

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

FACULTAD DE ESTUDIOS EN AMBIENTES VIRTUALES



MAESTRÍA EN GERENCIA DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

APLICACIÓN DE SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
CAMELOS DE LA EMPRESA SWIKAR EN LA CIUDAD DE CALI.

TRABAJO DE GRADO

MODALIDAD TRABAJO DIRIGIDO

AUTOR

ALEXA TIRADO BALLESTEROS

DIRECTOR

MEng. LUZ MARIBEL GUEVARA ORTEGA

BOGOTÁ, D.C., NOVIEMBRE DE 2018

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

A Dios por guiarme en todo el desarrollo de este trabajo, a mi familia por apoyarme y a todos los que me dieron ánimos para culminar satisfactoriamente esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de este trabajo dirigido, es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que has hecho. Sin embargo, el análisis de todo el proceso te muestra inmediatamente que la dimensión de esa contribución hubiese sido imposible sin la colaboración de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justa y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos a:

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera como magister, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo de felicidad.

Le doy gracias a mis padres por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida, por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo he necesitado.

A mi abuela Aida por su poyo, amor y entrega incondicional en mi vida, pero sobre todo haberme forjado como la persona que soy en la actualidad.

Le agradezco a la señora María Eugenia Trochez, dueña de la empresa SWIKAR por la confianza que deposito en mí y por su apoyo incondicional para trabajar en su empresa, ya que su colaboración y cooperación fueron indispensables para la realización de este trabajo aplicativo.

Les agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mis profesores de la maestría, gracias por haberme compartido sus conocimientos.

RESUMEN

En este trabajo dirigido se desarrolló una investigación que permitió establecer un programa de Seis Sigma en la empresa de caramelos SWIKAR en el cual se determinaron los procesos críticos, sobre los que se establecieron acciones concretas de medición, análisis, mejora y control. Como fundamentos teóricos se utilizó la metodología Seis Sigma y la gestión por procesos para el análisis de producción del caramelo. Adicionalmente se utilizó el concepto de despliegue de la función calidad QFD, diagrama de Ishikawa, análisis de modo efecto y falla o AMEF y el concepto de mecanismos a prueba de falla o Poka Yoke.

Como resultado se estableció una serie de estructuras metodológicas de medición, análisis, mejora y control apoyado en herramientas que permitieron calcular las métricas de Seis Sigma e identificar que las etapas críticas del proceso de producción del caramelo son las etapas de estiramiento y corte del caramelo, y la etapa de empaque. Del análisis de QFD se pudo priorizar sobre los requerimientos del cliente y la gestión de los requerimientos técnicos de los clientes en la producción del caramelo.

De igual manera se estableció el perfil de competitividad de la empresa frente a los competidores. Del análisis de AMEF se pudo priorizar los procesos críticos de producción del caramelo identificando la severidad, ocurrencia y nivel de detección de las potenciales fallas en todos los procesos. Por medio del sistema de Poka Yoke se pudo establecer una estructura de control, que permite abordar y solucionar cualquier no conformidad de forma sistemática en los diferentes procesos de producción del caramelo.

Palabras claves: Seis Sigma, Productividad, Producción, Caramelo, DMAIC.

ABSTRACT

In this led work, an investigation was developed that allowed a Six Sigma Programme to be established in the SWIKAR candies in which critical processes were determined, on which specific measures were established for measurement, analysis, improvement and control. As a theoretical basis, Six Sigma methodology and process management were used for the production analysis of candy. Additionally, the QFD quality function deployment concept, Ishikawa diagram, effect and failure mode analysis or AMEF and the concept of failure-proof mechanisms or Poka Yoke.

As a result, a number of methodological structures were established for measurement, analysis, improved and Control supported in tools that allowed calculating the Six Sigma metrics and identifying that the critical stages of the candy production process are the stages of stretch and cut of the candy, and the packaging stage. QFD analysis could be given priority over customer requirements and the management of technical requirements for customers in candy production.

Similarly, the company's competitiveness profile was established against competitors. From Amef's analysis, critical candy production processes could be prioritized by identifying severity, occurrence and level of detection of potential faults in all processes. Through the Poka Yoke system a control structure could be established, to address and resolve any non-conformity in a systematic manner in the different processes of candy production.

