El propósito de esta fase es establecer herramientas que garanticen el control del cambio y la mejora que se implementó, por ejemplo, checklists, metas y estadísticas que sirven como fuente de información para el monitoreo de la implementación de las acciones correctivas (Garza, 2015, pág. 32).

En esta etapa es común reformular estrategias previamente definidas para obtener los objetivos marcados. Es recomendable elaborar gráficos de control, triangulas los supervisores de la ejecución del plan y replicar las el cambio para poder implementar en otros procesos.

2.1.5.1. Planes de control

Es una metodología documental con el objetivo de controlar las variables que se implementó para minimizar o mejorar el proceso, generando una desviación al producto final. Un plan de control se puede aplicar a un grupo o familia de productos, este documento tiene que estar en constante actualización cuando se mejoran los procesos y los sistemas. Estos documentos sirven para el conocimiento de cómo plantear el problema, cuando hacerlo y quien lo ejecutará.

Al implementar los planes de acción se tiene altos beneficios para el proceso productivo como, reducción de la variación y los desperdicios, mejora de la calidad en los productos, identificación de las características del producto y proceso, contribuye a la satisfacción del cliente y reforzar la comunicación que debe existir entre las áreas de control, planeación y implementación (SPC Consulting group, 2014).

2.1.5.2. Gráficas de control

Esta herramienta es utilizada para distinguir las variaciones que existen dentro de un proceso y las causas que lo provoca, también verifica la estabilidad que tiene un proceso actual y mejorado (Flores, 2017, pág. 30).

2.1.5.3. Sistema ANDON

Es un sistema visual que la empresa implementa para reportar fallas en el proceso productivo, debe ser un tablero de control eléctrico que debe estar visible a la vista de todas las personas que se encuentran dentro de la fábrica. Alerta problemas como: averías en máquinas, falta de materiales, problemas de calidad, paros de emergencia, cambio de lotes de producción, otros. El Sistema ANDON maneja el siguiente código de colores (Degollado, 2018, pág. 117).

- Azul = Calidad
- Verde = Materiales
- Rojo = Mantenimiento
- Amarillo = Cambio de lote

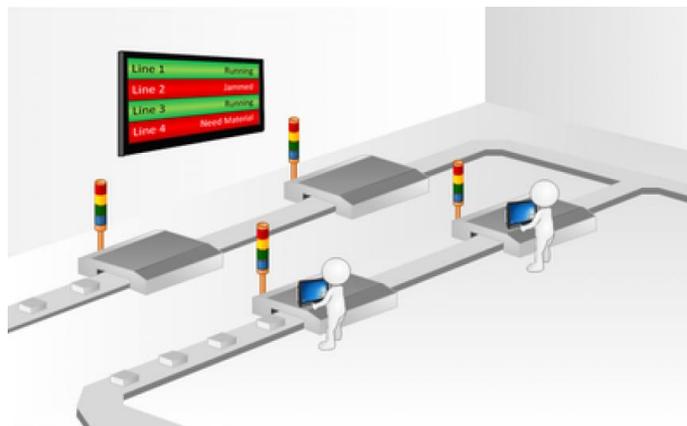


Figura 24. Representación de un sistema ANDON

Adaptado de: (MudoMasters, 2013)

2.1.5.4. Trabajo estandarizado

El objetivo principal de la estandarización de proceso es unificar los procesos dentro de cada una de las áreas de la organización esto proporciona la calidad deseada. La estandarización es un factor muy importante en el sistema de productividad garantiza productos uniformes y de conformidad cumplimiento con las necesidades de clientes.

Por ende, la estandarización es un documento del procedimiento, y donde se ejecutan los planes centrales de la organización con un enfoque a la calidad y a la mejora continua (Ramírez, 2018).

2.1.5.5. Hojas de elemento de trabajo (JES)

Es un documento en donde se observa información detallada del procedimiento que se tiene que llevarse a cabo para realizar una operación productiva. Especificando como se debe realizar las actividades dentro de un proceso productivo correctamente (Calva, 2015, pág. 22).

3. CAPITULO III IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN SAN LUIS

En este trabajo de titulación nos enfocaremos en estudiar la situación actual de la empresa y como es el proceso de elaboración del queso fresco en la empresa de lácteos San Luis. Especialmente se examinará en el área de producción, se realizará el análisis de modo y efecto en los puntos más críticos de elaboración. El alcance que se desea obtener con este estudio es proporcionar una propuesta de mejora para la organización, disminuyendo los problemas que actualmente tiene la empresa al elaborar queso fresco.

Se realizará diagramas de flujo de las siguientes áreas: recepción de materia prima, pasteurización, producción, empaque y distribución del producto final para identificar las partes interesadas a lo largo del proceso de producción y comprender la interrelación que existe entre las áreas.

Se realizará el levantamiento de información de cuáles son las causas de devoluciones e inconvenientes que genera el producto final al cliente. Para desarrollar la implementación de la metodológica DMAIC, logrando así poder planear acciones correctivas y preventivas que proporcionan mejoras en el proceso de producción de queso fresco.

3.1. Definir

El objetivo es definir las oportunidades, el alcance, los objetivos, los participantes donde se realizará las acciones de mejora. El análisis se iniciará con el estudio de requisitos del cliente, después se realizará una cartera de productos, con el objetivo de conocer los productos más críticos, e indispensables de la organización, a través de un muestreo de las ventas que se realizaron en los años 2019 y 2020.

En este paso definir, se analizará la situación actual de la empresa. Iniciando con una explicación del problema crítico que maneja actualmente la organización, el cual genera un aumento en las devoluciones del producto más vendido de la

empresa San Luis, debido a una disminución del tiempo de vida útil del producto y índices de calidad. Originando así grandes pérdidas económicas que han significado para la organización.

3.1.1. Mapa de proceso

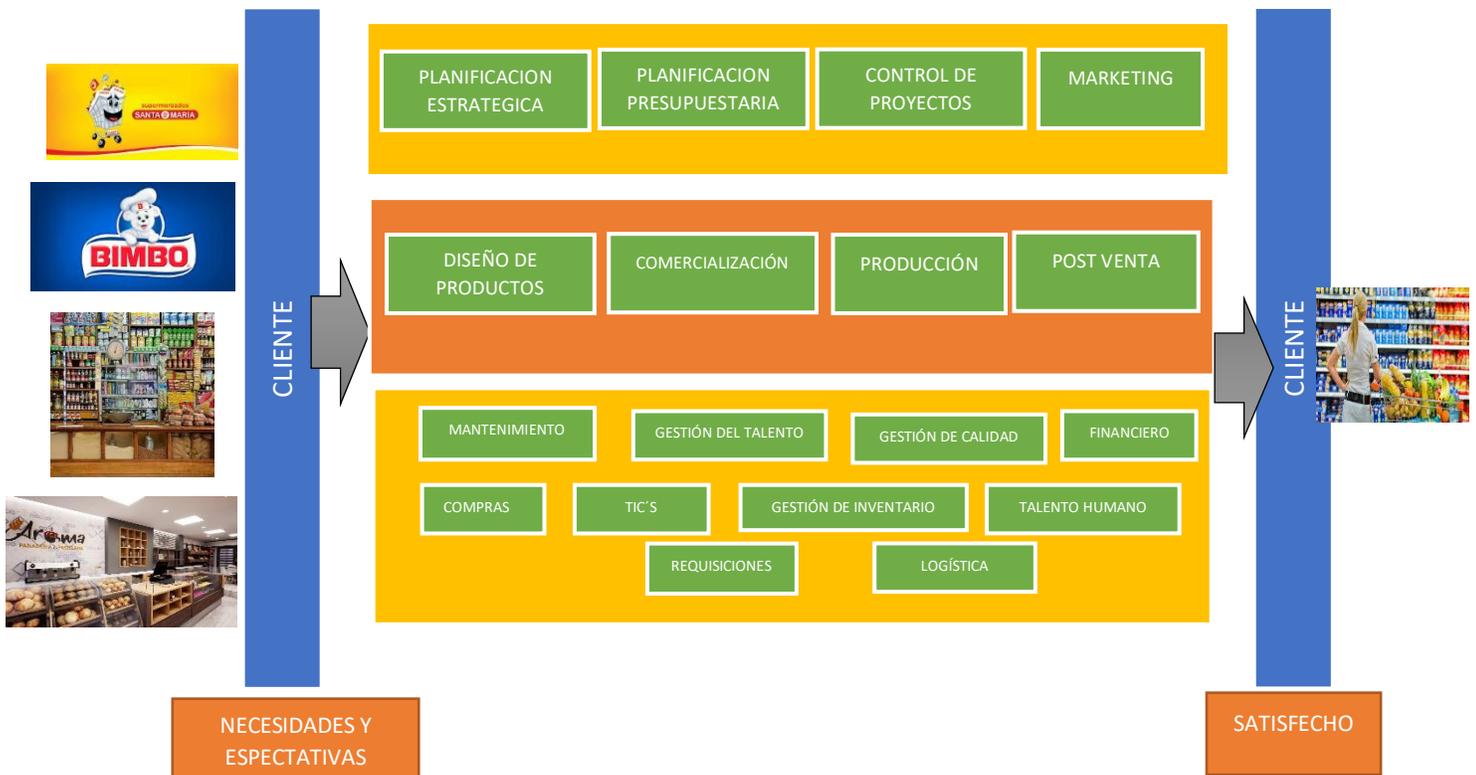


Figura 25. Mapa de procesos de la empresa San Luis

3.1.2. Cadena de valor

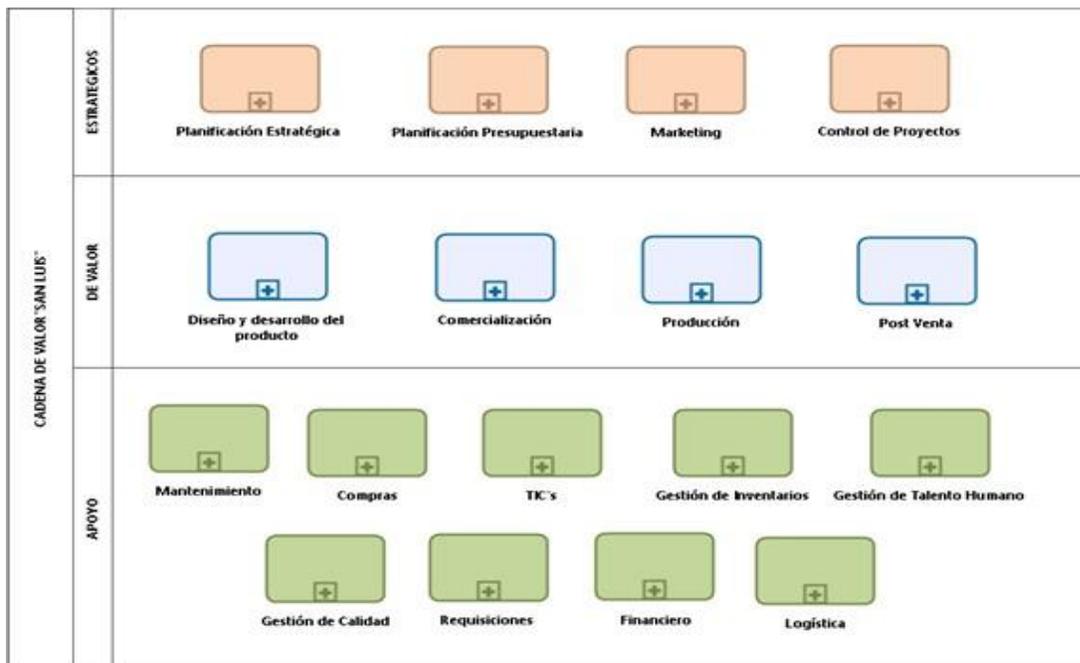


Figura 26. Cadena de valor de la empresa San Luis.

3.1.3. Proceso de elaboración

3.1.3.1. Ingreso de materia prima

El proceso de elaboración de queso empieza con el ingreso de la materia prima a la planta de producción el jefe de producción recibe los documentos de compra del proveedor. Procede a verificar la orden de compra y la cantidad que se va a recibir. Luego se realiza el análisis físico y químico en el laboratorio, para poder verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos por la empresa tales como: pH, acidez, densidad, pureza. Si la materia prima presenta algún tipo de irregularidad se rechaza emitiendo un informe para el proveedor. La segunda prueba que se realiza es para examinar si la leche posee antibióticos, si está presente se realiza un informe que es enviado al área de Agrocalidad para que realice las pertinentes acciones con la leche contaminada. Si no presenta antibióticos, el operario procede a llenar un registro de control de recepción de materia prima.

La leche es manipulada a través de equipos que son previamente limpiados para evitar cualquier contaminación de la materia prima. Los operarios encargados proceden a

conectar las mangueras de distribución para almacenar en taros la leche para conservarla fresca.

PROVEEDOR		ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Productores pequeños	Leche cruda	Recolectar materia prima de haciendas	Leche aprobada	Operario de producción	
Tanquero	Guía de entrega	Ingresar a la empresa			
		Recibir guías de entrega			
		Verificar documentos y cantidad entregada			
		Realizar análisis químicos y físicos			
		Limpiar equipos y materiales			
		Descargar materia prima del tanquero			
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
Mangueras de distribución, dinero, área de recepción de leche, operarios, Taros lecheros, tanquero, sistemas disponibles, Bomba centrífuga, empleados		pH, acidez, densidad, pureza.	Informe del estado de la leche, Resultado de los análisis, registro de control de recepción	La leche no contenga agua, la leche no tenga bacterias o antibióticos, No este ácida	
MEDICIÓN (INDICADORES)					
OBJETIVO	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE ANÁLISIS	DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN
	No cuenta con indicadores de gestión				

Figura 27. Caracterización del proceso de ingreso de materia prima

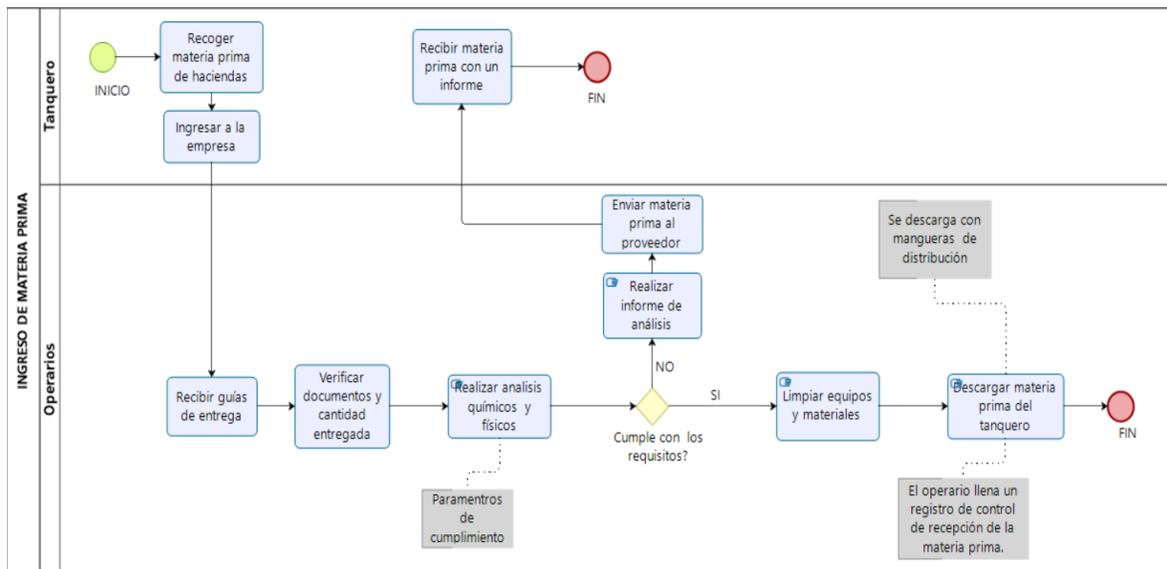


Figura 28. Diagrama de flujo del proceso de ingreso de materia prima.

3.1.3.2. Pasteurización

En este proceso una vez que la leche haya sido aprobada se procede a pasteurizarla. Primero se calienta la leche aproximadamente a 70°C durante 30 minutos. Luego se la enfría inmediatamente a 35°C realizando así un shock térmico; con este procedimiento se consigue eliminar microorganismos y bacterias existentes en la leche sin alterar sus propiedades

		Caracterización de proceso		Código: PR-PAS-002 Version: 01 28/04/2020	
NOMBRE DEL PROCESO: Pasteurización			DUÑO DEL PROCESO: Operario encargado		
OBJETIVO: Caracterizar el proceso que se realiza para la pasteurización de la materia prima					
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO	SAIDA	CUENTE	
Proveedor interno (Operario de recepción)	Leche aprobada	Lavar equipos de pasteurización	Leche pasteurizada	Cliente interno (operario de producción)	
		Colocar leche en el pasteurizador			
		Calentar leche a 70°C			
		Enfriar leche			
		Transportar a tinas de elaboración			
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
Dinero, Pasteurizador, equipo de limpieza, bomba centrífuga, mangueras, tinas de elaboración, empleados, enfriador, mangueras, empleados		Calentar a 70°C y enfriar a 35°C	No se genera documento	La leche este dentro de los parámetros requeridos como: pH, acidez, densidad, pureza; No contenga microorganismos ni bacterias	
MEDICIÓN (INDICADORES)					
OBJETIVO	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE ANÁLISIS	DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN
	No cuenta con indicadores				

Figura 29. Caracterización del proceso de pasteurización.

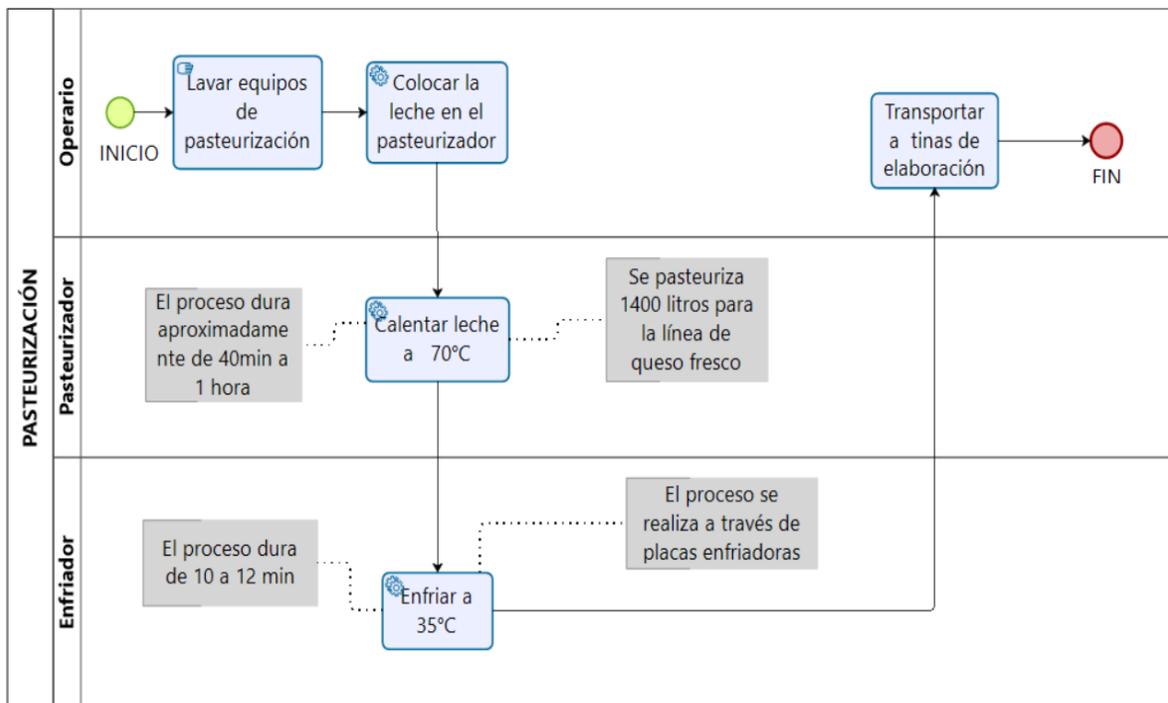


Figura 30. Diagrama de flujo del proceso de pasteurización.

3.1.3.3. Elaboración

Una vez que la leche ha sido completamente pasteurizada se la transporta hacia las tinas de elaboración en donde se coloca cuajo líquido. Esta sustancia tiene la propiedad de solidificar las proteínas de la leche, una vez colocado el cuajo se procede a agitar constantemente durante 5 minutos. Después a la mezcla se la deja reposar hasta que la leche tome la consistencia de una gelatina. Pasado unos 30 minutos se comienza a cortar con una “lira”, este paso ayuda a retirar el suero de la parte sólida que utilizaremos. Posteriormente se bate por 10 minutos para que los granos de cuajada sean más firmes.

luego comienza el proceso de desuerado es decir se drena la parte líquida producida por la coagulación. Se agita por última vez para realizar un desuerado total.

Posteriormente se procede a trasladar a la mesa de moldaje el producto, donde los operarios se encargan de dar forma al queso con moldes ya establecidos. Se envuelve en telas cada uno de los moldes para pasarlo al área de prensado.

El producto se coloca en tablas para pasarlo al área de prensado, en la prensa se compacta los quesos durante 15 minutos para lograr tomar su forma particular mediante presión. Luego se procede a desmoldar y quitar la tela del queso, para colocarlos en tinas de salmuera durante 2 horas. Una vez transcurrido el tiempo de salado se coloca el producto en gavetas y se lo almacena en el cuarto frío para el control de calidad. El jefe de producción procede a verificar si el queso cumple con los parámetros, para pasarlo al área de empaque.

		Caracterización de proceso			Código: PR-QUE-003
					Versión:01
					Emisión:29/04/2020
NOMBRE DEL PROCESO: Elaboración de queso fresco			DUEÑO DEL PROCESO: Operario de producción		
OBJETIVO: Realizar la caracterización del proceso de producción del queso fresco					
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE	
Interno (área de pasteurización)	Leche Pasteurizada	Verificar temperatura de la leche	Queso salado	Interno (Operario de empaque)	
MARSCHALL	Cuajo líquido	Agitar la leche durante 10 minutos			
	Calcio	Colocar calcio			
		Agitar la mezcla durante 5 minutos			
		Colocar cuajo			
		Agitar durante 3 minutos			
		Dejar reposar durante aproximadamente 20 minutos			
		Cortar la cuajada con la lira			
		Dejar reposar durante 10min			
		Remover la mezcla			
		Colocar los moldes en la mesa moldeadora			
		Realizar le primer desuerado			
		Dejar caer el producto en las mesas			
		Realizar el desuerado total			
		Colocar el producto en los moldes			
		Envolver en telas el producto			
		Colocar en tablas			
		Colocar en la máquina prensadora			
		Sacar de los moldes y telas			
		Pasar a las tinas de salmuera			
		Dejar en la salmuera aproximadamente 40 minutos			
		Colocar en gavetas el producto			
		Contar la producción			
		Colocar trazabilidad por lote			
		Ingresar le producto final al cuarto frío			
		Lenar hojas de registro de producción			
RECURSOS		CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
Dinero, empleados, Tinas, mallas, mangueras, lira, moldes, área de producción, prensadora, área de prensado, tinas de salmuera, gavetas, cuarto frío, tablas, tapas, mesas de moldaje, termómetro, caldero,		Peso del queso, consistencia, salado, forma, textura, forma, tamaño	Registro de control de producción, Hoja de almacenamiento del producto	Peso exacto 480g, Contextura, tamaño exacto, No tenga huecos el queso	
MEDICIÓN (INDICADORES)					
OBJETIVO	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE ANÁLISIS	DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN
Controlar la cantidad exacta que debe entrar de litros de leche en cada tipo de queso	Rendimiento	Ren: Litros de leche/ 3.3	Diario	Eficiencia	Jefe de calidad

Figura 31. Caracterización del proceso de elaboración.

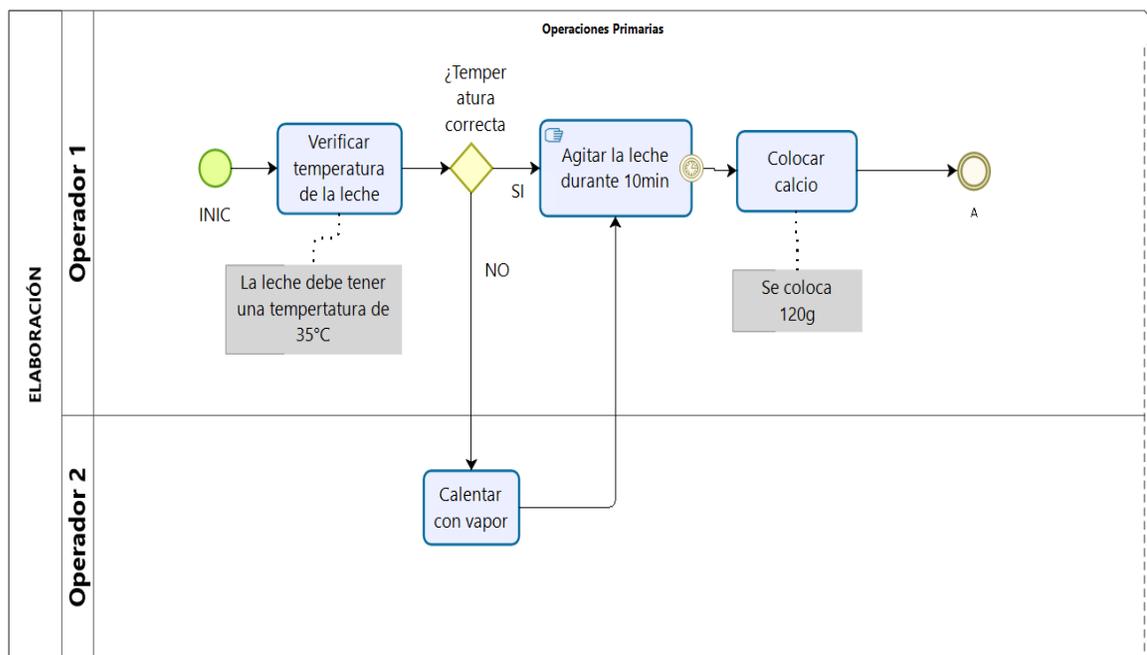


Figura 32. Diagrama de flujo del proceso de elaboración etapa 1

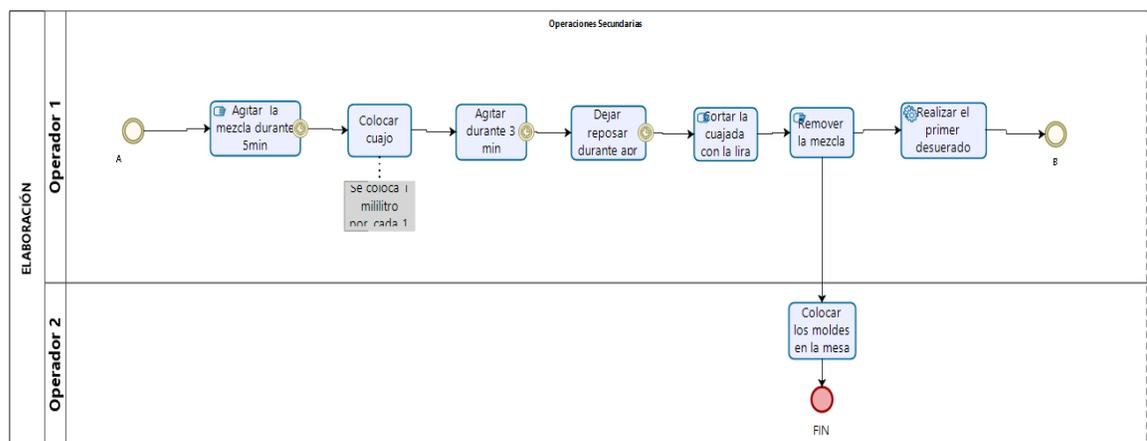


Figura 33. Diagrama de flujo del proceso de elaboración etapa 2

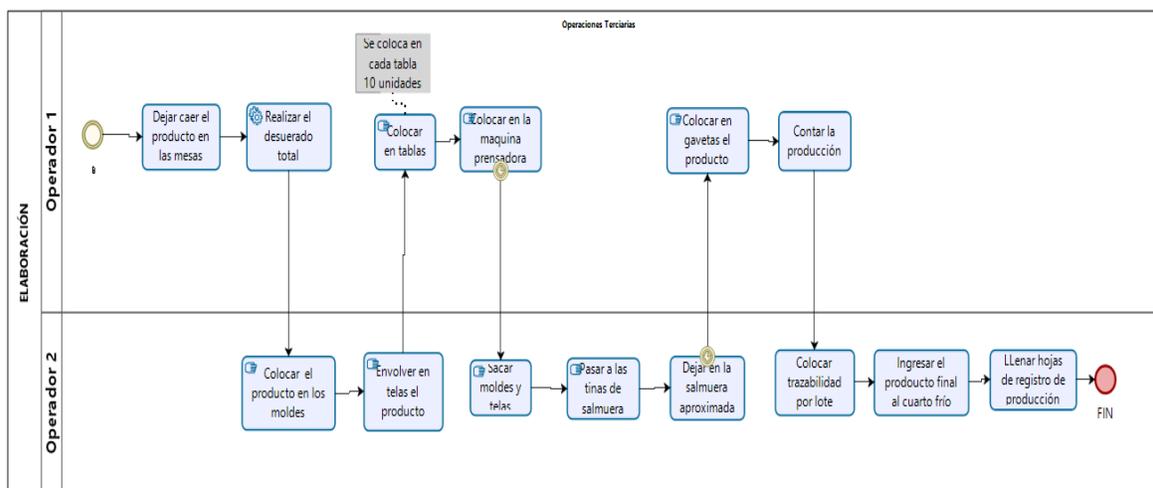


Figura 34. Diagrama de flujo del proceso de elaboración etapa 3

3.1.3.4. Empaque

Una vez que el jefe de producción aprueba el queso, se procede a sacar el producto del cuarto frío y pasarlo al área de empaque. El operario saca las fundas de envase que se almacena en la bodega y revisa que la información que se encuentra en la funda sea específica y correcta. Si esta correcta, se comprueba que el envase este hecho de un material resistente para que soporte tanto el transporte como la manipulación.

Para el proceso de sellado se utiliza dos máquinas envasadoras al vacío. Se coloca los quesos en las fundas respectivas y se alinea 4 unidades por cada máquina para el sellado. El operario retira las unidades después de 1 minuto y verifican que se encuentre correctamente sellado. Se acomoda el producto final en gavetas para su respectiva refrigeración y distribución.

		Caracterización de proceso			Código: PR-EM-004
					Versión:01
					29/04/2020
NOMBRE DEL PROCESO: Empaque		DUEÑO DEL PROCESO: Operario de empaque			
OBJETIVO: Caracterizar el proceso de empaque de la organización					
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE	
Interno (Área de elaboración)	Queso salado	Revisar hojas de producción	Queso fresco	Super mercados Santa María	
		Codificar fundas		Catering	
		Sacar el queso del cuarto frío		Bimbo	
		Encender la máquina envasadora al vacío		Cabes	
		Colocar los quesos en las fundas		Super Maxi	
		Colocar en la máquina para sellado		Panaderías	
		Dejar aproximadamente 3 minutos		Tiendas del barrio	
		Sacar el producto de la selladora		Clientes externos	
		Verificar si esta correctamente sellado			
		Acomodar en gavetas el producto			
		Llenar hoja de control de almacenamiento			
		Almacenar en el cuarto frío el producto empacado			
	RECURSOS	CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS	
Presupuesto, empleados, fundas de empaque, gavetas, maquina envasadora, fundas plásticas, sistemas funcionando, etiquetas, jefe de producción	Textura del queso, tamaño y peso	Hoja de requisito del control de almacenamiento	Fundas resistentes, semaforización, código de barras, peso del queso, peso de la funda.		
MEDICIÓN (INDICADORES)					
OBJETIVO	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE ANÁLISIS	DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN
	No cuentan con indicadores				

Figura 35. Caracterización del proceso de empaque

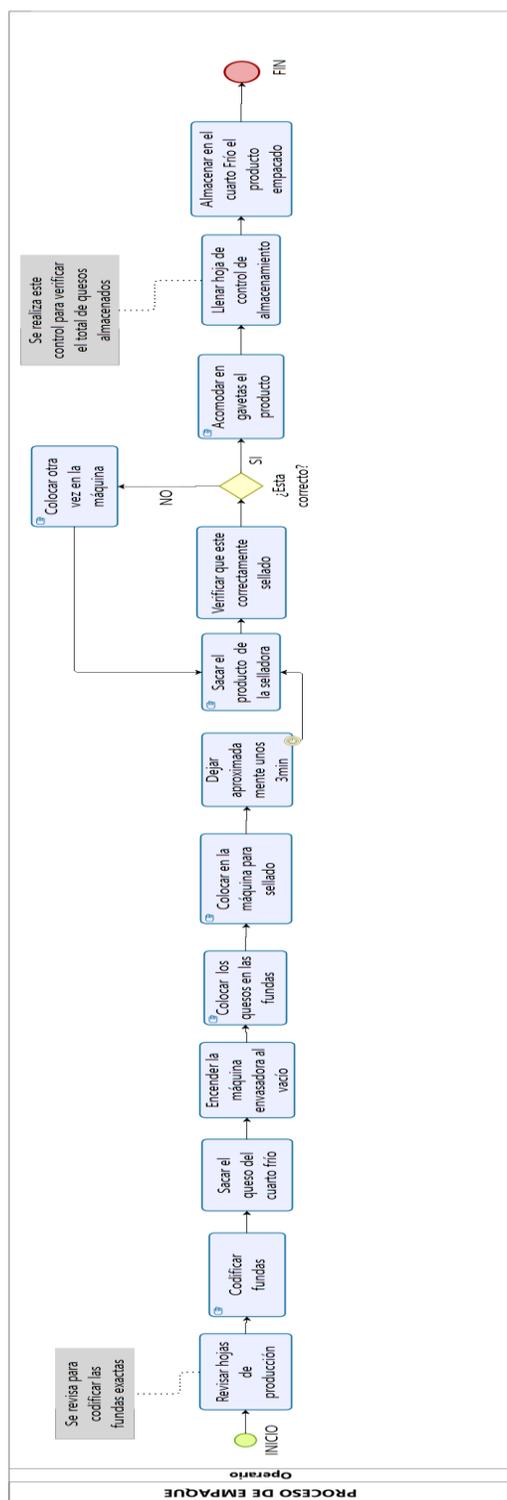


Figura 36. Diagrama de flujo del proceso de empaque

3.1.3.5.

3.1.3.6. Despacho

En este proceso los clientes envían los pedidos al correo personal de la empresa, donde el encargado de realizar la carga ingresa al correo y descarga los pedidos. Una vez obtenida la lista de productos a despachar el operario se dirige al cuarto frío y verifica si cuenta con todos los productos que necesita el cliente. El jefe de producción aprueba la salida de los productos, si no se cuenta con todos los productos del pedido se envía incompleto al cliente, si esta correcto el encargado cuenta y acomoda los quesos en gavetas para ser transportados con seguridad en los camiones de distribución.

Una vez embarcado los productos al camión de distribución, él operario de despacho verifica que la cantidad de productos enviados sean los correctos y procede a llenar la hoja de control de despacho. El chofer del camión firma la hoja de control de salida y procede a realizar la distribución del producto.

San Luis cuenta con un camión de distribución para las provincias de Imbabura y Pichincha. El operario empieza a realizar la carga a partir de las 5 am los días lunes, miércoles y viernes para el cliente más importante de la empresa que es los Supermercados Santa María, los días martes y jueves se realiza la carga para Caterings, Bimbo, Cabes.

Para abastecer a las panaderías y tiendas del barrio a nivel nacional se realiza repartos diarios, estos repartos son realizados por los diferentes hermanos que están dentro del negocio familiar y que cuentan con camiones de distribución.

		Caracterización de proceso		Código: PR-EM-004 Versión:01 29/04/2020	
NOMBRE DEL PROCESO: Despacho		DUÑO DEL PROCESO: Operario de despacho			
OBJETIVO: Caracterizar el proceso de despacho para la distribución del producto San Luis					
PROVEEDOR	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE	
Área de empaque	Necesidad del cliente	Recibir pedidos Ingresar al correo de la empresa Descargar e imprimir pedidos Verificar los productos en el cuarto frío Aprobar salida de productos Contar y acomodar productos Embarcar al camión de distribución Verificar la cantidad embarcada Llenar hoja de control de salida Firmar hoja de salida Realizar proceso de distribución	Producto vendido	Santa María Catering Bimbo Cabes Super Maxi Panaderías Tiendas del barrio	
RECURSOS	CONTROLES	DOCUMENTOS GENERADOS	REQUISITOS		
Presupuesto, empleados, fundas de empaque, gavetas, maquina envasadora, fundas plásticas, sistemas funcionando, etiquetas, jefe de producción	Envío del producto seguro, el transporte cuente con una refrigeración	Hoja de registro del control de salida	Producto llegue en buen estado, Llegue el producto completo, Se realice la entrega directamente al cliente, facturas		
MEDICIÓN (INDICADORES)					
OBJETIVO	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA DE ANÁLISIS	DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN
	No cuentan con indicadores				

Figura 37. Caracterización del proceso de despacho

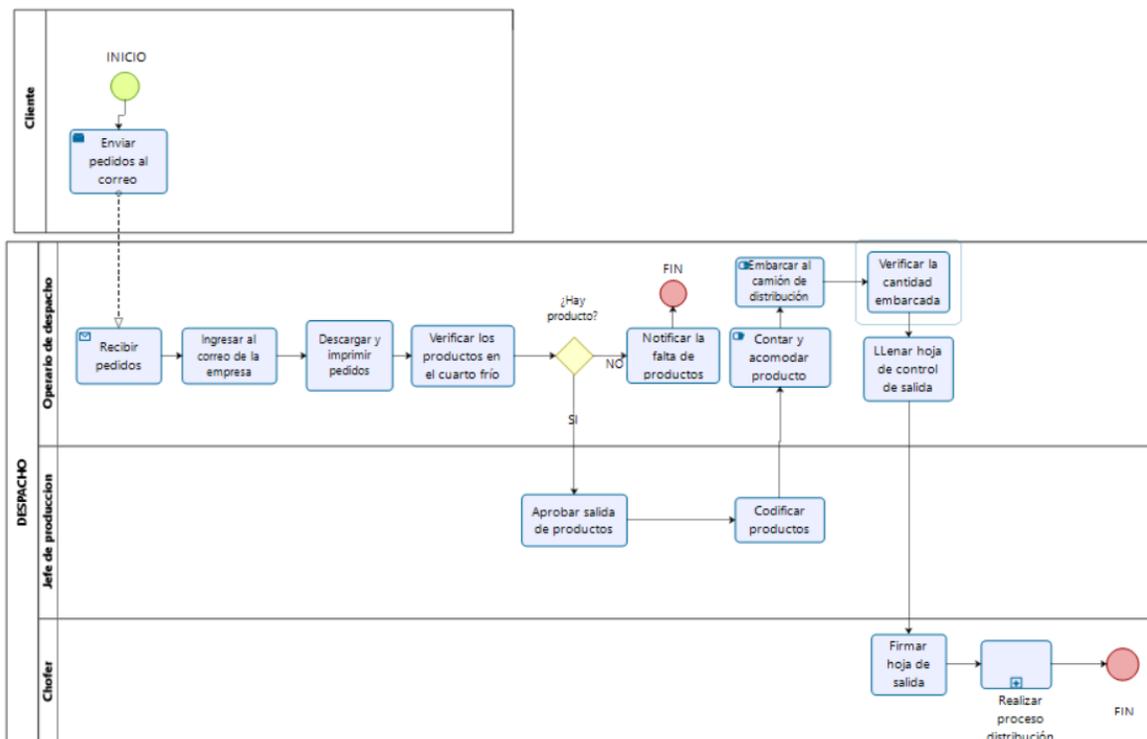


Figura 38. Diagrama de flujo del proceso de despacho

3.1.4. SIPOC

Con el diagrama SIPOC se visualizará de mejor manera todos los elementos que entran al proceso de elaboración de Queso Fresco San Luis, para ello se desglosará los parámetros que se debe tomar en cuenta.

- Proveedores
- Entradas
- Proceso
- Salidas
- Clientes

Fecha de levantamiento: 05 de Mayo del 2020

Hora: 11:30am

Levantado por: Patricia Sandoval

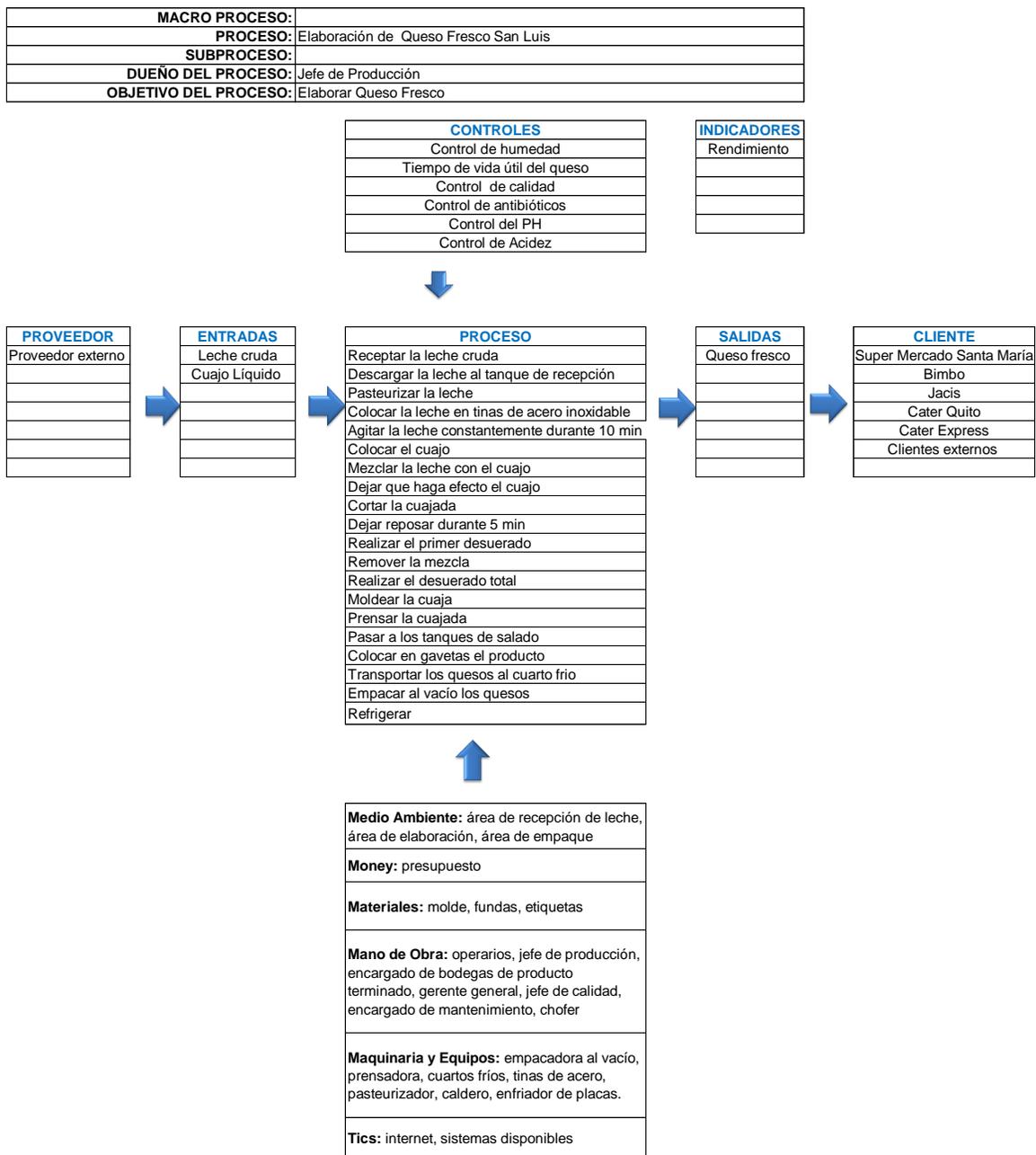


Figura 39. Diagrama SIPOC de la elaboración de queso San Luis.

3.1.5. Productos críticos e indispensables.

San Luis brinda una variedad de productos lácteos en su cartera de productos, en los cuales “Queso Fresco San Luis” es el más vendido. Se realizó un análisis de ventas de año 2019, los ingresos generados por este producto dieron como resultado 35% del total de ingresos de la empresa. San Luis se propone para el 2020 levantar el crecimiento de ganancia en queso fresco de un 3%.

Por motivos de calidad y la situación que atraviesa el mundo con el COVID-19, este producto a perdido mercado en alguno de sus clientes más potenciales, generando una disminución significativa para la empresa. El resultado muestra que, desde marzo de 2020, el queso más vendido por la empresa ha bajado trascendentemente.

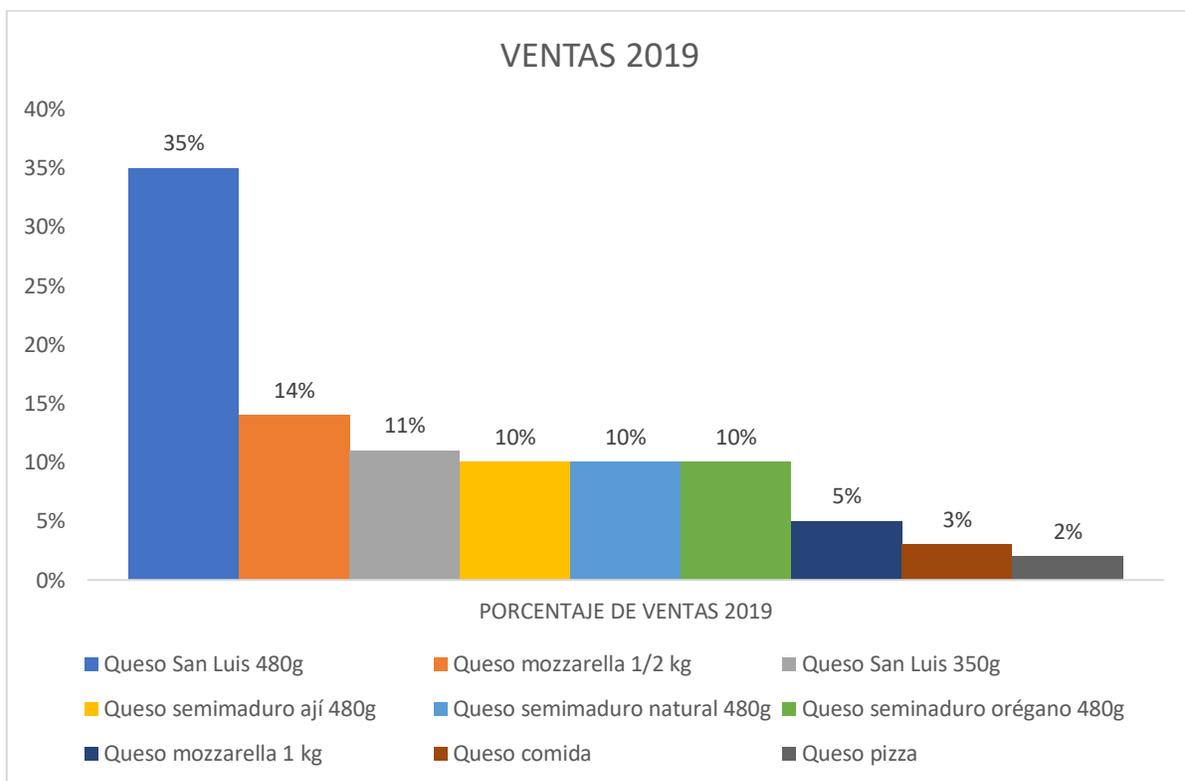


Figura 40. Representación del porcentaje de ventas de la empresa de Lácteos San Luis en el año 2019.

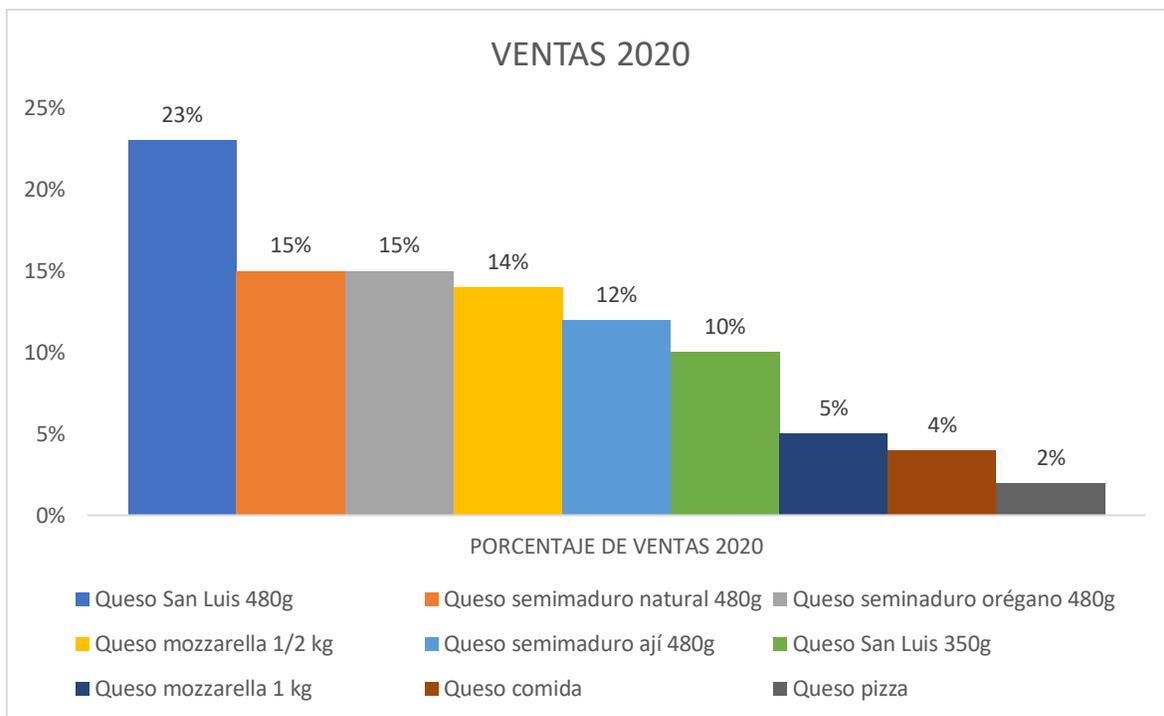


Figura 41. Representación del porcentaje de ventas de la empresa de Lácteos San Luis en el año 2020.

Este decrecimiento que se ha generado en las ventas de Queso Fresco San Luis 480g tiene muy preocupado a la organización. El queso ha pasado de ser el 35% de ganancias para la compañía, a ser el 23%, se ha tratado de evaluar y corregir el problema de dicha disminución, pero no se ha obtenido los resultados deseados. Por este motivo este trabajo de titulación se centrará en atacar el problema de calidad del proceso productivo del queso.

En la siguiente figura se indicará mediante un diagrama de Pareto las ventas del mes de mayo del año 2020 en la variedad de quesos que produce San Luis.

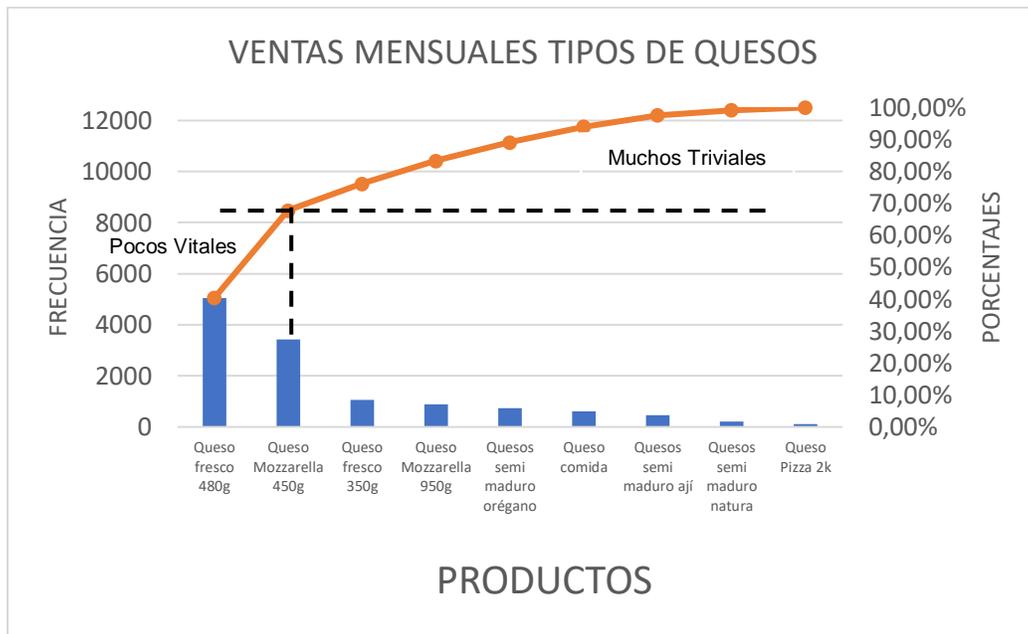


Figura 42. Representación de ventas por cada tipo de queso que elabora San Luis.

Con el diagrama de Pareto se puede analizar que a pesar de la pérdida de mercado con el queso fresco San Luis de 480g es uno de los 2 tipos de queso más vendidos de la empresa San Luis. Generando una notable ganancia al final del mes de un 35% para la empresa. Por esta razón el proyecto se enfoca en mejorar el proceso de elaboración de dicho queso, mediante el desarrollo de la metodología DMAIC. Para lograr ser una de las micro empresas más competitivas dentro del sector lácteo.

Por lo motivos que atraviesa el país con el COVID-19 se ha generado una reducción en las ventas de la empresa San Luis, esto ha generado otros problemas en las diferentes áreas de la organización como: la sobreproducción, bajo rendimiento del personal, pérdida de clientes pequeños, rendimientos bajos de calidad, aumento de devoluciones, otros.

San Luis se propone para el año 2020 subir las ventas en queso fresco de 480g en un 3%, por una variedad de problemas ya mencionados anteriormente con el producto la empresa no ha logrado cumplir con lo propuesto.

A continuación, se muestra la disminución de ventas en la empresa San Luis.

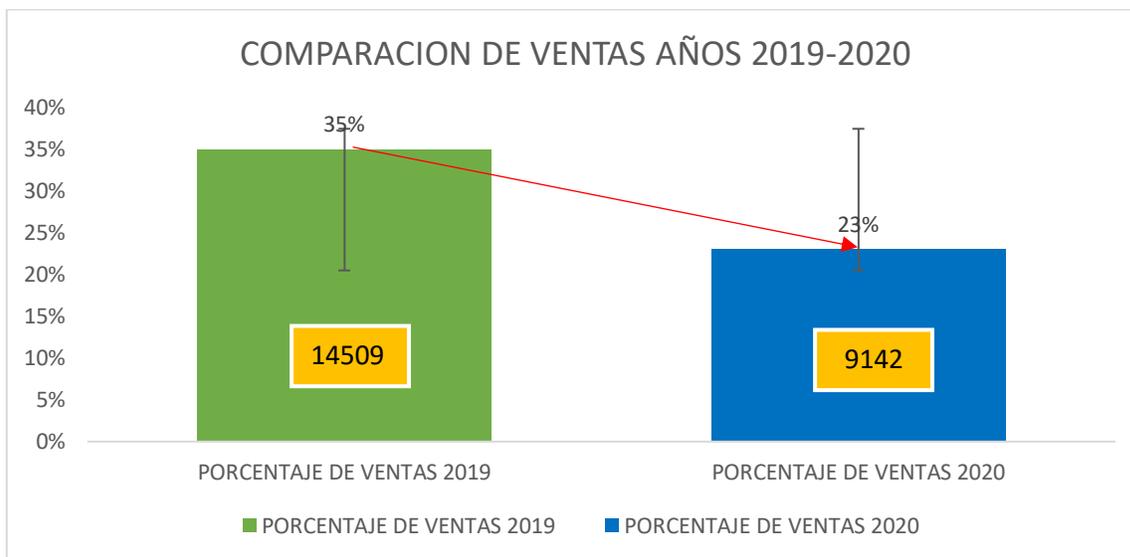


Figura 43. Disminución de ventas en queso fresco San Luis 480g.

Tomando en cuenta que el precio de venta al público de queso fresco de 480g tiene un valor de 2.20\$. Se puede visualizar en la gráfica que el total de ingreso para la empresa en ventas del queso fresco en el año 2019 fue de 31.919.8\$ vs la cantidad vendida en lo que lleva del año 2020 es de 20.112.4\$. La pérdida en el año es aproximadamente de 10% del total de sus ventas, cifra que ha afectado directamente al proceso productivo, ya que al no estar generando las mismas ganancias los dueños de la empresa comenzaron a reducir costos operativos, se comenzó a comprar leche de menor costos, pero con un bajo nivel de calidad generando con esta decisión un gran aumento en las devoluciones del producto.