Keywords: Six Sigma, Productivity, Production, Candy, DMAIC.

CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. PRESENTACIÓN, ESTADO DEL ARTE Y CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN	13
CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN	13
1.1 Introducción	13
1.2 Justificación de la Investigación	14
1.3 Planteamiento del problema	15
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo General	16
1.4.2 Objetivos Específicos	16
1.5 Metodología de la investigación	16
1.5.1 Tipo de investigación	16
1.5.2 Método de investigación	17
1.5.3 Población	17
1.5.4 Fuentes primarias	17
1.5.5 Fuentes secundarias	18
1.5.6 Instrumentos de recolección de la información	18
CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE	18
2.1 Metodología del Seis Sigma	18
2.1.1 DMAIC	18
2.1.2 El SIPOC	19
2.2 Métricas del Seis Sigma	21
2.2.1 DPMO	21
2.2.2 Nivel Sigma	22
2.2.3 Rendimiento	24
2.2.4 Despliegue de la función de calidad (QFD)	24
2.2.5 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales (AMEF)	26
2.2.6 Poka Yoke	27
2.3 La confitería	29

2.3.1	Clasificación de los productos de confitería.....	29
2.3.2	Principales materias primas utilizadas en confitería	31
2.3.3	La confitería en Colombia.....	33
2.4	Programa de transformación productiva en la Industria de la Confitería	36
2.5	Proceso de Producción dentro de la cadena de suministro	36
CAPÍTULO 3: CONTEXTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA SWIKAR		37
3.1	Generalidades de la empresa	37
3.2	Mapa de procesos de la empresa	38
3.3	Situación actual del proceso de producción de SWIKAR.....	40
3.3.1	Proceso básico de planeación de la producción diaria.....	40
3.3.2	Proceso de Producción de SWIKAR detallado	41
CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DMAIC		48
4.1	Definición y Diagramación Del Proceso De Producción De Caramelos	49
4.1.1	Descripción del proceso de Producción de Caramelos	50
4.1.2	SIPOC etapa de Cocción y Vacío del Caramelo.....	52
4.1.3	SIPOC etapa de Coloreado del Caramelo	54
4.1.4	SIPOC etapa de Armado de Figura del Caramelo	56
4.1.5	SIPOC etapa de Estiramiento y Corte del Caramelo.....	58
4.1.6	SIPOC etapa de Empaque del Producto terminado	60
4.1.7	Descripción de la problemática.....	62
4.1.8	Análisis y condiciones sobre el desperdicio del caramelo	64
4.2	Medición del Proceso de Producción de Caramelos mediante Métricas de Seis Sigma	65
4.2.1	Registro histórico de desperdicio año 2016 y 2017	66
4.2.2	Cálculo de las métricas Seis Sigma en el proceso de producción	74
4.2.3	Cálculo de las métricas para las etapas del proceso de producción del caramelo.....	81
4.2.3.1	<i>Cálculo y análisis de las métricas Seis Sigma año 2016.....</i>	<i>81</i>
4.2.3.2	<i>Cálculo y análisis de las métricas Seis Sigma año 2017.....</i>	<i>86</i>
4.2.3.3	<i>Análisis comparativo del cálculo de las métricas año 2016 y 2017.....</i>	<i>91</i>
4.3	Análisis del Proceso de Producción de Caramelo mediante el QFD	93
4.3.1	Variables del Despliegue de la Función de Calidad.....	94