La empresa ha decidido reducir los costos en la producción, por este motivo comenzó a subir en cantidades significativas las devoluciones del producto. En la

siguiente gráfica se indica el total de devoluciones en el año 2019 vs las devoluciones que existen durante el periodo que se lleva del año 2020.

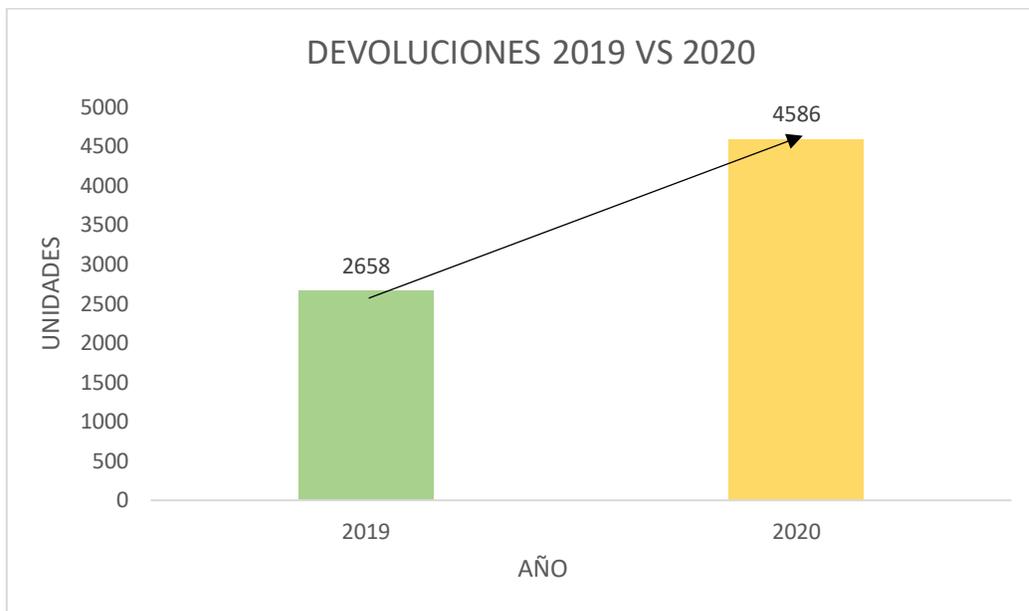


Figura 44. Representación del aumento de devoluciones del queso fresco San Luis 480g



Figura 45. Devoluciones Queso Fresco 480g

En esta gráfica comparativa se puede analizar que existe un aumento notorio en los seis meses que se lleva del año 2020 vs el año 2019. El aumento de devoluciones

ha generado grandes pérdidas para la empresa, existen varios motivos de devolución como: no cumplir con el peso establecido, desuerado del queso, mal sellado del empaque, quesos con agujeros, mal prensado, no cumple su ciclo de vida, mala calidad en la contextura del queso, deformidad, otros.

3.1.6. Selección del problema

Para poder seleccionar el problema que se va a atacar para mejorar la calidad del producto se elaboró una tabla de prioridad con todos los problemas que existen en el proceso operativo del queso fresco San Luis.

Existen un sin número de problemas al momento de elaborar queso fresco, ya que es un producto artesanal que necesita de cuidados excesivos por parte de los operarios. Entre ellos tenemos: mal proceso de pasteurización, tiempos incorrectos de agitación, mal corte en la cuajada, moldear el queso, prensado, variación en el peso del queso, tiempo del queso en la salmuera, bajo rendimiento del lote, etc.

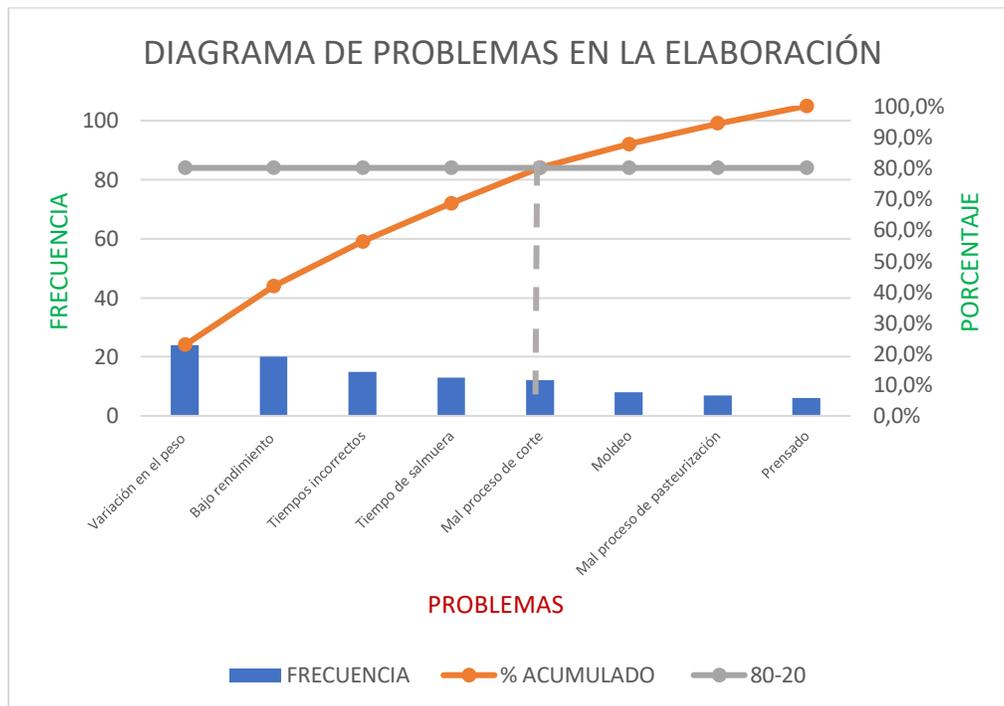


Figura 46. Representación de los problemas más relevante al momento de elaborar queso fresco.

Como se puede observar en el Diagrama de Pareto en los 5 primeros problemas (las de mayor número de frecuencias) se acumula el 80%, a estos 5 problemas se les considera vitales, y a los otros 4 problemas se les considera triviales. Una vez realizado el estudio se puede evaluar que en el proceso de producción de queso fresco San Luis se debe controlar la variación en el peso, el bajo rendimiento, tiempos de corte en la cuajada, tiempo en la salmuera, tiempos de agitación y pasteurización, son las causas que provocan un efecto en la disminución de la calidad del producto. Esto genera grandes pérdidas de ganancia para la empresa, por este motivo se realizará un control en esos puntos al momento de la elaboración.

En la siguiente tabla se muestra una matriz de evaluación donde se identifica el problema más importante en el proceso de elaboración del queso fresco Así poder enfocarnos en acciones de mejora o correctivas en dicho proceso, para lograr satisfacer al cliente con un producto de calidad. Garantizando el aumento propuesto del 3% para el 2020 en ventas de queso fresco San Luis.

Tabla 6.

Análisis de los problemas críticos en el proceso de producción de queso fresco.

PROBLEMAS	Evaluación					
	Importancia	Prioridad	Política Depto.	Periodo de Ejec.	Factibilidad	Orden
Temperaturas incorrectas						8 puntos 3er lugar
Tiempos de agitación y cuajada						7 puntos 4to lugar
Moldeo						10 puntos

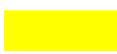
						3er lugar
Prensado						7 puntos 4to lugar
Tiempo de salmuera						9 puntos 3er lugar
Variación en el peso						14 puntos 1er lugar
Bajo rendimiento						11 puntos 2do lugar

Figura 47. Evolución de los problemas dentro del proceso de producción

En esta tabla se puede observar que el problema más grande que se encontró en el proceso de producción de queso fresco es la variación de pesos que existe por cada unidad. La empresa San Luis ofrece quesos frescos con un peso de 480g y un límite máximo en peso de 485g. En el último año se ha generado altas devoluciones por dicho inconveniente, su cliente más potencia Supermercados Santa María advierte a los directivos de, si no se realiza las correcciones respectivas del problema tomarán la decisión de descodificar el producto en las perchas de los supermercados. Por este motivo la empresa necesita evaluar el proceso de elaboración actual y buscar acciones correctivas en el desarrollo del producto.

3.1.7. Voz del cliente

Los principales clientes que maneja la empresa San Luis son Supermercados Santa María, Bimbo, Tony, Cabes, Caterings, Super Maxi, Panaderías y Tiendas del barrio a nivel nacional. Se ha recibido llamadas de manera constante con varios reclamos de clientes pequeños que tienen estas empresas ya mencionadas anteriormente. Las quejas van directamente sobre la calidad del producto recibido.

El proyecto está centrado en las quejas recibidas por los clientes en el periodo transcurrido del año 2020. Por este motivo la empresa ha evaluado estos problemas, que han generado gran decrecimiento en las ventas de dicho producto y a su vez una pérdida de apertura con sus clientes. Por esta razón la empresa

busca mejorar el proceso de producción, para lograr satisfacer al cliente y recuperar el mercado nacional.

A continuación, se muestra una tabla donde se recopiló información a través de la voz del cliente (VoC) y la expectativa que tiene frente al producto entregado.

Tabla 7.

VoC respecto al producto entregado.

Problema	Voz del Cliente	Necesidad del Cliente	Especificación
Cambio en las características principales del queso	Quesos con una contextura muy cauchosa	La contextura del queso debe ser más cremosa y suave	Queso suave y cremoso
	Desuerado del queso en el empaque	No se produzca un desuerado dentro de la funda ya que da una mala presentación	Queso suave y cremoso
	No cumple su tiempo de vida útil	El queso se mantenga durante 21 días fresco y cremoso.	Cumpla con los 21 días de caducidad.
	Quesos de bajo peso	Peso debe ser según lo que se establece en la funda de presentación	Peso entre 480 y 485 gramos

Cambio en características físicas	Agujeros en los quesos	No exista agujeros en el interior del queso.	Queso uniforme
	Deformidad en los quesos	Queso de forma estándar	Quesos redondos sin marcas.
	Perdida de vacío en el empaque	El empaque debe estar bien sellado para que genere una presentación agradable para el cliente.	Buen sellado en el proceso de empaque al vacío
	Variación en el color del queso	No exista manchas amarillas en la parte superior del queso	Quesos de color blanco

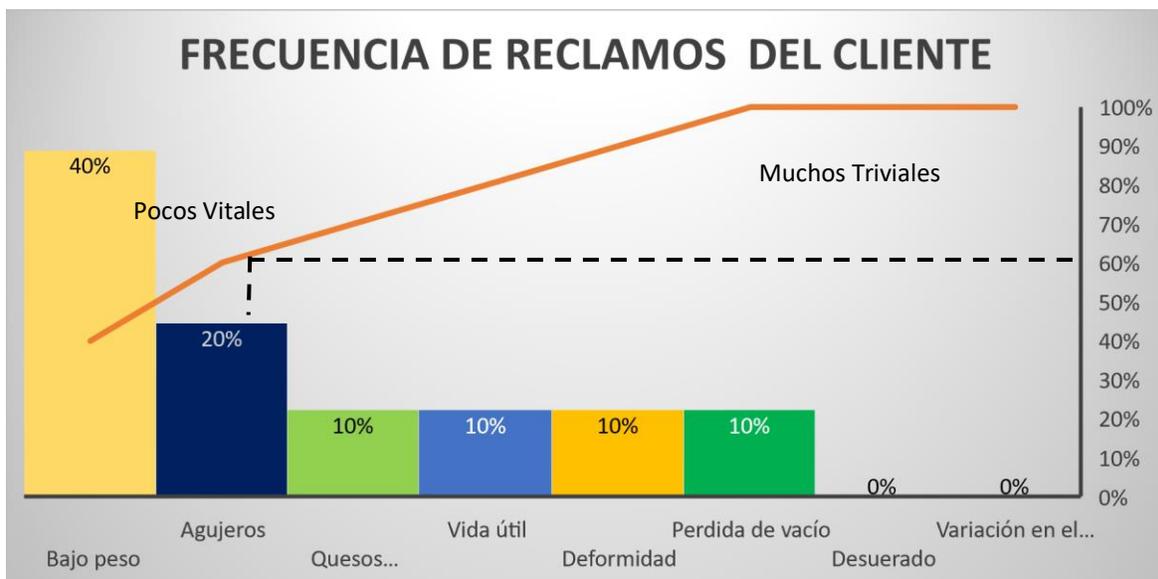


Figura 48. Representación gráfica de la frecuencia de reclamos hecho a clientes.

En el Diagrama se puede evaluar que los reclamos o inconformidades de los clientes son por bajo peso y agujeros en el queso. Una vez realizado el estudio se puede evaluar que el problema que debe controlar la organización es la variación de peso que existe ya que debe tener límite superior 485g, límite estándar 480g y un límite inferior de 475g. Por ese motivo el proyecto se enfocará en realizar un estudio estadístico sobre el peso de 20 quesos durante 8 días de producción con el objetivo de mejorar la productividad y la calidad del producto final.

3.1.8. Características críticas para la calidad

Mediante el análisis de la voz del cliente se evaluaron los procesos críticos para la calidad. Con esto se recopiló información muy importante, como las características o necesidades que tiene el cliente final hacia el producto entregado.

Al no contar con la estandarización del producto final se generó que el cliente presente varias quejas así aumento la cantidad de devoluciones. En la tabla 10 se puede visualizar que el cliente ha establecido que desea productos estándares, quesos en forma redonda, con sus respectivos pesos y una excelente presentación física.

En la siguiente tabla se indica la recopilación de datos realizada desde el mes de enero hasta mayo sobre las devoluciones del cliente más potencial de la empresa, Supermercados Santa María. El cliente envía las devoluciones 3 veces por semana, los días lunes, miércoles, viernes.

Tabla 8.

Devoluciones Queso Fresco San Luis

Devoluciones Queso Fresco San Luis						
Cliente	Producto	Mes	SEMANA			
			1	2	3	4
		Enero	15	25	19	29

Supermercados Santa María	Queso Fresco San Luis 480g	Febrero	20	17	34	7
		Marzo	23	0	0	30
		Abril	2	0	25	18
		Mayo	30	12	14	90
TOTAL			90	54	92	174

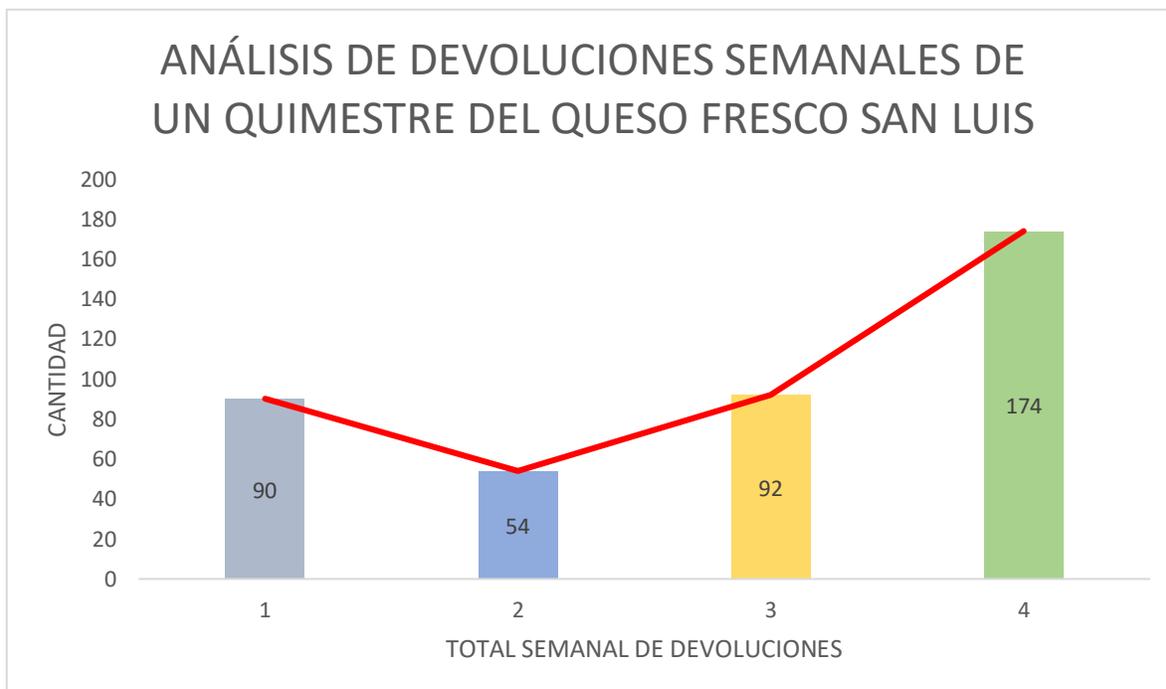


Figura 49. Diagrama estadístico de las devoluciones de queso fresco durante el mes de enero a mayo.

La empresa ha recibido durante el periodo de enero a mayo un total de 410 quesos, tomando en cuenta el valor del precio de venta al público que es de 2.20\$ se ha perdido un total de 902\$ durante estos cinco meses. El cliente considera que el producto tiene defectos en su forma física, en su peso, mal empacado al vacío, desuerado en la funda, quesos de color amarillo, agujeros en el interior del queso y no cumplir con el ciclo de vida correspondiente.

3.1.9. Cambios críticos en el proceso

Actualmente las devoluciones de queso fresco es el principal problema que tiene la empresa San Luis. El origen de este problema se debe a que existe una alta variabilidad en las características físicas y principales de dicho producto. Cambio en las características estándar del peso del producto final, problemas de calidad, problemas de entrega al cliente. Se llevará a cabo la toma de medidas al proceso de elaboración, para realizar una comparación de dichos parámetros con el resultado del peso del producto final.

Dentro del proceso de elaboración de queso fresco existen diversas etapas que pueden afectar al peso del producto final. Los factores que pueden afectar sobre el rendimiento y la variación del queso se detallan a continuación.

1. Coagular la leche: En este proceso se debe colocar medidas exactas de cuajo a la leche, ya que este insumo transforma la leche en cuajada. Los factores relevantes en el proceso son la temperatura, el tiempo, la agitación, la acidez, calidad higiénica y sanitaria al momento de colocar el cuajo.
2. Cortar la cuajada: Es la etapa clave del proceso y la base de la conversión de la leche en queso. Si la cuajada se corta cuando está demasiado firme se puede perder la humedad en la cuajada y a su vez se produce una disminución del rendimiento debido a la rotura de los glóbulos de grasa. Se debe realizar un corte efectivo para que la distribución de humedad sea equitativa para todo el lote de producción. Durante el proceso no se debe estropear la cuajada con el instrumento de corte "lira", es de mucha importancia realizar cortes estándares para que resulten "granos de cuajada" de tamaño homogéneos. El tamaño recomendado del grano por los expertos en quesería es de 1.5 a 2.0 cm.
3. Trasladar la cuajada: Al momento de trasladar la cuajada a las mesas de moldaje es importante que el operario lo realice de manera cuidadosa, debido a que los granos de cuajada pueden maltratarse y perder su tamaño uniforme.

4. Moldear el queso: Este proceso es muy artesanal debido a que es realizado manualmente por varios operarios y el peso puede variar al momento de colocar la cuajada en los moldes ya establecidos. Es de mucha importancia que se realice rápidamente esta etapa del proceso ya que se puede disminuir el rendimiento y humedad del grano de cuajada al dejar reposar la cuajada en las mesas de moldaje. Actualmente la empresa invirtió en nuevos moldes ya que existía un exceso de peso en el queso, en esta etapa el queso debe tener un peso aproximado de 490 gramos.
5. Prensar el queso: Esta fase se encarga de dar la forma justa al queso antes de ser introducido al proceso de salado, también ayudará a unir los granos de la cuajada y nos garantiza una conservación más prolongada. El peso en esta etapa podría ser alterado por el exceso de presión aplicada al momento de presar, el tiempo de prensado y la ubicación de los quesos en la prensa.
6. Salar el queso: En esta etapa se debe controlar la temperatura, densidad, pH, tiempo de salado. El porcentaje de sal en la salmuera debe ser de 17-18 grados Baumé. Se debe tomar en cuenta el tiempo que se deja reposar el queso en la sal debido a que el queso pierde peso si se pasa del tiempo establecido y esto podría afectar al peso del producto final.
7. Tiempo de refrigeración: Las temperaturas muy frías del frigorífico pueden hacer que el queso se agriete, pierda peso y se reseque. Es recomendable que el queso fresco sea refrigerado a temperaturas bajas entre 4°C y -8°C. Es de mucha importancia la refrigeración, ya que se debe mantener la cadena de frío, puesto que si existe un rompimiento de la misma inducirán a la multiplicación de bacterias de riesgo y pérdida de peso en el producto final, ya que genera un desuerado en el queso.

3.2. Medir

En esta etapa del desarrollo de la metodología DMAIC se determinará el comportamiento actual del proceso de elaboración del queso fresco, se realizan mediciones a las actividades de: cuajada, moldeo, prensado, salado. Con las

medidas se desea realizar una reducción de tiempos, controlar las temperaturas y pH del proceso, estos parámetros serán comparados con la variación del peso del producto final. En la actualidad la empresa San Luis no cuenta con un jefe de producción que controle dichos parámetros al momento de elaborar queso fresco.

Posteriormente se realiza un estudio al análisis del comportamiento de las variables en los diversos lotes de producción con la ayuda del software estadístico Minitab. Se calculará la capacidad del proceso actual, se visualizará mediante gráficas las diferencias de peso que existen en cada unidad dentro de los diferentes lotes, gráficas de correlación con las diferentes variables que puede afectar el peso del producto final y se determinara el nivel sigma del proceso actual.

3.2.1. Equipos de medición

Para levantar los resultados de medidas de los factores que varían el peso del producto final, se utilizaron los siguientes equipos:

1. Termómetro
2. Potenciómetros
3. Acidómetro
4. Cronometro
5. Balanza

La empresa San Luis no cuenta con un medidor de humedad, se propuso a la gerencia que invirtiera en el equipo ya que el contenido de humedad en el queso es determinante para el valor de actividad de agua de la cuajada. Para determinar el peso de los quesos se utilizó una balanza con la cual se evaluó en tres etapas del proceso: después del prensado, después de la salmuera y antes de empacarlos al vacío. Para las medidas de tiempos se utilizó un cronómetro en la etapa de cuajado y por último para los resultados de pH de la leche acidificada y del suero se utilizó el acidómetro y el potenciómetro.

Es de mucha importancia recalcar que los operarios no cuentan con un reloj dentro del área de elaboración de producción, por este motivo no existe un control de tiempo al momento de colocar el cuajo, de prensar y de salar.

3.2.2. Metodología de medición

Se realizaron las medidas durante ocho paradas de 1100 litros por cada lote de producción, se tomó un muestreo del peso aleatoriamente de 20 unidades por lote. La finalidad del proceso de medición es conocer los pesos de las unidades después de sacar el producto de la presa, de la salmuera y antes de empacarlos, este desarrollo se lo hizo con la ayuda de una balanza. En cada lote de producción se recopiló también las mediciones en los parámetros de tiempo, temperaturas y pH de la leche acidificada y del suero.

3.2.3. Estudio de repetitividad del proceso

Para analizar la variación que existe en el peso del queso, se realizó un pesaje de 20 unidades en ocho lotes de producción de 1100 litros. De cada lote de producción se recopiló los diferentes parámetros que podrían altera en el peso del producto final. El peso exacto en queso fresco San Luis es de 480g, el proceso actual tiene dos problemas: existen un peso excesivo en los quesos, esto genera la disminución de unidades por parada y a su vez la pérdida de ganancia que hay en queso, también en varios casos existe bajo peso en el producto esto genera devoluciones para la empresa. En la siguiente tabla se puede observar los resultados de las medidas de los ocho lotes de producción.

Tabla 9.

Recopilación de datos actuales de pesos lote 1-4

Fecha:	Lote:	Fecha:	Lote:	Fecha:	Lote:	Fecha:	Lote:
01/06/20	1	02/06/20	2	04/06/20	3	05/06/20	4
Orden	Peso	Orden	Peso	Orden	Peso	Orden	Peso
1	520	1	525	1	540	1	497
2	521	2	525	2	537	2	542

3	530	3	514	3	528	3	506
4	491	4	525	4	535	4	509
5	497	5	527	5	514	5	489
6	503	6	580	6	527	6	496
7	473	7	567	7	535	7	526
8	505	8	557	8	527	8	519
9	486	9	565	9	501	9	497
10	490	10	530	10	504	10	475
11	498	11	540	11	513	11	497
12	533	12	533	12	554	12	484
13	514	13	509	13	527	13	486
14	519	14	515	14	525	14	494
15	517	15	522	15	513	15	489
16	510	16	517	16	538	16	491
17	471	17	511	17	518	17	504
18	478	18	526	18	518	18	519
19	519	19	550	19	529	19	491
20	506	20	525	20	520	20	490

Tabla 10.

Recopilación de datos actuales de pesos lote 5-8

Fecha: 06/0620	Lote: 5	Fecha: 08/06/20	Lote: 6	Fecha: 09/06/20	Lote: 7	Fecha: 10/06/20	Lote: 8
Orden	Peso	Orden	Peso	Orden	Peso	Orden	Peso
1	519	1	524	1	508	1	543
2	506	2	533	2	504	2	518
3	525	3	524	3	526	3	525
4	528	4	514	4	509	4	539

5	558	5	525	5	508	5	530
6	544	6	511	6	516	6	528
7	525	7	515	7	509	7	542
8	527	8	517	8	487	8	532
9	519	9	507	9	512	9	529
10	516	10	521	10	504	10	530
11	515	11	535	11	506	11	551
12	540	12	516	12	505	12	529
13	539	13	525	13	503	13	505
14	533	14	528	14	504	14	532
15	528	15	519	15	489	15	532
16	536	16	524	16	520	16	537
17	513	17	519	17	530	17	544
18	526	18	539	18	492	18	519
19	503	19	532	19	477	19	542
20	526	20	523	20	459	20	502

Para realizar el análisis de la situación actual del proceso de elaboración de queso fresco San Luis, se utilizó la herramienta Minitab Statistical Software. Este análisis no ayudó a visualizar nuevas oportunidades de mejor dentro del proceso de producción. A continuación, se muestran las gráficas arrojadas de la herramienta Minitab.

Tabla 11.

Datos tomados de las medias de las muestras

LOTES	PROMEDIO PESOS	LCS	LCI
1	504,05	485	475
2	533,15	485	475

3	525,15	485	475
4	500,55	485	475
5	526,3	485	475
6	522,55	485	475
7	503,4	485	475
8	530,45	485	475



Figura 50. Gráfica Xbarra del peso medio de cada lote.

En la gráfica Xbarra se puede analizar que existe una gran variedad en los pesos de cada lote de producción. Es importante observar que las medidas de la media de los 8 lotes están por encima del límite superior del peso estándar establecido por la empresa. Por ende, la empresa está perdiendo con la venta de queso fresco ya que su peso es demasiado alto y por esto se ha generado la disminución de un mínimo de 10 quesos por parada.

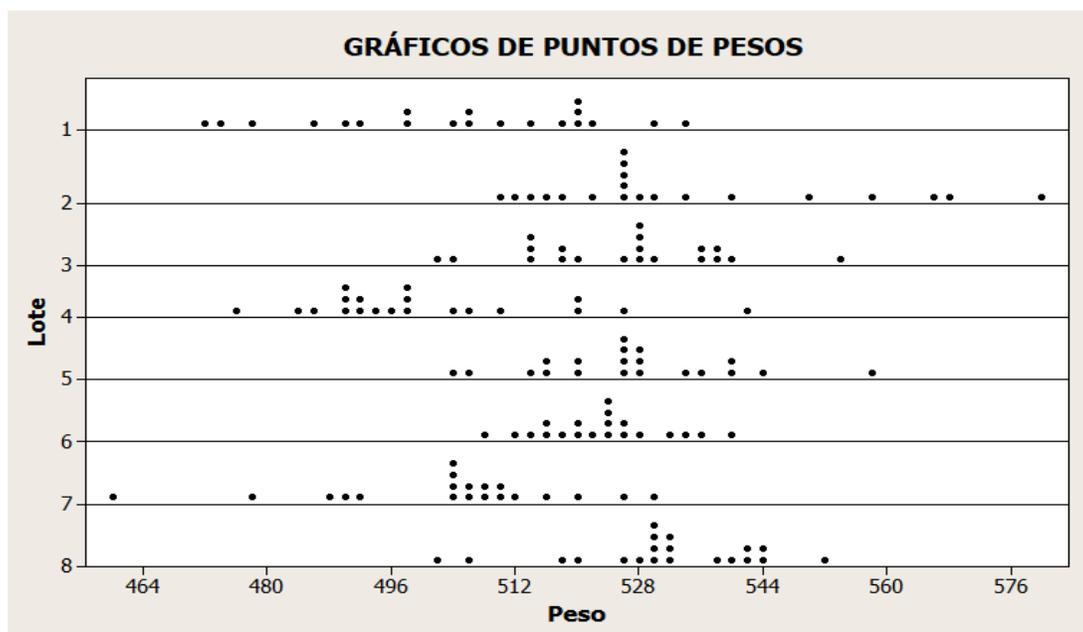


Figura 51. Representación gráfica de puntos de dispersión con el peso de 20 quesos de cada lote.

En la gráfica se puede observar que en los 8 lotes de producción analizados existe una gran variación en los pesos del queso. También se puede identificar que los lotes con mayor variación de exceso de peso son 2, 3, 5, 6, 8 y los lotes 1,4,7 tienen una variación en sus productos por bajo peso. La gráfica nos muestra la dispersión de los datos, tanto de bajo peso como de alto peso de cada lote de producción.

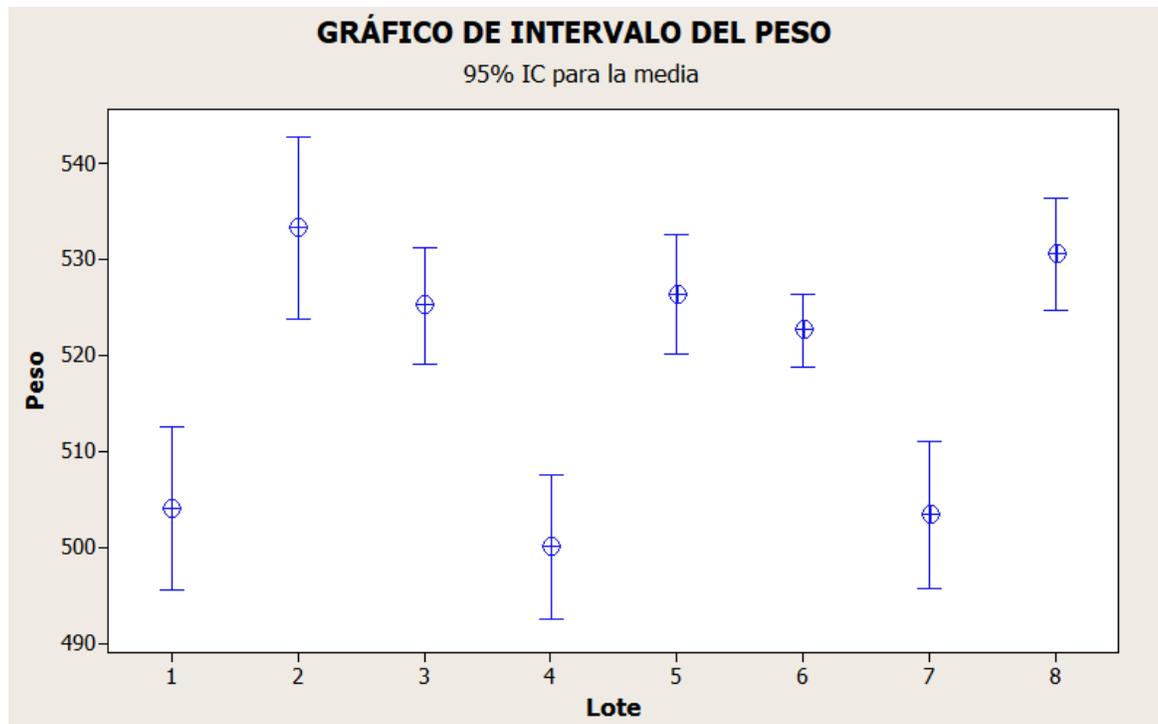


Figura 52. Representación gráfica de intervalos de peso en los 8 lotes de producción

En la gráfica de intervalos podemos observar que los lotes 1,2,4,5 son los lotes que más variación tiene en el peso de sus unidades. Pero se debe comprender que en los 8 lotes de producción existe un exceso de peso en los quesos, ya que el queso debe pesar un mínimo de 475g y un máximo 485g.

3.2.4. Estabilidad del proceso

Para este análisis se utilizó tablas indicadoras en la herramienta Excel, donde se visualiza las medidas del peso de 20 unidades tomadas aleatoriamente por los 8 lotes de producción durante tres etapas del proceso fuera del prensado, fuera de la salmuera, antes del empaque

Se puede observar que el producto final pierde peso en las etapas mencionadas anteriormente. Pierde aproximadamente 11 gramos al pasar por las tres etapas. Se realizó la toma de medidas de las mismas 20 muestras durante estas tres etapas dentro del proceso de producción del queso fresco San Luis.

Tabla 12.

Descripción del significado de colores dentro de la tabla de indicadores

TABLA DE INDICADORES	
	ACEPTABLE
	SE PASA DE LI
	SE PASA DE LS

Tabla 13.

Medida inicial del peso de 20 unidades dentro de cada lote en el proceso de prensado

Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6	Lote 7	Lote 8
520	525	540	497	519	524	508	543
521	525	537	542	506	533	504	518
530	514	528	506	525	524	526	525
491	525	535	509	528	514	509	539
497	527	514	489	558	525	508	530
503	580	527	496	544	511	516	528
473	567	535	526	525	515	509	542
505	557	527	519	527	517	487	532
486	565	501	497	519	507	512	529
490	530	504	485	516	521	504	530
498	540	513	497	515	535	506	551
533	533	554	484	540	516	505	529
514	509	527	486	539	525	503	505
519	515	525	494	533	528	504	532

517	522	513	489	528	519	489	532
510	517	538	491	536	524	520	537
471	511	518	504	513	519	530	544
478	526	518	519	526	539	492	519
519	550	529	491	503	532	477	542
506	525	520	490	526	523	459	502

Se puede analizar que existe un mínimo de quesos que están dentro del peso estándar establecido por la empresa en cada lote. En el lote 1 se puede observar que de 20 unidades 2 de ella están por debajo del peso y 1 está dentro de los límites establecidos, los lotes 2,3,5,6,8 tienen medidas del peso sobre el límite superior en las 20 unidades tomadas, en el lote 4 existe 2 unidades dentro del límite estándar acordado por la empresa y en el lote 7 cuenta con 1 unidad aceptable del peso y 1 unidad por encima del límite superior.

Tabla 14.

Medida del peso después del proceso de salmuera.

Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6	Lote 7	Lote 8
516	521	536	493	515	520	504	539
517	521	533	538	502	529	500	514
526	510	524	502	521	520	522	521
487	521	531	505	524	510	505	535
493	523	510	485	554	521	504	526
499	576	523	492	540	507	512	524
469	563	531	522	521	511	505	538
501	553	523	515	523	513	483	528
482	561	497	493	515	503	508	525
486	526	500	481	512	517	500	526
494	536	509	493	511	531	502	547

529	529	550	480	536	512	501	525
510	505	523	482	535	521	499	501
515	511	521	490	529	524	500	528
513	518	509	485	524	515	485	528
506	513	534	487	532	520	516	533
467	507	514	500	509	515	526	540
474	522	514	515	522	535	488	515
515	546	525	487	499	528	473	538
502	521	516	486	522	519	455	498

Se logro analizar que las unidades tomadas aleatoriamente pierden 4 gramos del peso durante el proceso de salado. Durante el proceso de salmuera el queso absorbe una cantidad de sal, al mismo tiempo pierde una mayor cantidad de suero desde su interior y eso genera que el queso pierda peso dentro de este proceso. Como se puede observar los valores en la tabla después del prensado vs la tabla saliendo de la salmuera.

Tabla 15.

Medida de pesos de quesos después de estar un día en el cuarto frío.

Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6	Lote 7	Lote 8
509	514	529	486	508	513	497	532
510	514	526	531	495	522	493	507
519	503	517	495	514	513	515	514
480	514	524	498	517	503	498	528
486	516	503	478	547	514	497	519
492	569	516	485	533	500	505	517
462	556	524	515	514	504	498	531
494	546	516	508	516	506	476	521
475	554	490	486	508	496	501	518

479	519	493	474	505	510	493	519
487	529	502	486	504	524	495	540
522	522	543	473	529	505	494	518
503	498	516	475	528	514	492	494
508	504	514	483	522	517	493	521
506	511	502	478	517	508	478	521
499	506	527	480	525	513	509	526
460	500	507	493	502	508	519	533
467	515	507	508	515	528	481	508
508	539	518	480	492	521	466	531
495	514	509	479	515	512	448	491

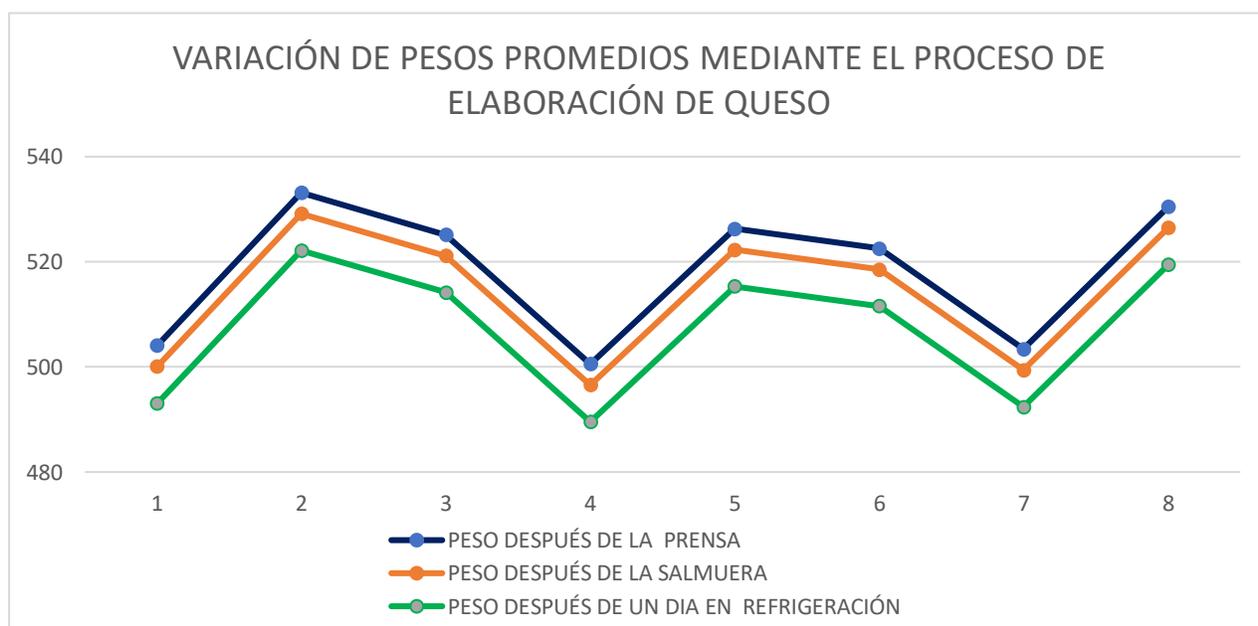


Figura 53. Gráfica del análisis de pérdida de peso durante el proceso de prensado, salmuera y refrigeración.

El queso pierde un peso de 11 gramos durante el proceso de prensado, salmuera y refrigeración. La empresa deja durante un día el producto en el cuarto frío antes de ser empacado, se tomó la decisión para que el queso se desuere en su totalidad,

esto ayuda a que el producto no se desuere dentro del empaque, así evitar devoluciones y pérdidas. Actualmente el queso que se deja reposar en los cuartos fríos, ha generado en la parte superior un color amarillento. La empresa busca soluciones de inmediato para este problema dentro de la producción.

3.2.5. Análisis de la capacidad del proceso

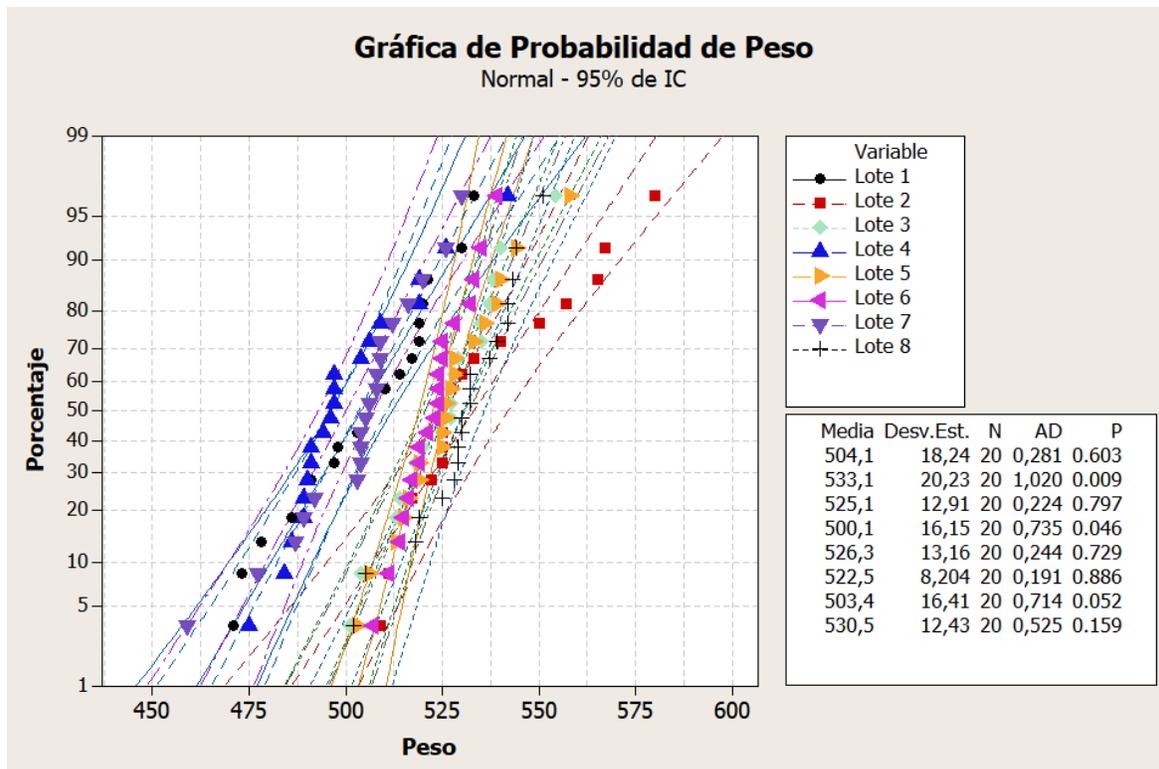


Figura 54. Gráfica de probabilidad de peso de cada lote

La gráfica demuestra que el análisis realizado de las 20 unidades de cada lote, no están dentro de una población normal, debido a que sus valores p son inferiores a 0.05. De hecho, los lotes 4, 7 tienen este comportamiento es decir el resultado de la población es estadísticamente significativo (permite rechazar la hipótesis nula) y los lotes restantes no siguen una distribución normal.

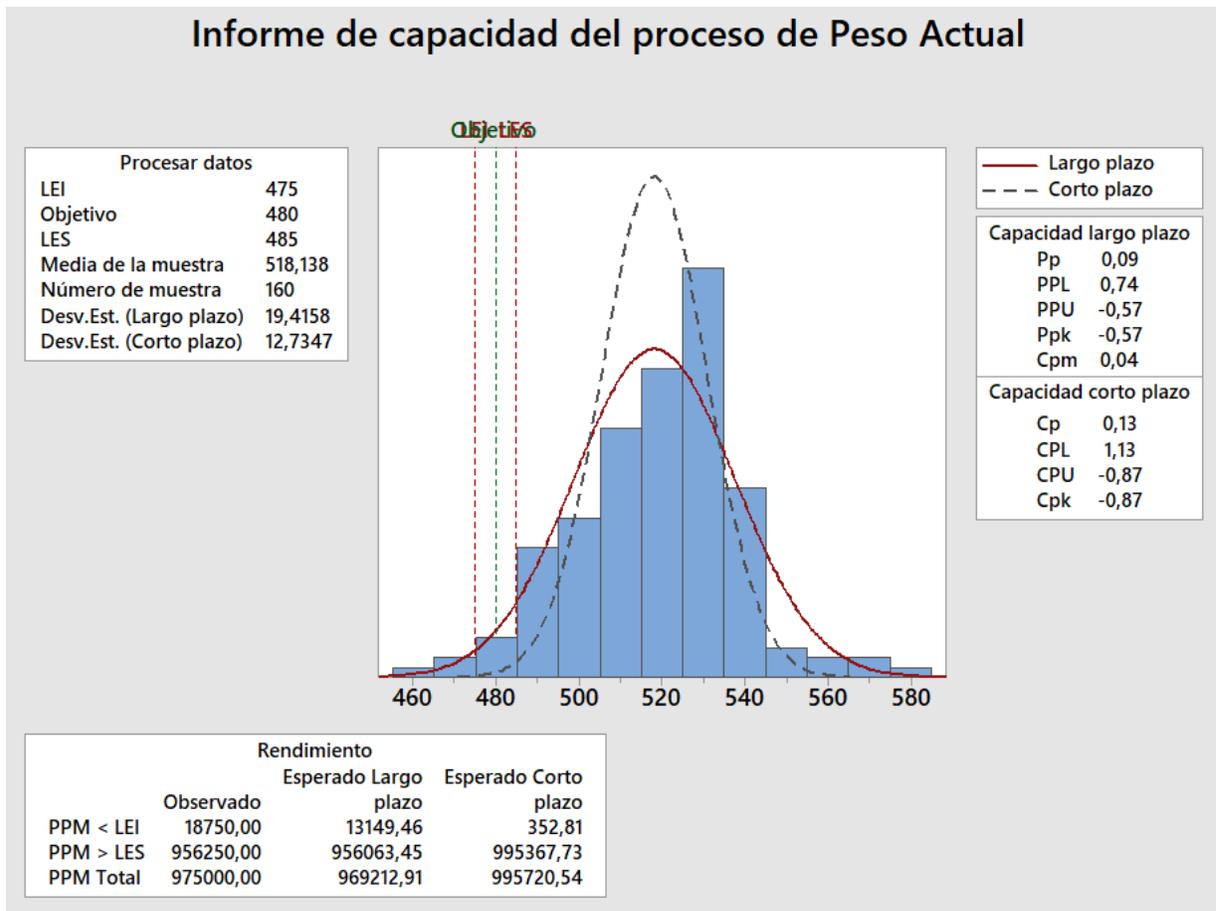


Figura 55. Gráfico de la capacidad del peso en el proceso actual de la empresa San Luis.

En el histograma se puede observar que el proceso es ineficiente o incapaz, ya que las curvas a corto plazo y general tienden a estar deficientemente alineadas. También se puede observar que el muestreo estudiado está fuera de los límites superior e inferior, esto significa que el proceso de elaboración tiene grandes problemas y se necesita tomar acciones correctivas de inmediato.

El estudio de las muestras arroja un C_p de 0.13 este valor es muy bajo, significa que el proceso no es factible para el trabajo y requiere de correcciones muy severas. El índice C_{pk} es un número negativo -0.87, eso indica que la media del proceso está fuera de las especificaciones. A continuación, se procederá a realizar el cálculo sigma del proceso actual.

La empresa San Luis maneja un peso en el queso fresco con los siguientes límites: L. Superior de 485 gramos, L. Inferior de 475 gramos y un peso objetivo de 480 gramos. Estos datos son importantes para conocer las referencias que debe tener un producto para cumplir con las especificaciones de manera correcta.

3.2.6. Cálculo del nivel sigma del proceso actual

$$\text{Nivel sigma} = Cpk * 3$$

$$\text{Nivel sigma} = -0.87 * 3 = -2.61$$

$$\text{Nivel sigma} = -2.61$$

El cálculo del nivel de calidad sigma del proceso arrojó un valor negativo de -2.61 eso quiere decir que el proceso no es satisfactorio o es incapaz. Por este motivo se debe tomar medidas correctivas en el proceso de inmediato, para evitar que el proceso siga ocasionado productos defectos y generando problemas más grandes a futuro dentro del proceso de elaboración de queso fresco San Luis, se establecerá propuestas de mejora dentro del proceso.

3.3. Analizar

Para poder encontrar el problema raíz que existe dentro del proceso de producción, se empezó realizando una pequeña comparación de la competencia más fuertes que tiene la empresa San Luis en el sector del cantón Cayambe mediante una matriz benchmarking. Con el fin de comparar las características y el desempeño del producto con los de la competencia. Luego se elaborará un Análisis de Modo y Efecto de falla. De este modo se hallará la causa de variabilidad de pesos que existe actualmente en el proceso de producción del Queso Fresco San Luis.

Después se realizó un análisis de gráficas de correlación con los aspectos medibles dentro del proceso de elaboración de cada lote estudiado y los pesos del producto final. De esta manera se evaluará los aspectos que pueden afectar el peso del producto final. Igualmente se elaboró un diagrama Ishikawa para poder identificar

las causas potenciales o reales del problema que está atravesando la empresa en el proceso de producción.

Finalmente, para concluir con el análisis del problema se desarrolló un Árbol de Realidad actual (ARA) para identificar los agujeros que hay entre lo que tenemos y lo que se desea lograr mejorar. De la misma manera obtener la relación de causa y efecto que domina la realidad actual del proceso.

3.2.8 Matriz Benchmarking

Con la matriz se logró alcanzar un mayor conocimiento y comprensión sobre los competidores más fuertes que tiene la empresa San Luis dentro del sector Cayambe. Así mismo identificar donde se puede mejorar el rendimiento que hay en el producto final de la empresa, con el fin de establecer nuevos objetivos de mejora para lograr satisfacer a los clientes.

Tabla 16.

Números de valoración

Valoración	Interpretación
5	Muy Alto
4	Alto
3	Medianamente
2	Bajo
1	Muy Bajo

De acuerdo al análisis de la competitividad de las 4 empresas, se puede observar que la mayor variabilidad en las características de competitividad se presenta en el tiempo de vida útil, peso estándar, cumplimiento de entrega, textura, sabor y precio, mientras que la menor variabilidad se presenta en el empaque, forma, color

3.3.1. Análisis de Modo Potencial de falla y efecto (AMEF).

Se uso la herramienta en el proyecto es para identificar la mayor cantidad de factores que pueden generar fallas en el producto final, con el fin de evaluar y clasificar de una manera objetiva los efectos y causas que puede generar este problema al proceso de producción. De esa forma evitar su ocurrencia y elaborar un método documentado de prevención.

A continuación, se presenta el AMEF donde se desglosó todos los procesos de elaboración del queso fresco, desde la recepción de la materia prima hasta la distribución del producto final. De esta manera se clasificó las actividades críticas que existen dentro del proceso de producción que necesitan ser controladas.

Tabla 18.

Resultados del AMEF

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA																
Proceso	Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Método de detección	Detección	NPR	Acción(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones				
												Acción(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Ocu	Nueva Det	Nuevo NPR384
Recepción de materia prima	Análisis de la materia prima	Acides alta	Quesos ácidos	7	Se mide la acides al llegar la leche, pero no al momento de pasar a la pasteurización	3	En el gusto, con un sabor no agradable amargo	3	63	Realizar un análisis de liberación de la materia prima antes de entrar al proceso de producción	Ingeniero de calidad 01/08/2020	Se realizo lo recomenda do	7	3	2	42
		Leche con agua	Baja el rendimiento de producción	6	Mala calidad de la materia prima	2	Contabilizar las unidades y ver el rendimiento	3	36	Realizar un análisis de la leche con la máquina Ecomilk	Ingeniero de calidad 01/08/2020	Se realizo lo recomenda do	6	2	2	24
		Antibiótico en la leche	No llega a coagularse la leche	9	Mala calidad de la materia prima	1	rendimiento multiplicand o el total de litros *3,3	6	54	Comprar y realizar pruebas de antibióticos a la leche	Jefe encargado de compras 01/08/2020	Se realizo lo recomenda do	9	2	3	54

Pasteurización	Calentamiento y acidificación de la leche		Quesos cauchos	8	No se controla las temperaturas al momento de pasar a las timas de elaboración	6	Textura no adecuado quesos demasiado duros y de color amarillos	8	384	Medir la leche con termómetros y el jefe de producción verificar las temperaturas correctas	Operarios de producción 15/07/2020	Se realizó lo recomendado	8	4	2	64
	Enfriamiento de la leche	No controla la temperatura de la leche	No hace efecto el cuajo	5	No tener estandarizado el proceso	1	Tomar las temperaturas con un termómetro	8	40	Medir la leche con termómetros y el jefe de producción verificar las temperaturas correctas	Operarios de producción 15/07/2020	Se realizó lo recomendado	5	3	5	75
Elaboración	Cuajar la leche	No controlar la temperatura de 34°C a 37°C	No se forma la cuajada	9	Control malo de temperaturas	1	Apariencia física y es visual al ojo humano	6	54	Confirmar las temperaturas con termómetros	Operarios de producción 15/07/2020	Se realizó lo recomendado	9	1	4	36
	Agitar la cuajada	No cumplir con el tiempo de agitación de 10 min	No se cuaja en el tiempo establecido	5	No contar con un proceso estandarizado	8	Apariencia física y es visual al ojo humano	9	360	Comprar un reloj digital cronometrado con los tiempos exactos	Jefe encargado de compras 01/08/2020	Se realizó lo recomendado	5	2	2	20
	Tiempo de reposo de la cuajada	No medir el tiempo de reposo de la cuajada máximo 25 min	Perdida de textura y dureza en el queso	8	Control malo de tiempos y no contar con equipos necesarios	6	Textura del queso uniforme	8	384	Ubicar un reloj cronometrado en el área de producción	Jefe de producción 01/08/2020	Se realizó lo recomendado	8	2	2	32

Corte de la cuajada	Estropear la cuajada con la lira y cortes no uniformes de 2cm en los granos de cuajada	Perdida de cremosidad del queso	8	Mala práctica del operario y falta de capacitación	8	Tacto y visual	8	512	Capacitación semanal del personal	Gerente general 15/07/2020	Se realizó lo recomendado	8	4	5	160
Desuerar la cuajada	No permitir que la cuajada baje y el suero suba	Perdida de firmeza de los granos de cuajada	8	Falta de análisis del pH del suero	6	Textura y color no uniforme.	3	144	Implementar un registro de control de análisis de suero que se realiza por cada parada	Jefe de producción 01/08/2020	Se realizó lo recomendado	8	3	4	96
Moldear el queso	No voltear rápido la cuajada en los moldes	Perdida del rendimiento total	6	Falta de mano obra	8	Baja el rendimiento en la parada al momento de contar	9	432	Colocar a todo el personal del área de producción de quesos al momento de voltear los quesos en las mesas	Operarios de producción 15/07/2020	Se realizó lo recomendado	6	4	5	120
Prensar el queso	Exceso de presión	Perdida del peso en el producto final y deformidad en el mismo	7	Mal uso de la máquina y no controlar el tiempo	10	Visualmente quesos uniformes	5	350	Realizar un control del peso después de los procesos más críticos de pérdida del peso: prensado, salado y refrigerado	Jefe de producción 01/08/2020	Se realizó lo recomendado	7	3	3	63
Salir el queso	No controlar el tiempo del queso en la salmuera	Perdida excesiva de humedad	7	No medir el tiempo	8	Aspecto físico del queso y color amarillento	8	448	Comprar un reloj y controlar mediante un registro el tiempo que se dejó el queso en la salmuera	Gerente general 15/07/2020	Se realizó lo recomendado	7	2	3	42

Empaque	Pesar el queso	No pesar el queso	Queso de bajo y alto peso	9	No contar con un jefe de control de producción	10	Visualmente en el tamaño del queso	6	540	Capacitar al personal encargada del empaque a realizar la actividad de pesar los quesos antes de empacar	Gerente general 15/07/2020	Se realizo lo recomendado	9	4	1	36
	Revisar el queso	Contaminación en el área de producción	Agujeros en el producto final	9	Mala higiene	1	Aspecto físico de la forma del queso	8	72	Elaborar un registro documental para registrar la limpieza diaria de toda el área de producción y el jefe de producción verificar la limpieza	Jefe de producción 01/08/2020	Se realizo lo recomendado	9	3	3	81
	Empacar el queso al vacío	Fundas defectuosas y máquina descalibrada	Perdida del vacío y desuerado del queso	7	Mal uso de la máquina	3	Visualmente en la funda del queso	6	126	Realizar pruebas de empaque con el jefe de mantenimiento todos los inicios de semana y mantenimiento semanal a la máquina empacadora	Encargado de mantenimiento 01/08/2020	Se realizo lo recomendado	7	2	2	28
Despacho	Entregar el producto	Producto aplastado	Devoluciones del producto final	9	Se acomodo mal el producto en las gavetas	1	Visualmente en la forma del queso, puede su forma redonda	8	72	Verificar como sale el producto de la empresa y si se daña hacer cargo al responsable	Jefe de producción y encargado de despacho 01/08/2020	Se realizo lo recomendado	9	2	2	36

								de la entrega.								
		No contar con el producto para el cliente	Inconformidad del cliente	5	No contar con un stock de productos o una planificación	6	En el decrecimiento de ingreso de dinero a la empresa	6	180	Realizar un plan de producción semanal en base a las ventas realizadas en el último año.	Jefe de producción y gerente general 01/08/2020	Se realizó lo recomendado	5	3	2	30

Una vez evaluado los resultados arrojados por la tabla AMEF se puede identificar que las actividades críticas al momento de elaborar el queso fresco 480g San Luis son:

Tabla 19.

Actividades críticas en el proceso de producción

PROCESO	ACTIVIDAD	VARIABLE
Elaboración	Cuajar la leche Cortar la cuajada Extraer la cuajada Moldear el queso Prensar el queso Salar el queso	Tiempo, temperatura y presión
Empaque	No pesar el queso Empaque al vacío	Peso no estándar y procedimiento

- Elaboración

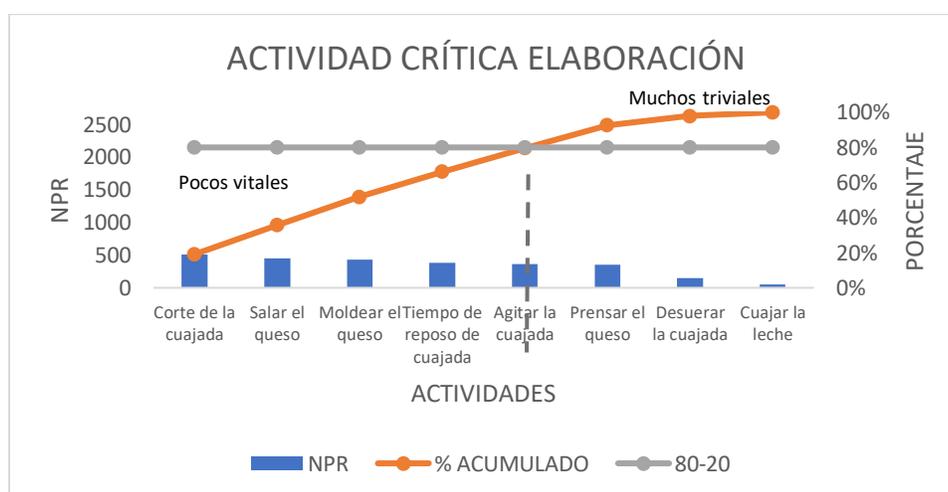


Figura 57. Representación gráfica de la actividad crítica mediante el cálculo NPR (Elaboración).

Como se puede estudiar en el Diagrama de Pareto realizado para la actividad crítica de elaboración existen 5 puntos dentro de los pocos vitales (el mayor NPR dentro del proceso de elaboración) se acumula el 93%, a estas 5 actividades se les considera vitales, y en las 3 actividades se les considera triviales. Una vez realizado el estudio se puede concluir que dentro del proceso de elaboración los puntos más críticos en los que se debe enfocar son: corte de la cuajada, salar el queso, moldear el queso, tiempo de reposo de la cuajada, agitar la cuajada.

- Empaque

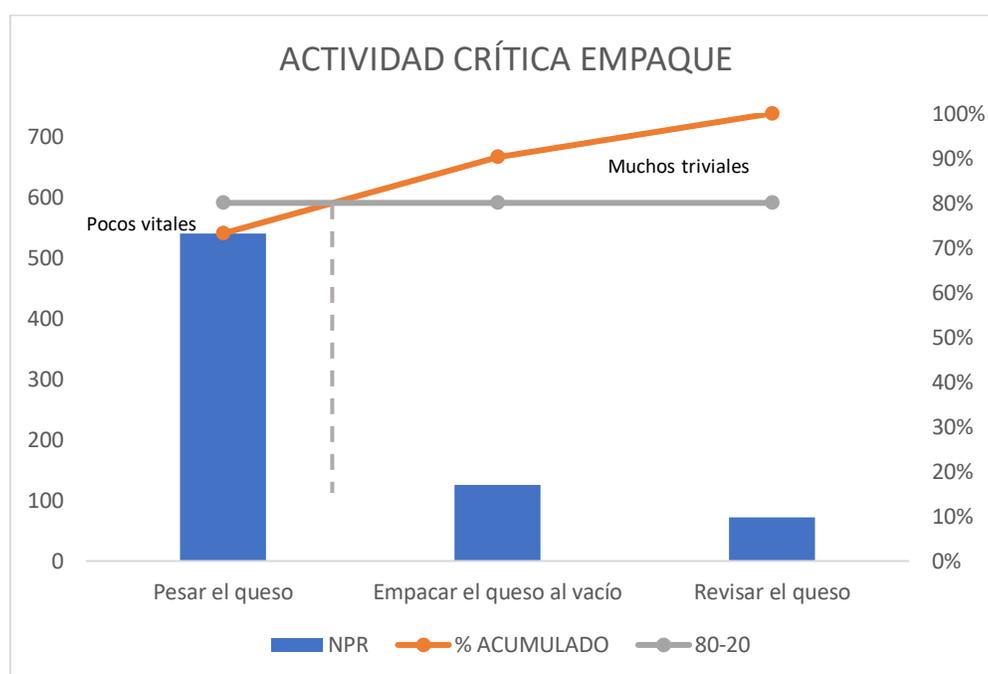


Figura 58. Representación gráfica de la actividad crítica mediante el cálculo NPR (Empaque).

En el Diagrama de Pareto realizado para la actividad crítica de empaque existen 1 puntos dentro de los pocos vitales (el mayor NPR dentro del proceso de empaque) se acumula el 90%, a esta actividad se le considera vital, y en las 2 actividades se les considera triviales. Una vez realizado el estudio se puede concluir que dentro del proceso de empaque el punto de pesar el queso es fundamental para poder

distribuir un producto de calidad, es decir se debe controlar el peso de queso dentro del área de empaque.

Para el análisis de las actividades críticas ya indicadas en la tabla 20 se inició realizó gráficas de correlación mediante Minitab. Se inicio tomando muestras de la leche pasteurizada y el suero para realizar el análisis de pH, toma de tiempo de cuajada, contando la cantidad de unidades por parada y pesando 20 quesos de cada parada. Con el fin de estudiar la relación que existe entre estas variables con el producto final y lograr establecer acciones correctivas durante el proceso de elaboración.

3.3.2. Análisis y gráficas de correlación.

Para comenzar se realizarán análisis de correlación de los factores críticos ya identificados durante el proceso con el resultado del producto final del queso, enfocados en el total de unidades producidas por lote y el peso del producto. Para el análisis de correlación se recopilo datos como: pH, tiempo de cuajada, unidades producidas y pesos del queso, de esta forma definir en donde se debe implementar controles efectivos durante el proceso. Análisis de correlación del pH de la leche con el peso medio del lote respectivo

A continuación, se presenta la recopilación de datos que se obtuvo con los diferentes pH de la leche en los lotes de producción, con el peso promedio del lote respectivo.

Tabla 20.

Datos recolectados del pH de la leche con peso medio del respetivo lote.

Lote	pH de la leche	Peso Medio del respectivo lote
1	6.16	525.5
2	6.71	505.5
3	6.78	523.5
4	6.85	496.5
5	6.88	526.0
6	6.89	505.5
7	6.91	531.0
8	7.04	527.0

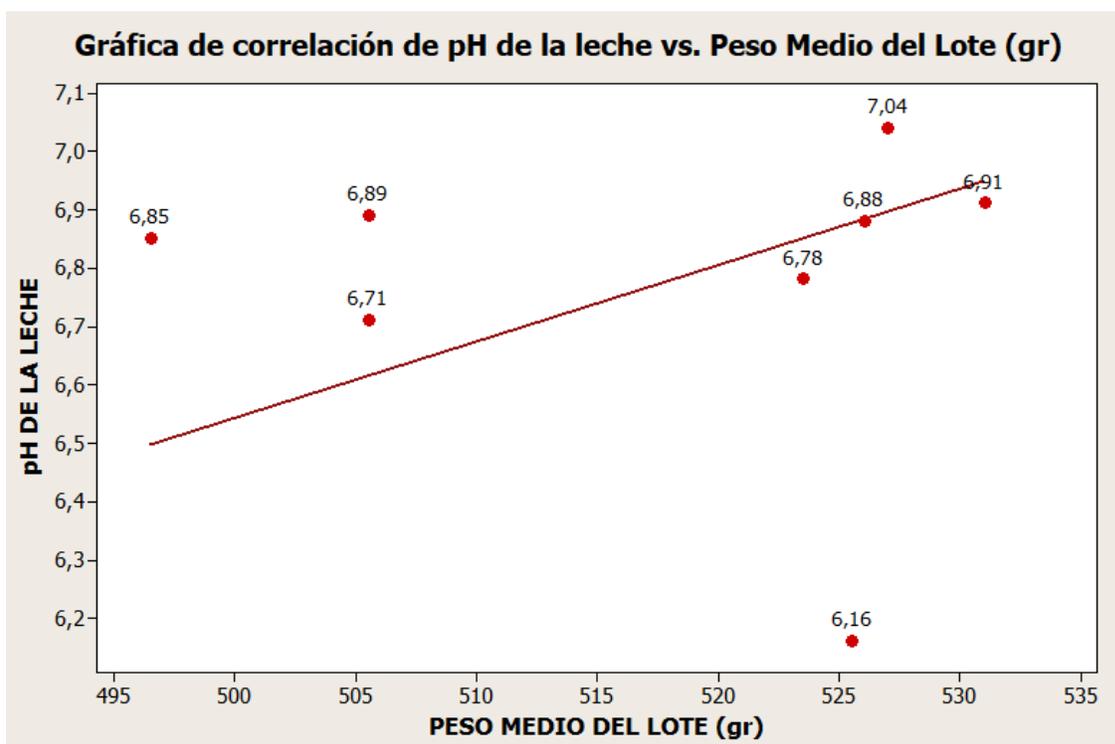


Figura 59. Representación del análisis de relación entre el pH de la leche con el peso medio del lote respectivo.

Con la herramienta Minitab se logró conocer los valores de correlación entre las dos variables analizadas y el valor p. A continuación se muestra los datos arrojados por el Minitab.

Tabla 21.

Resultado de correlación y valor p arrojados por el minitab

Correlación	0,503
Valor p	0,0204

Los resultados muestran el minitab dan un valore de correlación de 0.503 eso quiere decir que la relación de las dos variables analizadas tiene una correlación positiva moderada y su valor $p=0.0204$ que significa que el estudio realizado es fiable. Para finalizar los resultados muestran que a mayor pH en la leche menor será el rendimiento del lote y eso afecta el peso del producto final.

3.3.2.1. Análisis de correlación del pH de la leche coagulada con el peso medio del lote respectivo

A continuación, se presenta la recopilación de datos que se obtuvo con los diferentes pH del suero en los lotes de producción, con el peso promedio del lote respectivo.

Tabla 22.

Datos recolectados del pH del suero con peso medio del respetivo lote.

Lote	pH del suero	Peso Medio del lote respectivo
1	6.72	505.5
2	6.72	531.0
3	6.67	526.0

4	6.70	496.5
5	6.05	525.5
6	6.42	527.0
7	6.46	505.5
8	6.58	523.5

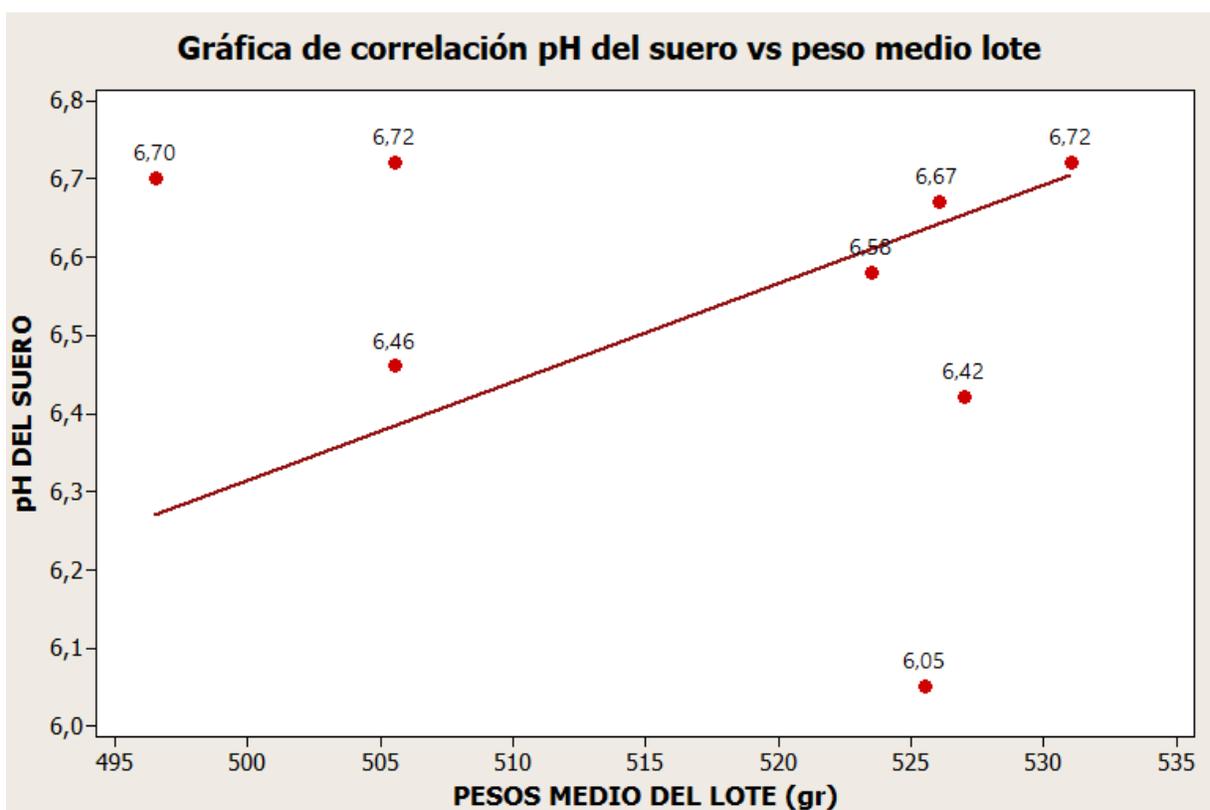


Figura 60. Representación del análisis de relación entre el pH del suero con el peso medio del lote respectivo.

A continuación, se muestra los datos arrojados por el Minitab.

Tabla 23.

Resultado de correlación y valor p arrojados por el minitab

Correlación	-0,114
Valor p	0,0787

El resultado del Minitab sobre las muestras, indican un valor de correlación -0.114 y un valor p de 0.0787. El valor -0.114 significa que tiene una correlación negativa muy baja, es decir que el pH del suero no tiene una relación directa con el peso medio del producto.

3.3.2.2. Análisis de relación entre tiempo de cuajada con peso medio del lote respectivo

Tabla 24.

Datos recolectados del tiempo de corte con peso medio del respectivo lote.

Lote	Tiempo de cuajada (seg).	Peso Medio del respectivo lote
1	1020	505.5
2	420	525.5
3	480	527.0
4	780	496.5
5	600	526.0
6	1080	523.5
7	1800	505.5
8	1500	531.0

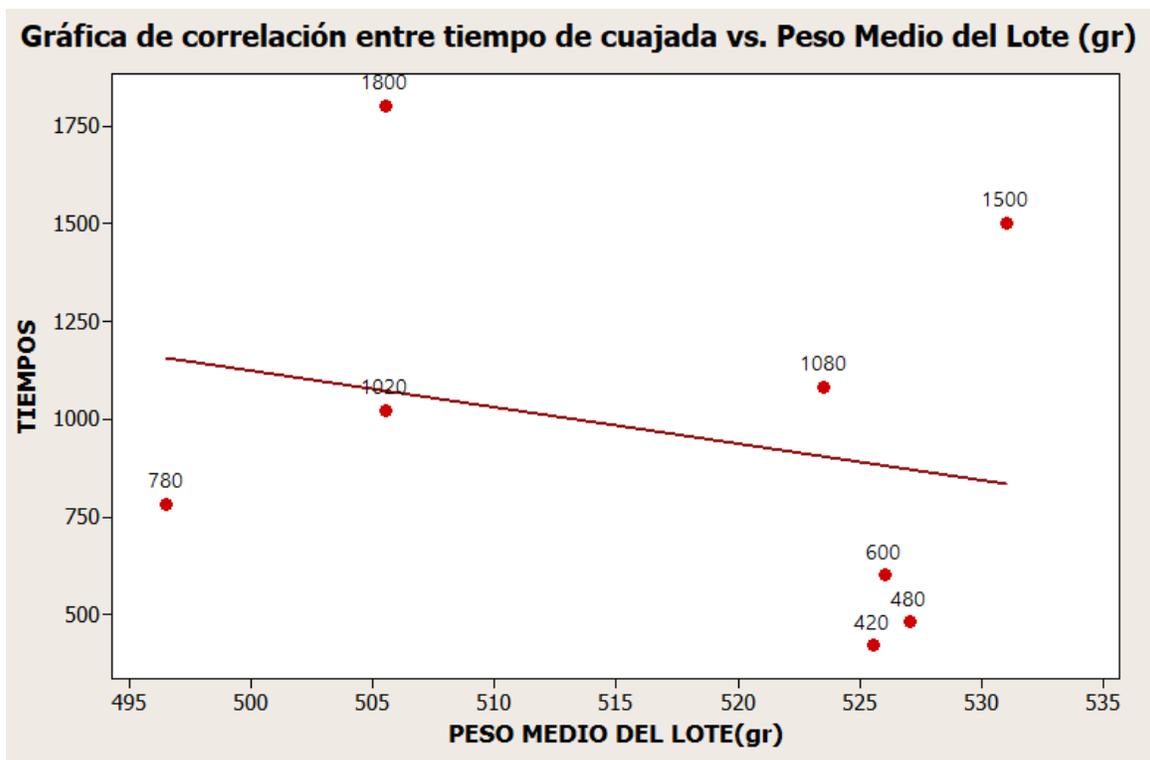


Figura 61. Representación del análisis de relación entre el tiempo de corte con el peso medio del lote producido.

A continuación, se muestra los resultados arrojados por el Minitab.

Tabla 25.

Resultado de correlación y valor p arrojados por el minitab

Correlación	-0,204
Valor p	0,0629

Los resultados muestran que el valor de correlación es de -0.204 significa que las variables analizadas tienen una correlación negativa baja, es decir el tiempo de corte no tiene que ver con el peso del producto final. Pero cabe recalcar que el tiempo de corte si perjudica al rendimiento del lote de producción. El valor $p=0.0629$

significa que la hipótesis nula es cierta e indica que el resultado no tiene importancia directa con el peso medio del lote.

3.3.2.3. Análisis de relación entre la acidez de la leche con la cantidad de unidades por lote de producción.

Tabla 26.

Datos recolectados de la acidez de la leche con la cantidad de unidades por lote

Lote	Acidez de la leche	Cantidad de unidades
1	15	328
2	16	325
3	16	325
4	16	327
5	17	345
6	17	317
7	17	319
8	25	287

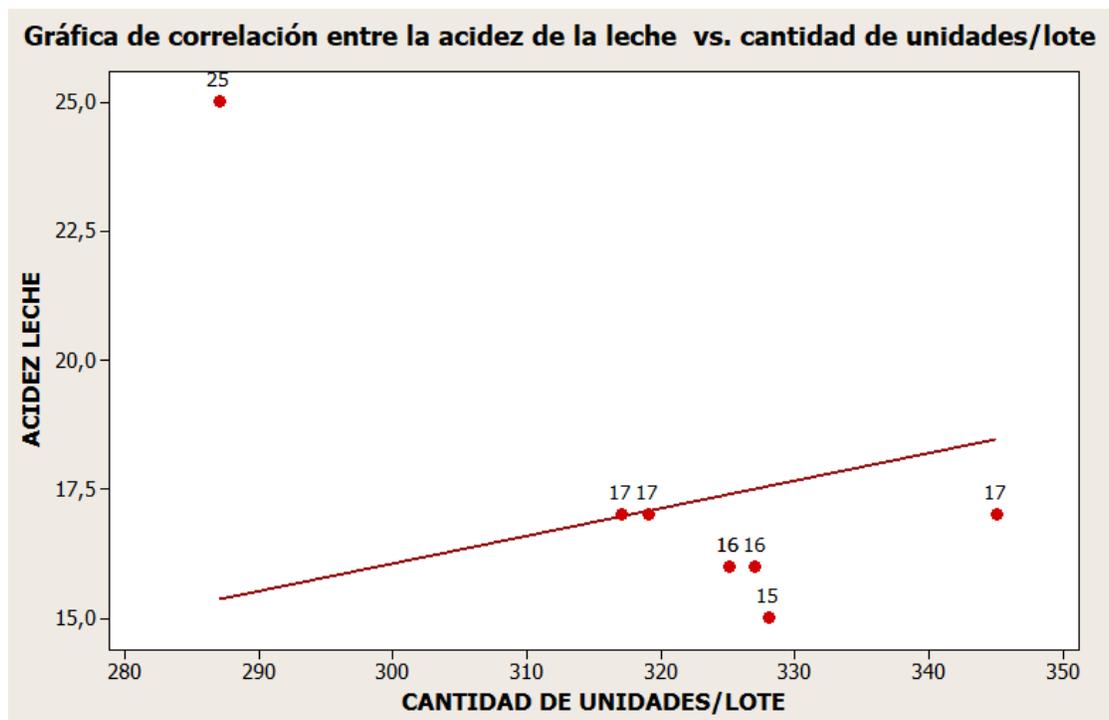


Figura 62. Representación del análisis de relación entre la acidez de la leche con la cantidad de unidades por lote producido.

A continuación, se muestra los resultados arrojados por el Minitab.

Tabla 27.

Resultado de correlación y valor p arrojados por el minitab

Correlación	-0,604
Valor p	0,0113

Con la gráfica se puede observar que a mayor grado de acidez en la leche se produce un menor rendimiento en la parada de producción. El valor de correlación es de -0604 significa que es una correlación negativa moderada pero el valor $p=0.0113$ indica que el resultado es estadísticamente importante y que la hipótesis nula es falsa.

3.3.3. Árbol de problemas

Con el objetivo de determinar detalladamente las causas y los efectos que ocasiona el problema más potencia que se puede observar en el AMEF se realizó un árbol problema.

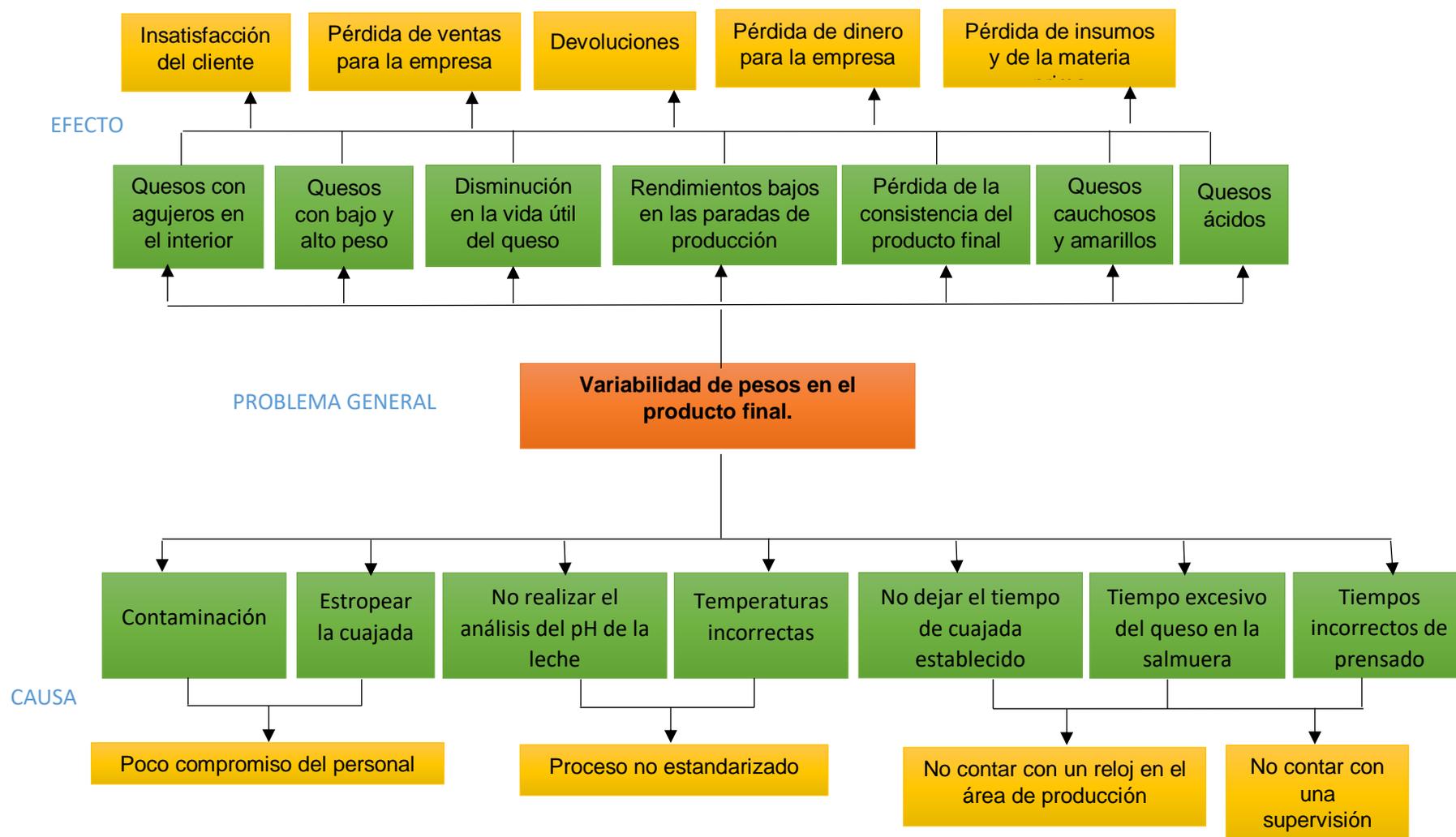


Figura 63. Figura. Desarrollo del problema actual de la empresa San Luis en el proceso de producción de Queso Fresco.

Figura. Desarrollo del problema actual de la empresa San Luis en el proceso de producción de Queso Fresco.

Como se puede observar en el árbol de problemas se puede determinar que, al no contar con una supervisión en el área de producción, la falta de compromiso del personal, no tener procesos estándares y no contar con un reloj donde se pueda medir los tiempos de los procesos críticos ha generado grandes pérdidas para la empresa. Por este motivo existe actualmente en el proceso de producción de queso fresco San Luis grandes problemas, que se necesita tomar acciones correctivas de inmediato.

Mediante un análisis Ishikawa se logró priorizar las medidas de acción relevantes en aquellas causas ya determinadas que presentan un mayor porcentaje de problemas e identificar las áreas en las que la empresa necesita mejoras.

3.3.4. Análisis Ishikawa

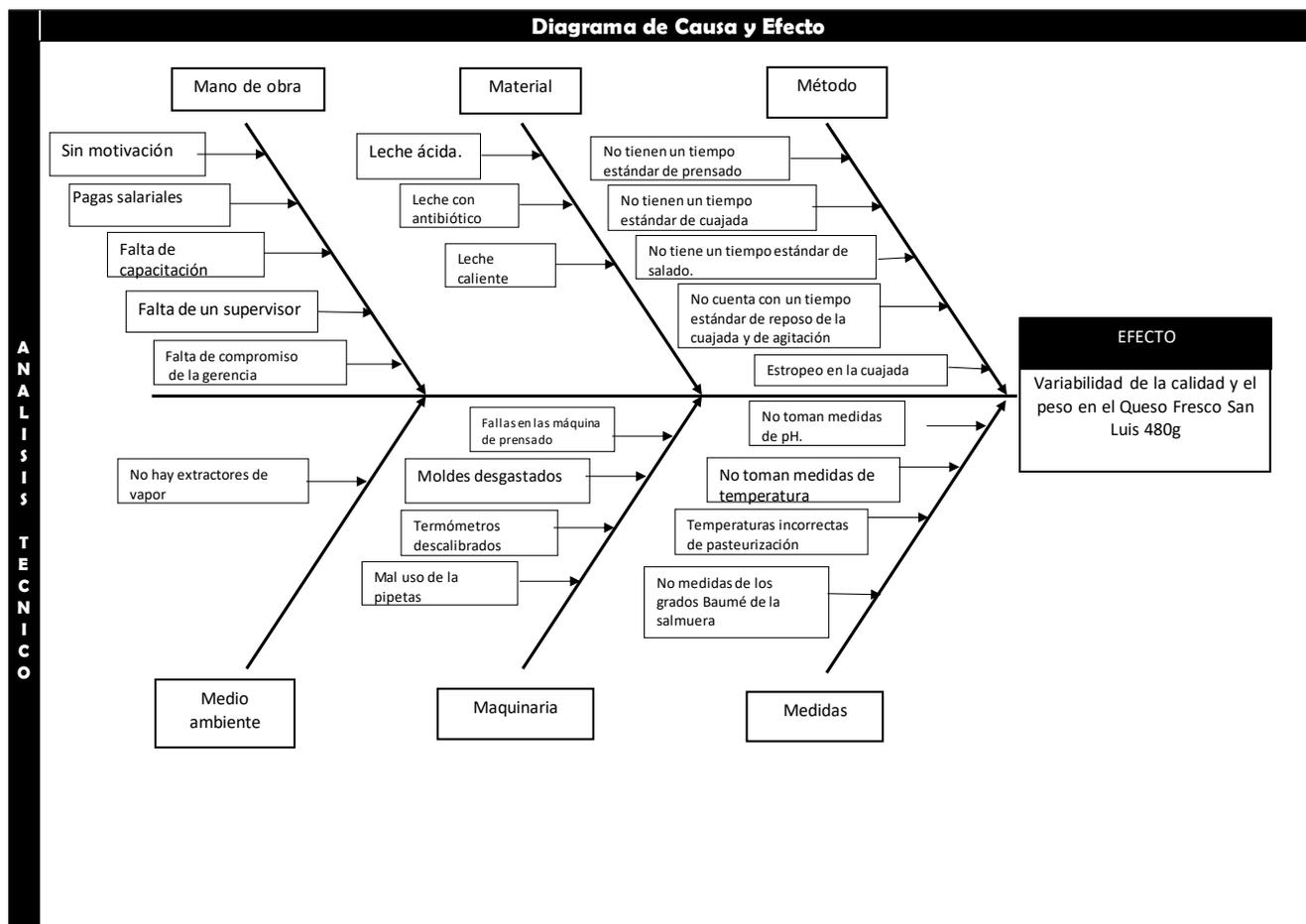


Figura 64. Análisis del problema de calidad y pesos mediante el diagrama Ishikawa.

Una vez realizado el análisis de las causas que generan el problema de calidad y de peso del producto final, se puede observar que para resolver el inconveniente que existe dentro del proceso de producción se debe implementar un plan de mejora en el proceso y en la supervisión de los trabajadores. Una de las causas más importantes del problema es la desmotivación del personal, por ende, se implementará capacitaciones al personal donde se tratará temas como: importancia de toma medidas, trabajo en equipo, nuevas herramientas de mejora. También se realizará toma de tiempo a las actividades diarias de los trabajadores, se dará incentivos y se controlará estrictamente los procesos críticos que generan la pérdida de calidad y de peso en el producto final.

4. CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE MEJORA

4.1. Mejora

En la etapa de mejora se desarrollarán cambios al proceso actual con el objetivo de disminuir los problemas que existen en las variables críticas ya mencionadas anteriormente. Con el objetivo de aumentar el rendimiento del producto como el desempeño del personal, mediante la implementación de herramientas de mejora, así dar soluciones a los problemas que existen en el proceso de elaboración de queso fresco San Luis.

4.1.1. Control de temperaturas.

Uno de los procesos principales que ha generado pérdidas en la producción son las temperaturas incorrectas de la materia prima, esto se debe a la falta de conocimiento que el personal tiene al momento de realizar este control en el proceso de pasteurización y enfriado. Al no capacitar al personal de la importancia de controlar los parámetros exactos del proceso se genera grandes inconformidades en el producto final.

Actualmente la empresa cuenta con una persona específica encargada de pasar la leche pasteurizada al área de quesos, pero los operarios encargados de la producción no tienen la iniciativa de comprobar si las temperaturas son correctas. Esto genera que la desviación de los productos sea irremediable y no se conozca el origen principal del problema. Cabe recalcar que la alta gerencia entregó nuevos termómetros al personal.

Para control de temperaturas en el proceso, se estableció manejar un tablero de control dentro de área de producción, donde el operario encargado de liderar la producción anota diariamente las medidas de temperatura con las que se trabajó el queso fresco San Luis. De esta manera el jefe de producción tenga conocimiento puntual de los parámetros en los que se añadió el cuajo líquido a la leche. Esta implementación ayudará a la empresa a estudiar de mejor manera el

comportamiento de la leche durante el proceso de pasteurización y por lo tanto se podrá controlar de mejor manera el proceso de elaboración de queso fresco.

ANTES



Figura 65. Área de pasteurización

En la figura se muestra, en el cuadrante de color naranja la máquina de pasteurización donde se calienta la leche a 70°C y en el cuadro de color celeste el enfriador de placas por donde pasa la materia prima para bajar a temperaturas de 35°C a 37°C para poder añadir el cuajo.



Figura 66. Tablero de control de temperaturas.



Figura 67. Proceso de elaboración de queso fresco 480g

El operario no verifica las temperaturas a las que se va a trabajar, por ese motivo se ha generado problemas en la calidad del producto final. Por ende, se aumentó

la cantidad de devoluciones del cliente más potencial de la empresa Supermercados Santa María.

DESPUÉS



Figura 68. Verificación de la temperatura a 37°C

En las imágenes se muestra la situación antes de la implementación de mejora donde en el área de pasteurización no existe un control por parte de los operarios. Después se observa imágenes con la mejora establecida, donde en el proceso actual él operario debe realizar obligatoriamente la verificación de temperatura antes de añadir el calcio y el cuajo líquido, posteriormente se debe anotar en el tablero de control (pizarrón) las temperaturas a las cuales se trabajó la parada.

4.1.2 Revisión del pH de la leche y suero.

En la actualidad la empresa cuenta con hojas de control de producción, donde los operarios llenan al final del día de trabajo. Aunque existen las hojas de producción los trabajadores no realizan los análisis de pH de la leche y suero durante el proceso

de elaboración, esto se debe a que los encargados pasan por alto la importancia de realizar las medidas respectivas del pH. Esto se da por la falta de capacitación al personal sobre la importancia que tiene el medir estos parámetros para elaborar un producto de calidad.

Se mostrará las hojas de producción antiguas vs las hojas de producción actuales implementadas el parámetro de medición del pH. Los operarios deben llenar obligatoriamente ese parámetro durante el proceso, no al final del día. También se implementará un pizarrón en la pared del área de producción donde se controlará que se realicen los análisis del pH tanto de la leche como del suero de todas las paradas que se realicen durante el día de todos los tipos de quesos que elabora la empresa San Luis. Para controlar que se realice esta medición la empresa invirtió en cámaras de grabación donde se puede verificar que el operario realice correctamente esta actividad.

ANTES

REGISTRO DE PRODUCCION AREA QUESERIA											
FECHA ELABORACION: / /						FECHA DE EMPAQUE: / /					
PARADA NUMERO 1			PARADA NUMERO 2			PARADA NUMERO 3			PARADA NUMERO 4		
SAN LUIS <input type="radio"/>	COMIDA <input type="radio"/>		SAN LUIS <input type="radio"/>	COMIDA <input type="radio"/>		SAN LUIS <input type="radio"/>	COMIDA <input type="radio"/>		SAN LUIS <input type="radio"/>	COMIDA <input type="radio"/>	
CHEDDAR <input type="radio"/>	LOTE <input type="radio"/>		CHEDDAR <input type="radio"/>	LOTE <input type="radio"/>		CHEDDAR <input type="radio"/>	LOTE <input type="radio"/>		CHEDDAR <input type="radio"/>	LOTE <input type="radio"/>	
ECONOMICO <input type="radio"/>	PIZZA <input type="radio"/>		ECONOMICO <input type="radio"/>	PIZZA <input type="radio"/>		ECONOMICO <input type="radio"/>	PIZZA <input type="radio"/>		ECONOMICO <input type="radio"/>	PIZZA <input type="radio"/>	
MOZZA 1/2 Kg <input type="radio"/>	RICOTTA <input type="radio"/>		MOZZA 1/2 Kg <input type="radio"/>	RICOTTA <input type="radio"/>		MOZZA 1/2 Kg <input type="radio"/>	RICOTTA <input type="radio"/>		MOZZA 1/2 Kg <input type="radio"/>	RICOTTA <input type="radio"/>	
MOZZA 1 Kg <input type="radio"/>	MADURO <input type="radio"/>		MOZZA 1 Kg <input type="radio"/>	MADURO <input type="radio"/>		MOZZA 1 Kg <input type="radio"/>	MADURO <input type="radio"/>		MOZZA 1 Kg <input type="radio"/>	MADURO <input type="radio"/>	
LECHE		L	LECHE		L	LECHE		L	LECHE		L
CLORURO		gf	CLORURO		gf	CLORURO		gf	CLORURO		gf
SORBATO		gf	SORBATO		gf	SORBATO		gf	SORBATO		gf
CUAJO		ml	CUAJO		ml	CUAJO		ml	CUAJO		ml
FERMENTO			FERMENTO			FERMENTO			FERMENTO		
SOSA CAUSTICA		gf	SOSA CAUSTICA		gf	SOSA CAUSTICA		gf	SOSA CAUSTICA		gf
TOTAL PRODUCCION		Unid	TOTAL PRODUCCION		Unid	TOTAL PRODUCCION		Unid	TOTAL PRODUCCION		Unid
TOTAL EMPACADO		Unid	TOTAL EMPACADO		Unid	TOTAL EMPACADO		Unid	TOTAL EMPACADO		Unid
PARADA NUMERO 5			PARADA NUMERO 6			PARADA NUMERO 7			PARADA NUMERO 8		
SAN LUIS <input type="radio"/>	COMIDA <input type="radio"/>		SAN LUIS <input type="radio"/>	COMIDA <input type="radio"/>		SAN LUIS <input type="radio"/>	COMIDA <input type="radio"/>		SAN LUIS <input type="radio"/>	COMIDA <input type="radio"/>	
CHEDDAR <input type="radio"/>	LOTE <input type="radio"/>		CHEDDAR <input type="radio"/>	LOTE <input type="radio"/>		CHEDDAR <input type="radio"/>	LOTE <input type="radio"/>		CHEDDAR <input type="radio"/>	LOTE <input type="radio"/>	
ECONOMICO <input type="radio"/>	PIZZA <input type="radio"/>		ECONOMICO <input type="radio"/>	PIZZA <input type="radio"/>		ECONOMICO <input type="radio"/>	PIZZA <input type="radio"/>		ECONOMICO <input type="radio"/>	PIZZA <input type="radio"/>	
MOZZA 1/2 Kg <input type="radio"/>	RICOTTA <input type="radio"/>		MOZZA 1/2 Kg <input type="radio"/>	RICOTTA <input type="radio"/>		MOZZA 1/2 Kg <input type="radio"/>	RICOTTA <input type="radio"/>		MOZZA 1/2 Kg <input type="radio"/>	RICOTTA <input type="radio"/>	
MOZZA 1 Kg <input type="radio"/>	MADURO <input type="radio"/>		MOZZA 1 Kg <input type="radio"/>	MADURO <input type="radio"/>		MOZZA 1 Kg <input type="radio"/>	MADURO <input type="radio"/>		MOZZA 1 Kg <input type="radio"/>	MADURO <input type="radio"/>	
LECHE		L	LECHE		L	LECHE		L	LECHE		L
CLORURO		gf	CLORURO		gf	CLORURO		gf	CLORURO		gf
SORBATO		gf	SORBATO		gf	SORBATO		gf	SORBATO		gf
CUAJO		ml	CUAJO		ml	CUAJO		ml	CUAJO		ml
FERMENTO			FERMENTO			FERMENTO			FERMENTO		
SOSA CAUSTICA		gf	SOSA CAUSTICA		gf	SOSA CAUSTICA		gf	SOSA CAUSTICA		gf
TOTAL PRODUCCION		Unid	TOTAL PRODUCCION		Unid	TOTAL PRODUCCION		Unid	TOTAL PRODUCCION		Unid
TOTAL EMPACADO		Unid	TOTAL EMPACADO		Unid	TOTAL EMPACADO		Unid	TOTAL EMPACADO		Unid
OBSERVACIONES:											
RESPONSABLE AREA QUESERIA				RESPONSABLE DE EMPAQUE				JEFE DE PRODUCCION			

Figura 69. Hoja de registro de la producción del área quesera actual

DESPUES



Figura 70. Primer análisis de acidez y pH de la leche



Figura 71. Análisis antibióticos de la leche



Figura 72. Equipos nuevos para medir pH, acidez y agua.

Para que el proceso de transformación de la leche a cuajada sea más eficaz, se recomienda realizar la medición del tiempo que se demora en hacer efecto el cuajo líquido. De esta forma comprender puntualmente los parámetros de la cuajada. Entre más control exista en las mediciones se logrará estudiar de mejor manera el comportamiento de la leche durante el proceso de elaboración de queso fresco y, por lo tanto, se podrá analizar las oportunidades de mejora que se puede implementar para mejor el proceso de producción.

El queso al tener un peso excedente genera pérdidas a la empresa, ya que se vende al mismo precio de un queso normal de 480g, igualmente al tener un queso de bajo peso a ocasionado devoluciones del cliente más potencial de la empresa que es

Super Mercado Santa María. El cliente exige un control minucioso del peso de cada producto, o dicho producto será descodificado de su percha.



Figura 73. Verificación de temperaturas



Figura 74. Segundo análisis de pH de la leche, muestra tomada después de pasteurizar



Figura 75. Toma de la medida del tiempo de cuajo.

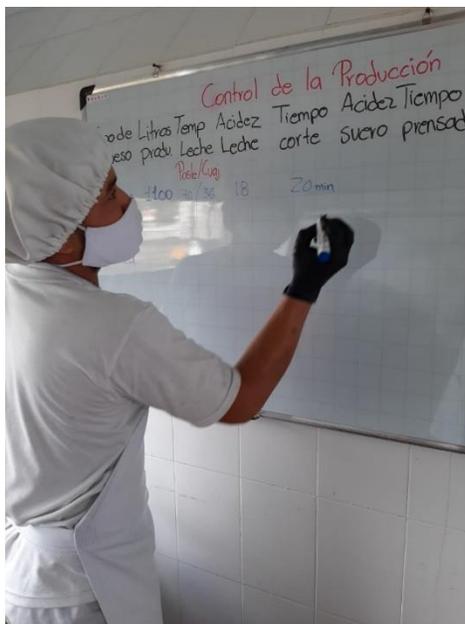


Figura 76. Tablero de control de mediciones



Figura 77. Toma de muestra del suero para realizar análisis de pH.

 REGISTRO DE PRODUCCIÓN ÁREA QUESERA											
FECHA ELABORACIÓN: ___/___/___						FECHA EMPAQUE: ___/___/___					
PARADA NÚMERO 1			PARADA NÚMERO 2			PARADA NÚMERO 3			PARADA NÚMERO 4		
San Luis	Comida		San Luis	Comida		San Luis	Comida		San Luis	Comida	
Económico	Lote		Económico	Lote		Económico	Lote		Económico	Lote	
Moza 1/2 Kg	Pizza		Moza 1/2 Kg	Pizza		Moza 1/2 Kg	Pizza		Moza 1/2 Kg	Pizza	
Moza 1 Kg	Ricotta		Moza 1 Kg	Ricotta		Moza 1 Kg	Ricotta		Moza 1 Kg	Ricotta	
Maduro: Ají	Orégano	Natural	Maduro: Ají	Orégano	Natural	Maduro: Ají	Orégano	Natural	Maduro: Ají	Orégano	Natural
LECHE			LECHE			LECHE			LECHE		
CLORURO			CLORURO			CLORURO			CLORURO		
SORBATO			SORBATO			SORBATO			SORBATO		
CUAJO			CUAJO			CUAJO			CUAJO		
FERMENTO			FERMENTO			FERMENTO			FERMENTO		
SOSA CAUSTICA			SOSA CAUSTICA			SOSA CAUSTICA			SOSA CAUSTICA		
TIEMPO DE CORTE			TIEMPO DE CORTE			TIEMPO DE CORTE			TIEMPO DE CORTE		
pH DE LA LECHE			pH DE LA LECHE			pH DE LA LECHE			pH DE LA LECHE		
pH DEL SUERO			pH DEL SUERO			pH DEL SUERO			pH DEL SUERO		
TIEMPO DE PRENSADO			TIEMPO DE PRENSADO			TIEMPO DE PRENSADO			TIEMPO DE PRENSADO		
TIEMPO DE SALADO			TIEMPO DE SALADO			TIEMPO DE SALADO			TIEMPO DE SALADO		
TOTAL PRODUCCIÓN			TOTAL PRODUCCIÓN			TOTAL PRODUCCIÓN			TOTAL PRODUCCIÓN		
TOTAL DE EMPAQUE			TOTAL DE EMPAQUE			TOTAL DE EMPAQUE			TOTAL DE EMPAQUE		
PARADA NÚMERO 5			PARADA NÚMERO 6			PARADA NÚMERO 7			PARADA NÚMERO 8		
San Luis	Comida		San Luis	Comida		San Luis	Comida		San Luis	Comida	
Económico	Lote		Económico	Lote		Económico	Lote		Económico	Lote	
Moza 1/2 Kg	Pizza		Moza 1/2 Kg	Pizza		Moza 1/2 Kg	Pizza		Moza 1/2 Kg	Pizza	
Moza 1 Kg	Ricotta		Moza 1 Kg	Ricotta		Moza 1 Kg	Ricotta		Moza 1 Kg	Ricotta	
Maduro: Ají	Orégano	Natural	Maduro: Ají	Orégano	Natural	Maduro: Ají	Orégano	Natural	Maduro: Ají	Orégano	Natural
LECHE			LECHE			LECHE			LECHE		
CLORURO			CLORURO			CLORURO			CLORURO		
SORBATO			SORBATO			SORBATO			SORBATO		
CUAJO			CUAJO			CUAJO			CUAJO		
FERMENTO			FERMENTO			FERMENTO			FERMENTO		
SOSA CAUSTICA			SOSA CAUSTICA			SOSA CAUSTICA			SOSA CAUSTICA		
TIEMPO DE CORTE			TIEMPO DE CORTE			TIEMPO DE CORTE			TIEMPO DE CORTE		
pH DE LA LECHE			pH DE LA LECHE			pH DE LA LECHE			pH DE LA LECHE		
pH DEL SUERO			pH DEL SUERO			pH DEL SUERO			pH DEL SUERO		
TIEMPO DE PRENSADO			TIEMPO DE PRENSADO			TIEMPO DE PRENSADO			TIEMPO DE PRENSADO		
TIEMPO DE SALADO			TIEMPO DE SALADO			TIEMPO DE SALADO			TIEMPO DE SALADO		
TOTAL PRODUCCIÓN			TOTAL PRODUCCIÓN			TOTAL PRODUCCIÓN			TOTAL PRODUCCIÓN		
TOTAL DE EMPAQUE			TOTAL DE EMPAQUE			TOTAL DE EMPAQUE			TOTAL DE EMPAQUE		
OBSERVACIÓN:											
RESPONSABLE DE ELABORACIÓN			RESPONSABLE DE EMPAQUE			JEFE DE PRODUCCIÓN			JEFE DE CALIDA		

Figura 78. Hoja de producción área quesera mejorada

A continuación, se presentará tablas donde se puede observar el cambio que existe implementando la mejora dentro del proceso de elaboración. Las medidas de pH de la leche y el suero, el tamaño del lote, pesos medios del lote y, la cantidad de quesos

con bajo y alto peso. Según los límites de peso que debe tener el queso es un máximo de 485g, un mínimo de 475g y el peso objetivo es 480g si el queso no cumple con estos límites no será aceptado por los clientes de la empresa.

ANTES

Tabla 28.

Estudio del pH durante el proceso de elaboración de queso, antes de la implementación de mejora.

MEDIDAS DEL pH INICIAL DEL PROCESO				
Litros por parada: 1100				
pH de la leche	6.71	6.16	7.04	6.58
pH del suero	6.72	6.05	6.42	6.78
Tamaño del lote (unidades)	318	287	323	306
Peso medio del lote (gramos)	505.5	525.5	527	523.5
Queso con bajo peso (unidades)	93	0	37	17
Queso con alto peso (unidades)	154	247	200	186
Queso de 480g (unidades)	71	40	86	103

DESPUÉS

Tabla 29..

Estudio del pH durante el proceso de elaboración de queso, después de la implementación de mejora.

MEDIDAS DEL pH DEL PROCESO MEJORADO				
Litros por parada: 1100				
pH de la leche	6.77	6.75	6.71	6.71
pH del suero	6.66	6.63	6.64	6.61
Tamaño del lote (unidades)	326	323	324	332
Peso medio del lote (gramos)	485	490	476	480
Queso con bajo peso (unidades)	10	12	7	0
Queso con alto peso (unidades)	8	5	0	11
Devoluciones	20	15	7	0

Una vez implementado el control de las variables de pH, temperatura y tiempo de cuajada, se puede observar como existe un mejor rendimiento en el lote de producción, así como menor cantidad de unidades con variables de alto y bajo peso. También se muestra como el valor del peso medio se va estandarizando a la media necesaria.

Con el fin de asegurar que el personal cumpla las nuevas implementaciones de mejora, se realizará capacitaciones que muestren la importancia de las medidas de control para el proceso de elaboración. También se seleccionará dentro del área la persona encargada de realizar correctamente los análisis de medición, para lograr documentar dicha información y a su vez disciplinar a todo el personal de la empresa a mantener este control de mejora en el proceso.

Como ya se mencionó anteriormente la empresa ha invertido en cámaras de grabación dentro del área de producción, esto ayudará a que la gerencia pueda verificar que el personal este cumpliendo con los controles respectivos.

En la figura 55 se puede observar que se realizó una modificación al documento de producción del área quesera. Donde se añadió parámetros de control de temperaturas, pH y tiempo de corte, por este motivo se realizó una capacitación al personal para el conocimiento de cuando realizar estas medidas y la importancia de tiene para el producto final estos controles dentro del proceso.



Figura 79. Proceso de moldeo queso Fresco San Luis 480g

4.1.2. Control del tiempo de operación de los procesos

Actualmente, los trabajadores no cuentan con un reloj dentro del área de producción por este motivo el personal no realiza el control de los tiempos dentro del proceso.

Se requirió de manera urgente a la empresa adquirir un reloj digital para poder controlar el tiempo de operación de cada proceso. Al ser crítico el tiempo de corte de la cuajada, de moldeo, de prensado y de salado es de mucha importancia facilitar al personal una visibilidad clara del instrumento, con esto lograr tener un cálculo del tiempo de una manera efectiva. Los operarios deberán registrar en el pizarrón de control el tiempo de cuajada, el tiempo del proceso de moldeo, el tiempo de prensado y el tiempo de salado. De esta manera, el jefe de producción tiene la capacidad de calcular el tiempo total del proceso. En la actualidad no existe ningún registro del tiempo de operación, por medio de esta implementación de mejora, el tiempo de operación de cada proceso está siendo registrada y verificada.

La empresa no cuenta con una estandarización de tiempos, por este motivo existen problemas en la producción, ya que cada operario realiza en tiempos diferentes cada proceso. El control de tiempo es una actividad nueva para el personal, por ende, se ha comenzado a realizar capacitaciones para mejorar la eficiencia y productividad. Es de gran importancia que el personal adopte esta disciplina en el proceso de elaboración, ya que son variables críticas para el producto final.



Figura 80. Reloj en la pared

4.1.3. 5s

Con esta herramienta que se implementó dentro del área de producción de queso se observan grandes cambios de mejor: primero se estableció un sector específico donde se debe colocar los materiales de corte y medidores de temperatura, luego una mesa donde se debe colocar los insumos como calcio, cuajo, también tinas de acero inoxidable donde se colocan las tablas, moldes y tacos, las telas se deben colocar con sosa en una sola tina, por último, se creó una hoja de registro de limpieza para el área y se seleccionó una persona encargada de llenar y revisar la limpieza del área.

ÁREA: Producción de quesos							
FECHA:							
INSTALACIÓN/ EQUIPO	FRECUENCIA	DETERGENTE/ DESINFECTANTE	DOSIS	FORMA DE APLICACIÓN	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	RESPONSABLE	OBSERVACIÓN
Pisos Producción	Diario						
Mesas (Cuajada Moldes)	Diario						
Prensa	Diario						
Basureros	Diario						
Utensilios (moldes, delantales, jabas, canecas, baldes, cuchillos, mangueras etc.)	Luego de uso						
Tinas Queseras	Luego de uso						
Salmueras	Luego de uso						
Cortinas	Luego de uso						
Silo	Luego de uso						

Paredes y Ventanas	Semanal						
Tanques de Suero	Semanal						
Hiladora	Diaria						

Figura 81. Hoja de registro de limpieza área quesera.

4.1.4. Falta de liderazgo dentro del área.

Por motivos internos de la empresa el jefe de producción fue despedido, lo que ocasionó un desorden de liderazgo en las diferentes áreas de la organización. Por este motivo la gerencia tomo una decisión apresurada de transformar a un operario del área como supervisor de trabajo, eso ha generado una división entre los compañeros de trabajo.

El personal no tiene la costumbre de obedecer a un supervisor, ya que en la empresa nunca ha existido este cargo durante sus 45 años. Para eliminar este problema se realizó actividades donde los trabajadores compartan sus habilidades y conocimientos para generar en conjunto ideas de mejora para el proceso de producción. Se incluyó la presencia en estas reuniones de la gerencia, para que el personal sienta el apoyo por parte de ellos.

El error que existe actualmente con el responsable de la producción, es que no se ha establecido las actividades y responsabilidades que él tiene. Por eso se realizó una reunión con todo el personal de la empresa y se delegó tareas que deben realizar en su jornada de trabajo, teniendo en cuenta la medición de tiempos de trabajo de cada uno de ellos, la motivación, los pagos a tiempo de mensuales y horas extras.

De esta manera, el ambiente de trabajo ha empezado a mejorar con el compromiso y el apoyo de la alta dirección. Con la motivación al personal ha resultado grandes mejoras en las operaciones y una comunicación más efectiva en la organización.

Ahora la alta dirección siente que el encargado de supervisión del personal es un soporte y guía para los demás trabajadores. A esto se suma un plan de capacitación que se realiza semanalmente con el personal para mayor conocimiento de los procesos y como ellos pueden mejorar la productividad.

4.1.5. Desinterés del personal.

Anteriormente el personal se encontraba desinteresado por la empresa, eso se debe a la falta de un jefe de producción y al control que no se realizaba sobre el trabajo de ellos. También existía pagos salariales atrasados de 2 meses, por ese motivo existía falta de compromiso y no se lamentan de las pérdidas que tiene la empresa.

Los trabajadores no sienten el apoyo de la alta gerencia, al no cumplir con los pagos a tiempo y no tener una respuesta breve a los requerimientos que ellos solicitan. Por ejemplo, la compra de mandiles, botas y uniformes se han demorado aproximadamente 6 meses. Por esto se ha implementado un plan de sugerencia que se lleva a cabo todos los días lunes a las 8 a.m. Los trabajadores podrán exponer los problemas o recomendaciones durante la reunión, los jefes de cada área proceden a anotar en un pizarrón las ideas, buscando soluciones a todo lo planteado durante la reunión. Con esto los jefes de cada área soliciten a la alta dirección los recursos necesarios para la solución del problema.

Por último, se ha implementado varias actividades para mejorar el ambiente de trabajo y el compromiso de los operarios:

- Incentivo económico al mejor trabajador del mes
- Celebraciones de cumpleaños
- Pagos mensuales a tiempo
- Pago de horas extras
- Mejor alimentación (desayuno, almuerzo y merienda)
- Canastillas

Cabe recalcar que pese a las circunstancias que atraviesa el mundo con el COVID-19 la empresa San Luis no ha realizado ni cortes de personal, ni tampoco modificaciones en sus salarios. Lo que fomenta a tener mayor compromiso con la empresa por parte de ellos.

4.1.6. Planes de capacitación al personal

Actualmente la empresa San Luis no capacita a su personal por esto, se generó un plan de capacitación a corto y largo plazo. Con el objetivo de mantener al personal informado de los métodos o herramientas que se van a implementar en el proceso de producción para desarrollar un trabajo de calidad.

Beneficios para la empresa de implementar capacitaciones para el personal:

- Ayudar a la formación de líderes para las diferentes áreas de producción.
- Aumentar el nivel de satisfacción de los trabajadores con el puesto.
- Equipos más eficientes
- Aumento de la productividad
- Realizar retroalimentación al trabajo del personal y premiar su desempeño
- Aumentar el compromiso de los trabajadores hacia sus tareas designadas
- Disminución de errores

Las reuniones se realizarán una vez por semana los días lunes a las 8.00 a.m. y tendrán un máximo de duración de 30 minutos. Donde se tratará temas de mejora continua tanto para los procesos de la fábrica y la calidad del producto, como también para potenciar el conocimiento y habilidades de los trabajadores.

La empresa San Luis contratará por mes a una persona externa para poder tratar temas puntuales. Así mejorar continuamente el proceso de producción de los diferentes productos que elabora la empresa. Se capacitará a todo el personal tanto líderes, gerentes y operarios de los nuevos procesos o cambios que se efectuará para generar un producto de calidad.

Sugerencias de los posibles temas a tratar en la capacitación:

- La toma de datos durante el proceso: instruir al personal de la importancia de realizar las medidas de temperatura y tiempo durante el proceso de elaboración de queso.

- Implementar el conocimiento al personal sobre la importancia de contar con una trazabilidad en el producto.
- Calidad: herramientas de mejora continua, 5S, diagrama Ishikawa, solución del problema
- Trabajo en equipo: equipos de trabajo, coaching, diagrama de causa raíz y solución de problemas.
- Análisis económico
- Oportunidades de mejora dentro de los procesos.
- El trato personal hacia las demás personas.

Lo que se desea con la implementación de las capacitaciones es generar un mejor ambiente de trabajo, mejorar la comunicación entre las áreas, disminuir desperdicios, mayor compromiso del personal y brindar mayor conocimiento técnico a los trabajadores. Con esto, se desea que el personal comience a trabajar como un solo equipo y sea autosuficiente para resolver problemas.



Figura 82. Charlas y capacitaciones al personal los días lunes 8 a.m.

4.1.7. Estudio del proceso actual

Una vez implementadas las medidas de mejora durante el proceso de elaboración, el rendimiento del lote como del producto final ha tenido un mejor comportamiento.

El proceso antiguo tenía grandes problemas con la variación de los pesos en el queso y el rendimiento del lote estaba por debajo de 20 quesos aproximado por parada, se recibía devoluciones todos los días de la semana. La alta dirección no comprendía las razones puntuales que generaban dichos problemas.

Como se pudo observar a cada causa encontrada se propuso una solución, con el fin de eliminar el problema existente en la producción de Queso Fresco San Luis. Se realizó una nueva toma de datos, con los resultados obtenidos se puede reconocer que existe una mejora en el proceso. Una vez que se implementó la toma de medidas por parte de los trabajadores se ha observado que existe un mayor control en los procesos críticos de la producción. El principal cambio que muestra esta mejora es el rendimiento del lote de producción, pues se acerca al rendimiento ideal de 330 por 1100 litros por parada.

Tabla 30 .

Datos de los pesos actuales de queso fresco del producto terminado

Fecha: 22/06/20	Lote: 1	Fecha: 23/06/20	Lote: 2	Fecha: 24/06/20	Lote: 3	Fecha: 25/06/20	Lote: 4
Orden	Peso	Orden	Peso	Orden	Peso	Orden	Peso
1	485	1	487	1	475	1	497
2	488	2	487	2	480	2	490
3	480	3	489	3	501	3	506
4	476	4	484	4	485	4	509
5	477	5	489	5	480	5	489
6	477	6	481	6	481	6	496
7	486	7	481	7	480	7	480
8	481	8	481	8	479	8	492
9	486	9	490	9	477	9	473
10	490	10	472	10	475	10	475
11	498	11	471	11	483	11	497
12	495	12	471	12	501	12	484
13	480	13	500	13	476	13	486
14	483	14	512	14	479	14	494
15	483	15	480	15	480	15	489
16	473	16	485	16	482	16	491
17	474	17	480	17	518	17	485
18	482	18	483	18	507	18	480
19	486	19	486	19	481	19	491
20	482	20	473	20	484	20	490

Fecha: 26/06/20	Lote: 5	Fecha: 27/06/20	Lote: 6	Fecha: 29/06/20	Lote: 7	Fecha: 30/06/20	Lote: 8
Orden	Peso	Orden	Peso	Orden	Peso	Orden	Peso
1	480	1	472	1	480	1	480
2	480	2	471	2	482	2	485
3	481	3	476	3	487	3	492
4	491	4	482	4	476	4	483
5	497	5	483	5	475	5	489
6	491	6	495	6	477	6	496
7	473	7	486	7	486	7	485
8	505	8	483	8	482	8	480
9	486	9	480	9	480	9	497
10	485	10	480	10	478	10	475
11	490	11	485	11	476	11	484
12	482	12	481	12	485	12	484
13	514	13	500	13	486	13	486
14	485	14	486	14	480	14	494
15	476	15	483	15	481	15	489
16	474	16	485	16	486	16	491
17	471	17	481	17	482	17	491
18	478	18	476	18	483	18	483
19	493	19	481	19	481	19	490
20	483	20	486	20	484	20	480

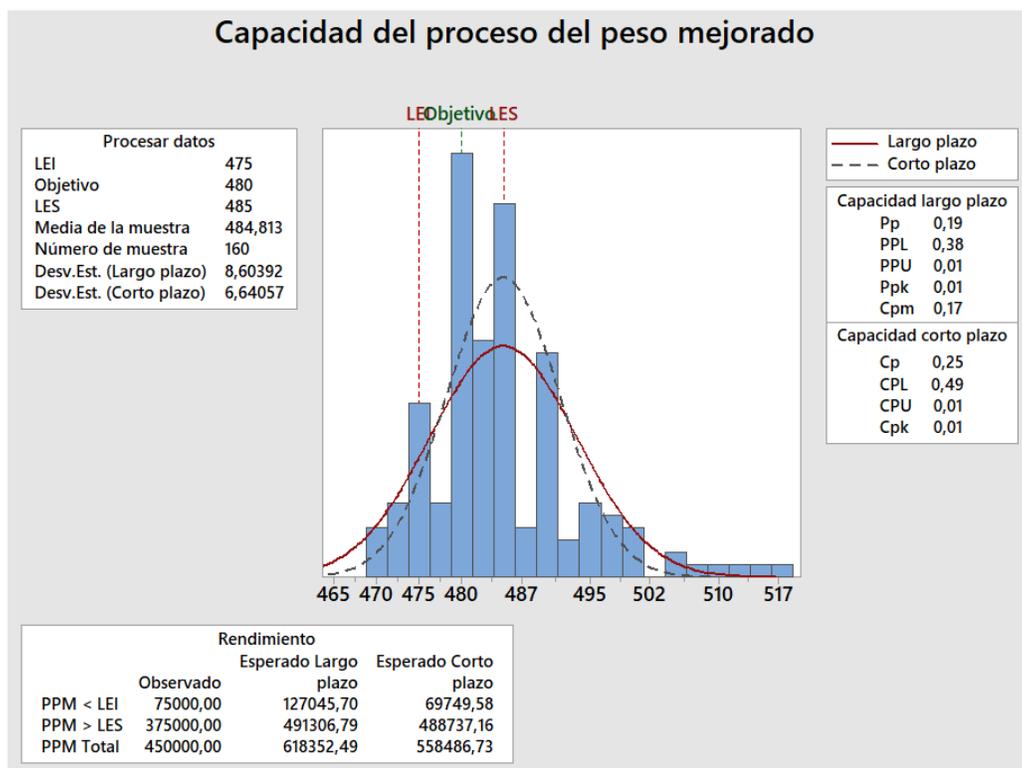


Figura 83. Análisis de la capacidad del proceso mejorado en el queso Fresco San Luis.

Al realizar las medidas de control del pH, tiempos y temperaturas ha ayudado al proceso de elaboración a tener una mejoría notoria, incluyendo su capacidad. Al inicio de la implementación de mejora teníamos una C_p de 0.13, ahora como se puede observar en la gráfica del proceso mejora el C_p es de 0.25. Las curvas están acercándose más eso significa que son estrechamente alineadas. También se observa que el límite objetivo está cerca de la curva y que la mayoría de los pesos del queso están dentro de los límites superior e inferior.

En el proceso anterior teníamos un C_{pk} negativo de -0.87, con las mejoras establecidas dentro del proceso

En la gráfica también se puede evaluar que el proceso anterior tenía errores por millón de unidades producidas de 975 000 y en el proceso mejorado se bajó a 593 750, disminuyendo un total de 381 250 errores por millón de unidades producidas.

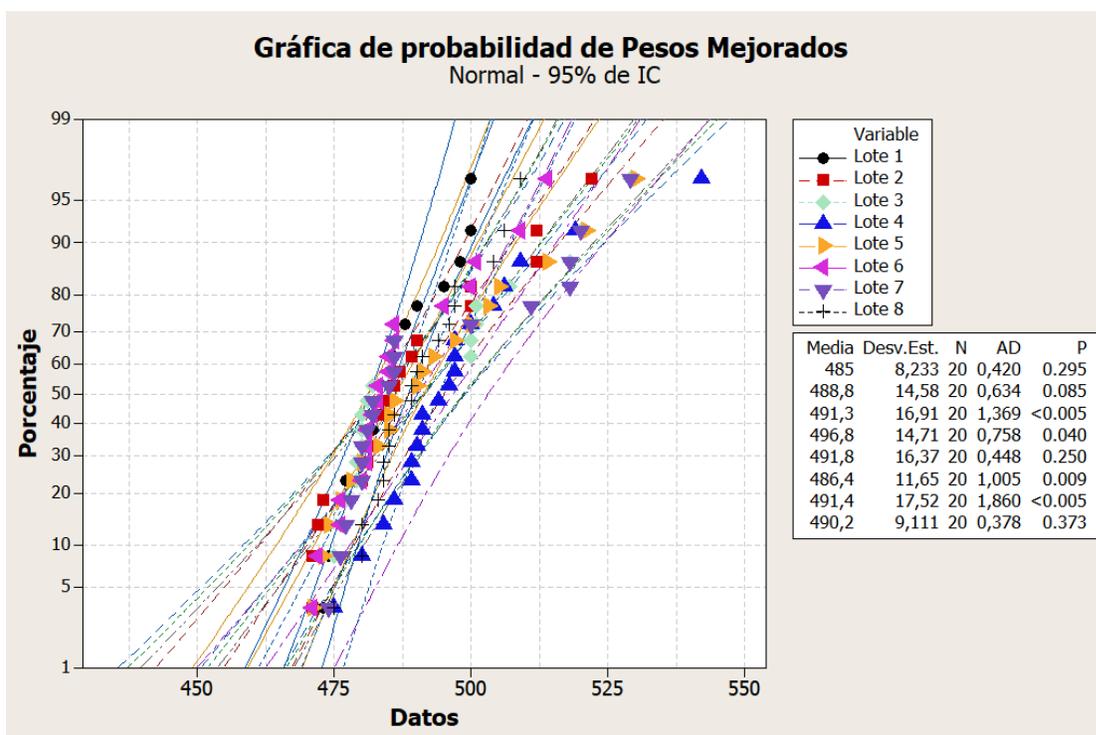


Figura 84. Gráfica del análisis de probabilidad de pesos mejorados

Como se puede observar en el análisis de la probabilidad, existe una mejora en los lotes de producción ya que actualmente con las mejoras implementadas los lotes siguen una distribución normal, lo que asegura que el peso del queso tenga bajos niveles de desviación con sus límites.

Al implementar las mejoras dentro del proceso de producción de queso fresco San Luis, la alta gerencia se dio cuenta que las mejoras sugeridas han dado como resultado cambios positivos tanto en el producto como en el personal. Aunque parezcan pequeñas mejoras, ha ocasionado una disminución en las devoluciones y se generó un producto final de más alta calidad.

4.2. Controlar

La última fase de la metodología DMAIC es controlar, en esta fase se desarrollará sistemas de control para el seguimiento de las correcciones de mejora previamente propuestas dentro del proceso de elaboración de queso fresco San Luis 480g, así poder mantener a lo largo del tiempo la mejora después de ser ejecutada.

Con los planes de control nos encaminaremos a la estandarización de cada uno de los procesos, con el fin de mejorar la productividad de la manera más efectiva posible. La empresa entregará hojas de trabajo a sus trabajadores como guía, con el fin de evitar errores en los procesos de producción.

4.2.1. Programa de capacitación al personal

El primer paso para un cambio a largo plazo es realizar capacitaciones al personal, por este motivo se realizarán capacitaciones. Con esto se busca educar y culturizar a los trabajadores con la importancia que tiene una mejora de este tipo dentro de los procesos.

En las capacitaciones se va a explicar la importancia de los controles que se implementarán a lo largo del tiempo en la empresa, también se realizará evaluaciones o preguntas que el personal debe contestar al final de la actividad, con el fin de conocer si el personal adquirió los conocimientos impartidos. Estas capacitaciones tendrán una duración de aproximadamente 30 minutos los días

lunes a partir de las 8 a.m., será obligatorio la asistencia de todo el personal de la empresa tanto de gerentes, jefes de producción y operarios.

Durante la capacitación se dará pequeños incentivos al personal, si demuestra que adquirió todos los conocimientos que se dieron durante la charla. Dicho premio será algún producto elaborado por la empresa para que no genere un gasto excesivo, con esto se motivará al personal a poner empeño en aprender nuevas cosas.

	"SAN LUIS"		Edición: 1		Página	
	ACTA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL		Código: ARET		Fecha: Marzo-2020	
	Aprobado por:		Cargo:			
	Elena Vásquez		Gerente General			

Fecha:	
Nº Cap.:	
Área:	Técnica <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Financiera: <input type="checkbox"/> Administrativa: <input type="checkbox"/> Calidad: <input type="checkbox"/>

Asistentes:	

Temas Tratados:	

Evaluación del personal	
1. Preguntas sobre el tema	
2. Dinámicas sobre temas tratados ejemplo: 5S, Flujogramas, Kaizen, trabajo en equipo, importancia de las mediciones.	
3. Incentivos	

TAREAS ASIGNADAS	RESPONSABLES	FECHA DE CUMPLIMIENTO

Resoluciones Tomadas:	
4.	
5.	
6.	

Observaciones:	

Firmas:	

Aprobaciones											
Elaborado: SC			Revisado: CH			Aprobado: EV			Vigencia a partir de		
Día:01	Mes:03	Año:20	Día: 01	Mes:03	Año:20	Día:01	Mes:03	Año:20	Día:01	Mes:03	Año:20
OBSERVACIÓN: EL MANUAL ESTÁ SUJETO A MODIFICACIONES PREVIO A AUTORIZACIÓN DE GERENCIA											

Figura 85. Formato para documentar una capacitación al personal

Es muy importante seguir un control en los empleados, que implementen dentro del proceso los conocimientos adquiridos. Es decir, controlar que realicen un llenado eficiente de las hojas de producción de las diferentes áreas, también observar como

realiza el personal las medidas correspondientes del tiempo, temperaturas, pH después de a ver realizado las capacitaciones respectivas.

 CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN ANUAL AL PERSONAL OPERATIVO DE LA EMPRESA "SAN LUIS"											
ORD	TEMAS A CAPACITAR	1er. TRIMESTRE	2do TRIMESTRES	3er. TRIMESTRE	4to. TRIMESTRE	# PERSONAS CAPACITADAS	HORAS DE CAPACITACIÓN	COORDINADOR DE CAPACITACIÓN	INSTRUCTOR DE CAPACITACIÓN	FECHAS	MÉTODO
1	Liderazgo	X				13	1 hora	Jefe de producción	Ing. Sarita Cataña	21/01/2020	Presencial
2	Importancia del manejo de equipos de medición	X				13	2 horas	Jefe de producción	Empresa externa	17/03/2020	Video conferencia
3	Beneficios de contar con Sistemas de Gestión		X			13	2:30 horas	Jefe de calidad	Empresa externa	20/05/2020	Video conferencia
4	BPM		X			13	3 horas	Jefe de producción	Ing. Sarita Cataña y Ing. Patricia Sandoval	11/06/2020	Presencial
5	Gestión del cambio			X		13	1 hora	Jefe de producción	Ing. Sarita Cataña	30/08/2020	Presencial
6	Atención al cliente			X		13	1 hora	Gerente general	Empresa externa	15/09/2020	Video conferencia
7	Auditoria y normas de control				X	13	1:30 horas	Jefe de calidad	Empresa externa	20/10/2020	Video conferencia
8	Mejoramiento del clima laboral				X	13	30 min	Jefe de producción, jefe de calidad y gerente general	Empresa externa	05/11/2020	Video conferencia

Figura 86. Cronograma anual de capacitaciones que se realizarán al personal de la empresa San Luis.

4.2.2. Programa de control de la producción

Una vez puesto en marcha las medidas correctivas que se tomarán en las variables críticas de proceso de producción. Estas medidas serán controladas por parte del jefe de producción, es decir, él es encargado de revisar el tablero de control de la

producción (pizarrón) y el llenado eficaz de las hojas de producción donde deberá afirmar que tenga los valores de pH, temperaturas, tiempo. Con esta documentación la alta gerencia de la empresa podrá supervisar si el trabajo que está realizando el personal es correcto o si no se está cumpliendo con lo acordado.

También se acordado con el jefe de producción y calidad que se genere una matriz clave para evaluar el rendimiento de la producción por parada. Es decir, se creó una matriz de indicadores en Excel donde se pintará la celda de color verde si cumple con el rendimiento y de color rojo si está por debajo del rendimiento. Así los jefes de las áreas podrán rendir a la alta gerencia el trabajo realizado por los operarios durante el día, garantizando así un monitoreo del proceso mejorado.

4.2.3. Incentivo al personal

La motivación laboral debe ser un factor que se implemente día a día con los trabajadores. La felicidad o desempeño de los trabajadores es el aspecto estratégico imprescindible para la empresa San Luis. Por eso la empresa a otorgado bonos salariales a la persona que demuestre interés en mejorar su trabajo, también la alta dirección ayuda al personal dando prestamos hasta de 200 \$ para cualquier emergencia, implementó facilidad al personal para movilizarse al trabajo en esta pandemia que atraviesa el mundo. Por ejemplo, la empresa San Luis cuenta con trabajadores que vive lejos del lugar de trabajo, por eso la gerencia tomó la decisión de ayudar a que pudieran adquirir su propio transporte como una moto.

Otro método que se implemento fue la autonomía de tomar decisiones al momento que se genere algún problema, el personal tiene la autoridad de solucionar los problemas. Por último, se implementó durante el día un tiempo abierto done el personal puede ir al área administrativa a ofrecer sugerencias sobre: como se lleva el trabajo, mejoras en el proceso, en lo que están de acuerdo o quiere cambiar. Esto ayudó a la empresa a conocer un poco más lo que el personal necesita, y así mejor el desempeño de cada uno de ellos en sus respectivos puestos de trabajo.

4.2.4. Sistema ANDON

La herramienta implementada ayuda a controlar los errores de un proceso que requieren una corrección de inmediato. El sistema alerta al personal con avisos para controlar las operaciones, en este caso la empresa lo implemento dentro del proceso de prensado y salado del producto, es decir la alerta se activa cuando el operario debe retirar el queso de la presa o de la salmuera.

Hay que conocer el procedimiento correcto para que la implementación del sistema funcione de la mejor manera y obteniendo un trabajo eficaz. El objetivo de este proyecto es diseñar una hoja de partes (JES), mediante estas hojas se conocerá las personas que se necesitan dentro de un proceso, cuáles son los procedimientos que el personal debe tomar ante cualquier circunstancia dentro del proceso de elaboración.

Esta hoja también ayuda a la empresa a enseñar el procedimiento correcto a personas nuevas que puedan ingresar a la empresa o al personal rotativo.

4.2.4.1. Estandarización del proceso mejorado

Para llevar un control adecuado del proceso mejorado, es necesario diseñar una hoja (JES), el objetivo de esta hoja es explicar cómo se debe realizar el proceso con sus respectivos cambios de mejora, y como el personal debe actuar ante cualquier error.

También sirve como hoja de procedimiento teórico para el personal nuevo, logrando así que el personal ponga en práctica conocimientos correctos y así evitar errores al momento de elaborar el producto.

Tabla 31.

Análisis del proceso actual en hojas de trabajo JES

Job Element Sheet					
ELEMENTOS		SÍMBOLOS			Proceso: Elaboración de queso fresco
		 Seguro para la operación	 Control de calidad	 Procesos críticos	
No	SymI	Paso principal	-Punto clave	Indicadores de seguridad	
1		Descargar la materia prima al tanque de recepción	<p>El operario debe conectar las mangueras adecuadamente para que pueda transportar la leche del tanquero al tanque de recepción</p> <p>-El tanque de recepción debe tener una limpieza profunda para que no haya contaminación con la materia prima.</p>	Usar: Botas industriales, overol, cofia, mandil, guantes	

2		Realizar análisis de acidez, pH, agua, grasa y antibióticos	<ul style="list-style-type: none"> - El operario debe coger una muestra de la leche ingresada a la empresa. - Debe realizar los análisis respectivos para asegurar productos de calidad 	Usar: Guantes, mascarilla, limpiadores, equipos desinfectados.
3		Pasteurización	<ul style="list-style-type: none"> - Debe realizarse una pasteurización lenta de 45min a temperatura de 65°C 	Usar: termómetros, cofia, mascarilla, botas
4	 	Elaboración de queso	<ul style="list-style-type: none"> - El operario debe revisar si la temperatura es la correcta - Colocar la cantidad de calcio 245g - Colocar cuajo liquido 90ml en mil litros - Tiempo de corte 25min - Granos de cuaja de 2 a 3 cm estándares - Dejar reposar la cuajada durante 10min para que baje los granos y suba el suero - Se debe realizar el análisis de pH del suero. 	Usar: Cofia, botas, guantes, mascarillas, reloj, termómetros, lira, mandil

			<ul style="list-style-type: none"> - Realizar el primer desuerado - Agitar cuidadosamente la cuajada durante 5min - Realizar el desuerado total. 	
5		Moldeo	<ul style="list-style-type: none"> - El queso debe ser colocado lo más rápido posible en los moldes establecidos para no perder la humedad y no disminuya el rendimiento. - Voltear el queso y colocar telas - Una vez colocada las telas se debe coger tablas y colocar 10 unidades en cada una. 	Usar: delantal, cofias, botas, delantal.
6		Prensado	<ul style="list-style-type: none"> - El operario debe colocar en la prensa - Se debe colocar tapas que tienes la función de compactar la presión de la prensa con el queso - Se debe tomar el tiempo correcto de prensado 30min 	Usar: Mascarilla, guantes, botas, delantal

			<ul style="list-style-type: none"> - Una vez terminado el prensado se debe sacar el queso de las telas y los moldes 	
7	 	Salmuera	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando el queso ya tomo su forma compacta debe ser transportado a la salmuera - El operario debe medir los grados Baumé 22 a 24 - Dejar el queso durante 40min tomar el tiempo 	Usar: Mascarilla, guantes, botas, delantal
8	 	Refrigeración	<ul style="list-style-type: none"> - Sacar los quesos de la salmuera y colocarlos en gavetas - El queso debe dejarse un día en el cuarto frío para que se desuere completamente - Se debe tapar las gavetas con fundas para que no se haga amarillo el queso - Colocar el lote de producción - Llenar hoja de registro 	Usar: cofia, mascarilla, botar, guantes, mandil, uniforme

9	 	Empacado	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar pruebas con las fundas - Verificar que no se pierda el vacío en las fundas - Coger una muestra le lote, para ter una muestra testigo del lote 	Usar: Cofia interna y externa, mascarilla, botar, guantes, mandil, uniforme
---	--	----------	--	---

4.2.5. Etapa de control

Tabla 32

Fases de control.

MEJORAS	CONTROL
1. Sistema ANDON	Hojas JES de trabajo
2. Estandarización del proceso mejorado	Estandarización del proceso mejorado - hojas JES de trabajo
3. Capacitación al personal	Formato para documentar las capacitaciones.
4. Programa del control de la producción	Hoja de control de producción del área quesera / Pizarrón de control
5. Incentivo al personal	Observando el desempeño en el trabajo.

Como se pudo observar en el capítulo III en el desarrollo de la metodología DMAIC en la empresa de lácteos “San Luis” existe varios problemas en la elaboración de queso fresco de 480g, por lo cual se ha tomado distintas decisiones con el fin de disminuir estos errores, generando un plan de mejora.

4.2.6. Plan de control de mejora

El plan de mejora tiene como objetivos:

- Estandarizar el proceso de elaboración queso fresco.
- Implementar controles de mediciones en los procesos críticos.
- Realizar un seguimiento de los rendimientos tanto del producto como del personal.
- Analizar oportunidades de mejora.

4.2.6.1. Propuesta de mejora para el control de la producción:

La empresa no cuenta con un control estricto en la producción ya que los operarios no realizan las mediciones adecuadas al momento del proceso de elaboración del queso fresco, lo cual genera problemas con el producto final. Los operarios cuentan con los indicadores de cumplimiento del proceso de producción, pero no los cumplen y así desconocen las causas principales del problema. Para evitar este problema se genera un plan de control.

En el proceso de medición de acidez de la leche es de gran importancia ya que influye en el rendimiento y el producto final, tanto en la calidad como en los pesos del queso fresco. Al no realizar la medición adecuada del pH de la leche al momento de su recepción genera un bajo rendimiento en el lote de producción, los tiempos en cada uno de los procesos es de suma importancia ya que si no se cumple con el periodo ya establecido para cada proceso esto afecta gravemente al producto.

El pH y la temperatura son parámetros muy importantes para la elaboración de queso fresco, el pH de la leche debe estar en un valor de 6.7 ya que al no medir este parámetro no se realizará una inoculación del cuajo adecuado y generará una variación en los rendimientos de los lotes de producción y una inconsistencia en la cuajada. En cuanto a la temperatura en la producción se realiza una pasteurización lenta a 70°C por 45 min lo cual es una pasteurización incorrecta ya que se realiza a altas temperaturas en un tiempo incorrecto.

Actualmente se realiza el control de temperaturas y tiempos, pero con poca precisión. El plan de control se enfoca en la medición del tiempo y pH durante el proceso de elaboración de queso fresco. El control en la medición del tiempo empieza desde que la leche ingresa del tanque de recepción a la marmita de pasteurización y este hacia la tina, así se obtenido los datos de tiempos en todo este proceso. El control de medición de pH se lo realizará al momento del ingreso del pasteurizador a la tina, y después de la inoculación del cuajo. Para el proceso de cuajar se realiza una agitación de 5 a 10 minutos y el reposo de 20 a 30 minutos. El proceso de reposo es fundamental el factor tiempo el cual ayudará que la cuajada tenga una consistencia adecuada para la formación del grano y por ende a la formación del queso. El tiempo de la cuajada también debe tener registro y ser ingresado a la base de datos del archivo de producción.

El siguiente proceso por controlar es el corte de la cuajada, en este proceso se realiza los cortes estándares del grano de cuajada que deben medir entre 1.5 a 2 cm. El corte de la cuajada es un factor muy importante, esto influye tanto en los rendimientos de los lotes de producción como en la humedad del queso, la humedad del queso es un factor importante de control de calidad puesto que, al tener mayores niveles de humedad, se obtendrá un queso de mayor peso y viceversa. En la empresa no se cuenta con los instrumentos para la medición de la humedad y el control de humedad no se lo realiza, motivo por el cual se tiene desvíos en los pesos del producto final, ya que, al no tener una humedad estandarizada, ciertos quesos

eliminaran suero de leche y este afectara al peso final. Para el control de estos parámetros se debe implementar en el programa de control de producción el tiempo de duración de las operaciones y el tamaño del grano de la cuajada.

El control de la producción se lo realizarán por cada lote de producción, el responsable encargado de llevar el programa de control de producción serán el jefe de producción y encargado del área quesera y el encargado de comprobar que se están llenando estos parámetros será el jefe de calidad.

Para llevar un mejor proceso de medición se debe tomar en cuenta que los instrumentos de medición deben estar calibrados diariamente y contar con el personal de mantenimiento que puedan colaborar en estos procesos.

Tanto los jefes de producción y jefes de control de calidad deben estar al tanto de la implementación de esta herramienta para que se pueda capacitar al personal y explicar la importancia de las mediciones durante los procesos. Las capacitaciones deben ser semanales y así generar conciencia que cada proceso de producción es fundamental para la calidad del producto final.

Los jefes de producción calidad de la empresa deben estar al tanto de los controles establecidos por medio del programa de control de producción, así se generar medidas correctivas y preventivas para la mejora.

Tabla 33.

Formato para el Control de la Producción.

 CONTROL DE LA PRODUCCION					
Tipo de Producto	Lote	Fecha de producción	Cantidad del lote	Responsable de la parada	Observaciones

Tabla 34.

Parámetros de elaboración para Control de producción

 CONTROL DE PRODUCCIÓN		
Proceso	Hora de inicio	Tiempo del Proceso
Pasteurizar la leche		
Análisis del Ph		
Cuajar la leche		
Corte de cuajada		
Agitar la mezcla		
Dejar reposar la cuajada		
Primer Desuerar la cuajada		
Agitar y dejar reposar la cuajada		

Desuerado total		
Moldear el queso		
Prensar el queso		
Salar el queso		
Refrigerar el queso		

4.2.6.2. Instrumentos de medida para el control de producción.

Para que el control de la producción sea exacto y no presente errores en los lotes de producción es recomendable que los instrumentales de medida sean confiables. La calibración de los instrumentos equipos es clave para no tener desviaciones al momento de realizar las mediciones. En la empresa se cuenta con los medidores de pH, termómetros y tiempo. Actualmente la empresa realiza la compra de acidómetros y termómetros para un mejor control de la producción.

- **Relojes digitales**

La empresa tiene un solo reloj de pared que se encuentra fuera del área de producción de quesos lo que implica que los trabajadores a veces no estén pendientes de los tiempos de duración de los procesos y de esta manera se vea reflejado en el producto final.

Para mitigar este tipo de problemas se ha implementado un reloj digital dentro del área de producción quesera esperando que los tiempos de las operaciones sean más precisos y que así mejore y se vea reflejado en los diferentes lotes de producción. Es importante validar que el reloj digital dentro del área de producción de quesos este correctamente calibrado.

- **Potenciómetro**

En la empresa cuentan con potenciómetro diferentes los cuales no se encuentran calibrado incluso existen unos que esta dañados razón por la cual se utiliza un

acidómetro para la verificación del control de pH. Se ha solicitado un nuevo instrumento para la medición de pH, pero debido a los altos costos solo se trabaja con el potenciómetro que está incluido en el Ecomilk y no se sabe con exactitud si este potenciómetro se encuentre calibrado para el control de pH. Obteniendo un potenciómetro ya calibrado y de mejores características, el control de pH será más preciso y confiables.

5. Capítulo V: Análisis Financiero

En este capítulo se evaluó los costos de inversión y ganancia que tiene el proyecto, también se podrá observar los beneficios de implementación de este plan para la empresa.

Análisis presupuestario para la mejora.

Para el cambio propuesto se examinará los costos que se involucran para el plan de mejora, así la empresa podrá analizar y aprobar si es viable o no.

5.1.1. Determinar las inversiones

En el año 2019 la empresa tuvo ventas más altas a comparación del año 2020 que se ha disminuido notablemente en las ventas del Queso fresco San Luis de 480g, debido a la crisis mundial que se ha visto afectada por la pandemia. Otras de las causas de la disminución de ventas son por la variación de los pesos y por defectos en el producto, motivo por el cual la empresa ha tomado acciones correctivas para disminuir este tipo de problemas. Posteriormente se detallará las inversiones que genero la empresa para disminuir la variación en el peso del queso fresco San Luis 480g.

Tabla 35.

Análisis de la inversión del proceso mejorado.

Inversión				
No	Definición	Cantidad	Costo Unitario	Costo Final
1	Mano de obra Sistema ANDON	1	\$250.00	\$250.00
2	Luces, cables, alarma ANDON	4	\$20.50	\$ 82.00
3	Programación y Tablero de control ANDON	1	\$1200.00	\$1200.00
TOTAL				\$ 1 532,00

Tabla 36.

Evaluación de los gastos del proyecto

Gastos				
No	Definición	Cantidad	Costo Unitario	Costo Final
1	Capacitaciones al personal de la empresa para nuevos conocimientos	4 por mes	\$150.00	\$600.00
2	Mantenimiento a las maquinas	4 por mes	\$20.00	\$80.00
3	Cámaras e instalaciones	10 unidades	\$150.00	\$1500.00
4	Equipos de medición (Potenciómetro, acidómetro, termómetros, reloj)	1 unidad	\$220.00	\$220.00
		1 unidad	\$80.00	\$80.00
		2 unidades	\$25.00	\$50.00
		1 unidad	\$18.50	\$18.50
5	Materiales de control (Pizarrón)	1 unidad	\$22.60	\$22.60
TOTAL				\$ 2 571,10

Una vez realizado el análisis se puede determinar que la empresa necesita un valor de inversión de \$ 1 532.00, y los gastos que se generaran con la mejora da un total de \$ 2 571,10. A continuación, se estudiará los ahorros que la empresa va a tener con los cambios propuestos en este proyecto.

5.1.2. Ahorro para la empresa

Es de mucha importancia conocer cual es el ahorro que logrará la empresa al implementar estas medidas de mejora en el proceso productivo. En la siguiente tabla se detallará de manera clara los resultados que se esperan obtener.

Tabla 37.

Ahorro de las pérdidas de variación de peso en quesos.

Descripción	Antes	Después
% Bajo en peso	4.37%	7.5%
% alto en peso	86.87%	37.5%
Pérdida total	\$483.2	\$214.4
Ahorro por parada	\$60.4	26.8
TOTAL, DE AHORRO POR PARADA		\$33.6

El estudio de ahorro se realizó con los 8 lotes estudiados en el proyecto, el resultado que arrojó es que con la implementación de las medidas de mejora la empresa se ahorra por parada un total de \$ 33.6 es decir, si se elabora 16 paradas de queso fresco durante un mes la empresa se ahorra un valor total \$ 537.6 cada mes. Ese ahorro podría servir a la empresa para desarrollar nuevos diseños de productos para ingresar a mercados nuevos a nivel nacional.

5.1.3. Flujo efectivo del proyecto

Tabla 38.

Flujo de efectivo del proyecto mejorado

		FLUJO EFECTIVO									
MES		1			2			3			
DIAS		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
+	Ahorro en disminución de peso	\$	\$ 336,00	\$ 672,00	\$ 1.008,00	\$ 336,00	\$ 672,00	\$ 1.008,00	\$ 336,00	\$ 672,00	\$ 1.008,00
-	Inversión	\$ 1.532,00	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
-	Capacitación al personal	\$	\$ 150,00	\$ 150,00	\$	\$ 150,00	\$ 150,00	\$	\$ 150,00	\$ 150,00	\$
-	Mantenimiento	\$	\$	\$	\$ 20,00	\$	\$ 20,00	\$ 20,00	\$	\$ 20,00	\$ 20,00
=	Estado flujo efectivo	\$ 1.532,00	\$ 186,00	\$ 522,00	\$ 988,00	\$ 186,00	\$ 502,00	\$ 988,00	\$ 186,00	\$ 502,00	\$ 988,00

Como se puede observar en la tabla de flujo de efectivo la inversión se la realiza desde el primer mes, por ese motivo se debe observar que el ahorro que se implementa con la disminución del peso en los quesos se puede ver a partir del siguiente mes.

5.1.4. Rentabilidad de implementar el proyecto

Para conocer la rentabilidad que tiene la implementación de este proyecto, se necesita tomar en cuenta la tasa mínima de rentabilidad (TMAR), la cual se calcula con la siguiente fórmula.

$$TMAR = \text{Riesgo País} + \text{Inflación} + \text{Tasa Activa}$$

Tabla 39.

Valores TMAR

Términos	Valores
Riesgo País	8.79%
Inflación	1.31%
Tasa Activa	8.38%
TMAR	18.48%

Con los resultados arrojados se elaborará el cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN), con ello se conocerá si el proyecto es rentable o no para la empresa. Este valor se calculará con una proyección a 3 meses.

Tabla 40.

Cálculo TIR y VAN

Flujo de ingresos		flujo de egresos		Flujo efectivo neto	
MES	Valor	MES	Valor	MES	Valor
Enero	\$ 9.600,00	Enero	\$ 1.730,00	Enero	\$ 7.870,00
Febrero	\$ 8.000,00	Febrero	\$ 1.680,00	Febrero	\$ 6.320,00
Marzo	\$ 16.000,00	Marzo	\$ 3.380,00	Marzo	\$ 12.620,00

VAN	\$ 20.327,28
TIR	48,80%

Una vez realizado los cálculos respectivos podemos observar que el TIR es mayor a TMAR eso significa que el proyecto es aceptable, entre más alto sea el TIR significa que el proyecto implementado es rentable para su funcionamiento.

5.1.5. Análisis costo- beneficio

Este análisis nos servirá para comprender si el proyecto que se desea implementar para la empresa va a tener un resultado positivo o negativo. A continuación, se mostrará los resultados arrojados.

Tabla 41.

Análisis costo beneficio

Flujo de ingresos		flujo de egresos		Flujo efectivo neto	
MES	Valor	MES	Valor	MES	Valor
Enero	\$ 9.600,00	Enero	\$ 1.730,00	Enero	\$ 7.870,00
Febrero	\$ 8.000,00	Febrero	\$ 1.680,00	Febrero	\$ 6.320,00
Marzo	\$ 16.000,00	Marzo	\$ 3.380,00	Marzo	\$ 12.620,00

Suma ingreso	\$27.359,88
Suma egresos	\$5.500,60
Costo inversión	\$7.032,60
B/C	\$ 3,89

Como podemos observar el resultado es de \$3.89 con este valor se puede interpretar que el proyecto es aconsejablemente viable. Es decir, por cada 1\$ que se invierta la empresa en el proyecto ganara \$3.89.

6. Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

Finalmente, el objetivo del estudio de este trabajo de titulación fue los quesos frescos de 480g que elabora la empresa Industria Lácteos San Luis, luego de realizar el levantamiento de información, se llegó a la conclusión que es el producto que ha generado más problemas a la empresa.

Al implementar la metodología DMAIC dentro de proceso de elaboración de queso fresco San Luis se logró tener grandes beneficios para la organización. En primer lugar, el conocimiento de miembros sobre la importancia de controlar las temperaturas dentro del proceso. En segundo lugar, todas las causas raíz de los problemas existentes se han detectado, dando oportunidades de mejoras claras y controlando paso a paso. Finalmente, en términos económicos la disminución en las devoluciones por parte de los pesos variados en el queso.

En la etapa definir, se logró conocer la situación actual de la empresa y la variabilidad que existe en la elaboración del queso fresco de 480g, de igual forma se analizaron cuáles son los procesos que generan esta variabilidad dentro del proceso de producción. A continuación, se realizó la determinación de las características críticas para el cliente, tomando en cuenta los requerimiento y expectativas que tienen hacia el producto, con esto se llegó a la conclusión de llevar a cabo las siguientes etapas de la metodología.

Una vez definido el problema, se procedió a realizar una serie de mediciones a 20 quesos de 8 lotes diferentes de producción, estas mediciones se realizaron con el

fin de determinar cuáles son las variaciones que genera la variación del peso en el Queso Fresco, concluyendo que este problema es el responsable de una gran cantidad de quejas y devoluciones. Al estudiar diferentes lotes de producción se determinó las causas de variación dentro del proceso que generan el problema: pasteurizar la leche, cortar la cuajada, moldear la cuajada, prensar el queso, salar el queso. Como resultado esta etapa arrojó que el proceso es incapaz de producción productos conformes debido a la mala ejecución que existe dentro del proceso de elaboración.

En la etapa analizar se inició realizando una matriz benchmarking para analizar las características importantes con la competencia, dando a conocer que la empresa competidora para San Luis dentro del sector de lácteos en el cantón Cayambe es Vas'q, luego se llevó a cabo un análisis de modo y efecto de falla que dio como resultado que los problemas críticos de la empresa provienen de los procesos: pasteurización y acidificación de la leche, cuajar la leche, cortar la cuajada, extraer la cuajada, moldear el queso, prensar el queso, salar el queso, no pesar el queso, empaque al vacío, todo esto generan desviación en los procesos ya antes mencionados, y tienen que ver con la falta de capacitación al personal, mala planificación, mal enfoque por procesos, entre otros. Para entender mejor el análisis se realizó gráficas de correlación entre las variables y los resultados finales de cada lote de producción causa de estos problemas. Finalmente se realizó un árbol problema de la situación actual de la mano de un diagrama causa-efecto para conocer puntualmente las causas de los problemas.

Dentro de la etapa de mejora se dan soluciones a aquellos problemas encontrados en la elaboración del queso fresco, para esto se llevará un control de temperatura, tiempos de cuajada y revisión del pH, se realizó la elaboración de un nuevo formato de producción donde el operario debe medir la temperatura dentro del proceso, los

tiempos de corte, agitación, cuajada, prensado y salmuera, el pH, acidez. Se propuso realizar capacitaciones al personal sobre la importancia que tiene la toma de medidas al momento de realizar productos de calidad. Con el fin de que al momento de salir el producto final tenga el peso y la calidad requerida por el cliente. Por último, se realizó nuevamente el análisis de capacidad del proceso después de implementar la mejora. Con los resultados arrojados se concluyó que se alcanzó un nivel de mejoras, disminuyendo la elaboración de productos defectuosos.

Para la etapa final control, se muestra los planes de control que se deben seguir en la producción de queso, la metodología que se debe implementar para motivar al personal en sus puestos de trabajo. También se realizó la estandarización de cada una de las mejoras implementadas, mediante la implementación de las hojas JES. Con esto se propone un cambio sostenible y rentable a largo plazo para la empresa.

En el capítulo de análisis financiero se realizó un análisis costo-beneficio donde se puede observar todos los gastos e inversiones que la empresa tiene al implementar esta metodología, de igual forma el ahorro que tiene la empresa por cada par de producción de queso fresco. Con el resultado se puede concluir que por parada se ahorra un valor de \$33.60, es decir la empresa trabaja 6 días de los cuales 3 días se produce queso fresco San Luis, la empresa tiene un ahorro de \$100.8 semanal con esto se puede apreciar que el proyecto es rentable.

Para finalizar el proyecto propone a la empresa sugerencias de mejoras para el proceso actual que ha generado grandes pérdidas económicas para ella, es recomendable tomar en cuenta las variables críticas explicadas en el diagrama Ishikawa, para disminuir las inconformidades en el producto. Estas propuestas son de bajo costo de inversión, teniendo en cuenta la situación que ha generado para las empresas la pandemia que atraviesa el mundo actualmente.

6.2. Recomendaciones

Una vez realizado el análisis del proceso productivo del queso fresco en la empresa “San Luis” se ha tomado las siguientes recomendaciones.

Al llevar a cabo un proyecto con la metodología DMAIC se debe tomar en cuenta que los cambios realizados no son definitivos, es por este motivo que la empresa debe estar apto a constante cambio para generar un mejoramiento continuo. Se debe evaluar constantemente nuevos desempeños, oportunidades y parámetros de calidad del queso.

Para lograr tener un cambio sostenible en el proceso de producción a lo largo del tiempo, se recomienda que la empresa adopte metodologías de mejora como kaizen o 5s para la parte administrativa y operativa.

Es recomendable mantener al personal de la empresa motivado y al mismo tiempo generar una responsabilidad de realizar sus actividades correctamente. Por eso se sugiere que la empresa realice 1 vez por semana reuniones de 30 minutos “One To One” con el personal. Estas reuniones pueden también ser aprovechadas para capacitar, corregir o incentivar al personal por sus logros semanales, por último, informar los objetivos y metas que tiene la empresa a corto y mediano plazo.

Sabemos que el personal de producción es el pilar fundamental para la empresa es por ello que se sugiere generar conciencia del gran problema que tiene la fábrica actualmente, que es la variación de peso en el queso fresco generando altas perdidas de ventas y clientes en el mercado. Por lo que las decisiones a tomar se deben enfocar en el bienestar del personal, dándoles entrenamiento de aquellas metodologías, herramientas que ayuden a crear un cambio en la empresa, con el fin de que cada proceso se lleve de forma eficaz y eficiente. Se recomienda a la

empresa que tome en cuenta todos los procesos, con el fin de controlar toda el área productiva así tener un amplio conocimiento de las posibles causas que generen pérdidas en los productos que elabora la empresa.

Finalmente mejorar la planificación de producción semanal para evitar pérdidas de tiempo de los operarios, así poder evitar que el trabajador no cumpla con sus actividades delegadas.

REFERENCIAS

- Álvarez, J. M. (2017). *Gestión por procesos y riesgos operacional*. España: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de <https://elibro.net/es/lc/udla/titulos/53618>
- Antevenio. (04 de Mayo de 2017). *Qué es la metodología kaizen*. Recuperado el 22 de Junio de 2020, de Qué es la metodología kaizen: <https://www.antevenio.com/blog/2017/05/que-es-la-metodologia-kaizen/>
- Cajas, C. S. (s.f. de Octubre de 2008). *Automatización del análisis de modos de falla y efecto FMEA en la ingeniería de mantenimiento aplicado para la industria Ecuatoriana*. Recuperado el 22 de Junio de 2020, de Automatización del análisis de modos de falla y efecto FMEA en la ingeniería de mantenimiento aplicado para la industria Ecuatoriana.: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/889/1/CD-1771%282008-11-05-11-33-01%29.pdf>
- Calidad Total. (04 de Septiembre de 2017). *SIPOC: Mapao de procesos de alto nivel*. Recuperado el 10 de Julio de 2020, de SIPOC: Mapao de procesos de alto nivel: <http://ctcalidad.blogspot.com/2017/09/sipoc-mapeo-de-procesos-de-alto-nivel.html>
- Calva, L. (s.f. de s.f. de 2015). *Estandarización y mejora del procesos productivos del area de maquila en la empresa "LOGINET CIA LTDA"*. Recuperado el 07 de Julio de 2020, de Estandarización y mejora del procesos productivos del area de maquila en la empresa "LOGINET CIA LTDA" .: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5152/1/UDLA-EC-TTPSI-2016-03.pdf>
- Castillo, K. (s.f. de Febrero de 2020). *Propuesta de mejora de proceso de ensamble y puesta en marcha de equipos de extracción de pozos petroleros con la aplicación de herramientas de seguridad y salud en el trabajo*. Recuperado el 18 de Junio de 2020, de Propuesta de mejora de proceso de ensamble y puesta en marcha de equipos de extracción de pozos petroleros con la aplicación de herramientas de seguridad y salud en el trabajo: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/11995/1/UDLA-EC-TIPI-2020-03.pdf>
- Coello, A. A. (s.f. de s.f. de s.f.). *La gestión de los procesos*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de La gestión de los procesos: <https://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento10142.pdf>
- DataScope. (29 de Marzo de 2018). *Conoce los diferentes métodos de recopilación de datos*. Recuperado el 19 de Junio de 2020, de Conoce los diferentes métodos de recopilación de datos: <https://mydatascope.com/blog/es/2018/03/29/conoce-los-diferentes-metodos-de-recopilacion-de-datos/>

- Degollado, M. (s.f. de Enero de 2018). *Andon como Sistema de Información para la toma de decisiones*. Recuperado el 5 de Agosto de 2020, de Andon como Sistema de Información para la toma de decisiones:
<http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/revistaaristas/numeros/N12/articulos/116-121.pdf>
- Delgado, L. A. (23 de Mayo de 2009). *La recolección de datos* . Obtenido de La recolección de datos : <http://data-collection-and-reports.blogspot.com/>
- Díaz, C. (s.f de Octubre de 2008). *Automatización del análisis de modos de falla y efectos FMEA*. Obtenido de Automatización del análisis de modos de falla y efectos FMEA.:
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/889/1/CD-1771%282008-11-05-11-33-01%29.pdf>
- Dominguez, E. (22 de Marzo de 2011). *Ejemplo mapa de procesos*. Recuperado el 10 de Julio de 2020, de Ejemplo mapa de procesos: <https://pt.slideshare.net/edialberto/ejemplos-mapa-de-procesos/3>
- Dominguez, G. (05 de Noviembre de 2010). *DMAIC*. Obtenido de DMAIC:
<https://es.slideshare.net/lauraroxana/dmaic-5730447>
- Espinoso, R. (13 de Mayo de 2017). *BENCHMARKING: qué es, tipos, etapas y ejemplos*. Recuperado el 22 de Junio de 2020, de BENCHMARKING: qué es, tipos, etapas y ejemplos:
<https://robertoespinosa.es/2017/05/13/benchmarking-que-es-tipos-ejemplos>
- Fernández, W. (s.f. de s.f. de 2017). *APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA AMEF PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA HC-1 DE YOGURT EN UNA EMPRESA LÁCTEA, 2017*. Recuperado el 20 de Junio de 2020, de APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA AMEF PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA HC-1 DE YOGURT EN UNA EMPRESA LÁCTEA, 2017:
<http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10367/Fern%a1ndez-SW.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández, W. (s.d. de s.f. de 2017). *APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA AMEF PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA HC-1 DE YOGURT EN UNA EMPRESA LÁCTEA*. Obtenido de APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA AMEF PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA HC-1 DE YOGURT EN UNA EMPRESA LÁCTEA.:
<http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10367/Fern%a1ndez-SW.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores, F. (s.f. de s.f. de 2017). *Reducción de la variabilidad dentro del proceso productivo de quesos fresco* . Obtenido de Reducción de la variabilidad dentro del proceso productivo de quesos fresco : <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7597/5/UDLA-EC-TIPI-2017-18.pdf>
- Francesa, U. (06 de Enero de 2017). *La pasteurización lenta y rápida*. Recuperado el 19 de Junio de 2020, de La pasteurización lenta y rápida: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/pasteurizacion-lenta-baja-temperatura-t40131.htm>

- Garza, R. (s.f. de s.f. de 2015). *Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio*. Recuperado el 22 de Junio de 2020, de Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio: <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2337/1912>
- Gómez, B. F. (s.f. de s.f. de s.f.). *Gestión estratégica de la calidad*. Obtenido de Gestión estratégica de la calidad: file:///C:/Users/Paty%20Sandoval/Downloads/Dialnet-GestionEstrategicaDeLaCalidadHerramientas-116409.pdf
- Gonzales, I. D. (28 de Junio de 2017). *AMEF*. Recuperado el 10 de Julio de 2020, de AMEF: <https://es.slideshare.net/DiegoGonzalesDeLaCot/amef-fmea>
- Grotz, S. (Diciembre de 28 de s.f.). *La voz del vliente y Lean Six Sigma*. Recuperado el 18 de Junio de 2020, de La voz del vliente y Lean Six Sigma: <https://creativaconsulting.com.ar/la-voz-del-cliente-y-lean-six-sigma/>
- Hernández, J. (30 de Diciembre de 2019). *Anñalisis de procesos con SIPOC*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de Anñalisis de procesos con SIPOC: <https://agileexperience.es/2019/12/30/analisis-de-procesos-con-sipoc/>
- Kailean consultores . (11 de Enero de 2017). *Las 5S: cuestión de hábitos y disciplina*. Recuperado el 22 de Junio de 2020, de Las 5S: cuestión de hábitos y disciplina: <http://kailean.es/la-metodologia-de-las-5s/>
- La Universidad de Zulia. (s.f. de s.f. de 2003). *Introducción al control de calidad de la leche cruda*. Recuperado el 19 de Junio de 2020, de Introducción al control de calidad de la leche cruda: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/materialdeapoyoparapruebasdeplataforma_1693.pdf
- Logistica jumi's Blog. (07 de Julio de 2010). *Metodología 5S*. Recuperado el 10 de Julio de 2020, de Metodología 5S: <https://unitecupvlogistica2010jmcd.wordpress.com/2010/07/07/5s/>
- Luluaga, S. (s.f. de s.f. de 2010). *GUIA DE ELABORACIÓN DE QUESOS ARTESANALES*. Recuperado el 19 de Junio de 2020, de GUIA DE ELABORACIÓN DE QUESOS ARTESANALES: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/procal/proyectospiloto/2009/2009_La cteos_Tucuman_01_guiaQuesos.pdf
- Macedo, J. A. (23 de Abril de 2017). *Aplicación de la metodología seis sigma, en la mejora del desempeño en el consumo de combustible de un vehículo en las condiciones de uso del mismo*. Recuperado el 18 de Junio de 2020, de Aplicación de la metodología seis sigma, en la mejora del desempeño en el consumo de combustible de un vehículo en las condiciones de uso del mismo: http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014873/014873_00.pdf
- Maciá, P. L. (s.f. de s.f. de 2014). *Gestión por procesos*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de Gestión por procesos: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/36416/1/Tema_5Gestion_por_procesos.pdf

- Mármol, X. (10 de Julio de 2017). *Análisis de pareto: como indentificar los poco vitales de los muchos triviales*. Recuperado el 14 de Agosto de 2020, de Análisis de pareto: como indentificar los poco vitales de los muchos triviales: <https://marmolblum.wordpress.com/2017/07/10/analisis-de-pareto-como-identificar-los-pocos-vitales-de-los-muchos-triviales/>
- Mosquera, J. M. (s.f. de s.f. de 2019). *Mejora del proceso productivo lácteo mediante la aplicación de DMAIC*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de Mejora del proceso productivo lácteo mediante la aplicación de DMAIC: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10874/1/UDLA-EC-TIPI-2019-20.pdf>
- MudoMasters. (8 de Enero de 2013). *Het Andon Proces*. Recuperado el 15 de Agosto de 2020, de Het Andon Proces: <https://www.mudamasters.com/nl/lean-productie/het-andon-proces>
- Ocampo, J. (23 de Julio de 2012). *Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim: <http://laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP147.pdf>
- Pellegero, X. (s.f. de Junio de 2015). *Aplicación de la metodología "DMAIC" en la resolución de problemas de calidad*. Recuperado el 22 de Junio de 2020, de Aplicación de la metodología "DMAIC" en la resolución de problemas de calidad: http://repositori.uvic.cat/bitstream/handle/10854/4096/trealu_a2015_pellegero_xavier_aplicacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Peña, C. (24 de Julio de 2017). *Planificación de Ventas y Operaciones (S&OP)*. Recuperado el 22 de Junio de 2020, de Planificación de Ventas y Operaciones (S&OP): <https://cristinapenaandres.com/planificacion-ventas-operaciones-sop/>
- Perseo. (21 de Agosto de 2019). *Cómo definir un proyecto DMAIC*. Recuperado el 20 de Junio de 2020, de Cómo definir un proyecto DMAIC: <http://www.consultoriaprosos.com/metodologia-dmaic/>
- Ramírez, A. (s.f. de s.f. de 2018). *Gestión de procesos*. Recuperado el 14 de Agosto de 2020, de Gestión de procesos: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/15545/3/AlejandraHerreraRam%C3%ADrez2019.pdf>
- Ríos, R. G. (22 de Diciembre de 2016). *Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio: <https://www.redalyc.org/pdf/2331/233148815002.pdf>
- Roldán, J. M. (s.f. de s.,f. de s.f.). *Brainstorming*. Recuperado el 20 de Junio de 2020, de Brainstorming: <http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Brainstorming.pdf>

- Romonet, J. (s.f. de s.f. de 2013). *Teoría y práctica del modelado de procesos mediante Diagramas de Flujo*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de Teoría y práctica del modelado de procesos mediante Diagramas de Flujo: https://www.jramonet.com/sites/default/files/adjuntos/diagramas_flujo_jrf_v2013.pdf
- Salazar, B. (29 de Octubre de 2019). *Capacidad del proceso*. Recuperado el 19 de Junio de 2020, de Capacidad del proceso: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/capacidad-de-procesos/>
- Sedeño, L. (14 de Junio de 2014). *AMEF*. Recuperado el 10 de Julio de 2020, de AMEF: <https://es.slideshare.net/LuisEduardoSedeoRebollar/amef-35872952>
- SPC Consulting group. (17 de Abril de 2014). *Plan de control*. Recuperado el 22 de Junio de 2020, de Plan de control: <https://spcgroup.com.mx/plan-de-control/>
- Steemit. (s.f. de s.f. de 2018). *SISTEMAS AMORTIGUADORES DE PH*. Recuperado el 10 de Julio de 2020, de SISTEMAS AMORTIGUADORES DE PH: <https://steemit.com/stem-espanol/@harlyntvaq/sistemas-amortiguadores-de-ph-en-la-sangre>
- Unknown. (28 de Abril de 2013). *Lluvia de ideas*. Recuperado el 10 de Julio de 2020, de Lluvia de ideas.: <http://dehateinco.blogspot.com/2013/04/lluvia-de-ideas.html>
- Villoldo, A. G. (27 de Mayo de 2017). *Diagrama de Pareto (80:20): herramienta de control de procesos*. Recuperado el 16 de Junio de 2020, de Diagrama de Pareto (80:20): herramienta de control de procesos: <http://asesordecalidad.blogspot.com/2017/05/diagrama-de-pareto-8020-herramienta-de.html#.Xul2qUZKhPZ>