4.3.1.1	<i>Requerimientos del cliente</i>	94
4.3.1.2	<i>Requerimientos técnicos</i>	95
4.3.1.3	<i>Objetivos de diseño</i>	95
4.3.2	Casa de la Calidad (QFD)	95
4.3.2.1	<i>Análisis de las necesidades de los clientes</i>	98
4.3.2.2	<i>Análisis de los requerimientos técnicos</i>	99
4.3.2.3	<i>Análisis de la relación entre los requerimientos del cliente y requerimientos técnicos.</i>	101
4.3.2.4	<i>Análisis de la relación entre los requerimientos técnicos (Matriz de correlación)</i>	102
4.3.2.5	<i>Análisis y evaluación de objetivos de diseño</i>	104
4.3.2.6	<i>Análisis de la competencia</i>	105
4.3.2.7	<i>Análisis global del Despliegue de la función de la Calidad QFD</i>	106
4.3.3	Plan de Acción del análisis QFD	107
4.3.4	Análisis de Causa y Efecto	107
4.3.5	Diagrama de Pareto	110
4.3.6	Diagrama de Árbol (CTQ)	116
4.3.6.1	<i>Identificación de las CTQ</i>	118
4.4	Mejora del Proceso de Producción de Caramelo mediante el Análisis De Modo, Efecto Y Falla (AMEF)	121
4.4.1	Criterios para la evaluación del AMEF de Proceso	122
4.4.2	Análisis de la matriz de Modo y Efecto de la Falla	123
4.4.2.1	<i>Plan de acción y propuesta de mejora</i>	129
4.4.3	Proceso de mejora continua del proceso de producción del caramelo	131
4.5	Control del Proceso de Producción de Caramelo mediante la Aplicación de Mecanismos a Prueba de Falla	134
4.5.1	Análisis de la Matriz para los Mecanismos a Prueba de Falla	136
II.	CONCLUSIONES	142
III.	RECOMENDACIONES	145
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
	ANEXOS	150

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Relación de tipos de confitería y materia prima	32
Tabla 2. SIPOC etapa de Cocción y Vacío del caramelo.....	52
Tabla 3. SIPOC etapa de Coloreado del caramelo	54
Tabla 4. SIPOC etapa de armado de figura del caramelo	56
Tabla 5. SIPOC etapa de estiramiento y corte del caramelo.....	58
Tabla 6. SIPOC etapa de empaque del producto terminado	60
Tabla 7. Registro de desperdicio de caramelo año 2016 por kilogramo.....	67
Tabla 8. Registro de desperdicio de caramelo año 2017 por kilogramo.....	71
Tabla 9. Número de fallas, oportunidad de error y unidades de entrada en las etapas a analizar año 2016.....	79
Tabla 10. Número de fallas, oportunidad de error y unidades de entrada en las etapas a analizar año 2017.....	80
Tabla 11. Métricas Seis Sigma para el año 2016.....	85
Tabla 12. Métricas Seis Sigma para el año 2017	90
Tabla 13. Variables de la herramienta QFD	97
Tabla 14. Resultado de calificación de importancia de requisitos por parte de clientes	100
Tabla 15. Plan de Acción del análisis QFD	107
Tabla 16. Problemas detectados.....	110
Tabla 17. Escala de grado de influencia	111
Tabla 18. Encuesta aplicada.....	111
Tabla 19. Relación de causas y frecuencias	113
Tabla 20. Criterio de evaluación utilizado para la severidad de efectos.....	122
Tabla 21. Criterio de evaluación utilizado para la ocurrencia del incidente	122
Tabla 22. Criterio de evaluación utilizado para la detección.....	123
Tabla 23. Análisis de Modo y Efecto de la falla SWIKAR	124
Tabla 24. Modos de falla potenciales críticos en el proceso de producción del caramelo	128
Tabla 25. Acciones propuestas de modos de falla potenciales críticos.....	129
Tabla 26. Propuesta de la Aplicación de las 5S	133
Tabla 27. Matriz para los Mecanismos a Prueba de Falla	137
Tabla 28. Mecanismos a Prueba de Falla y tipo de Inspección	139

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Definición de SIPOC	20
Figura 2. DPMO y Nivel Sigma	22
Figura 3. Tabla de conversión Sigma	23
Figura 4. Rendimiento de primera y última pasada	24
Figura 5. Casa de La Calidad (HOQ).....	25
Figura 6. Mapa de Procesos propuesto para SWIKAR.....	39
Figura 7. Caramelos artesanales de sabores frutales.....	40
Figura 8. Canastas de caramelos terminados con colores surtidos	41
Figura 9. Diagrama de Proceso de SWIKAR.....	42
Figura 10. Diagrama BPMN del Proceso de Producción de SWIKAR	45
Figura 11. Definir el proceso de producción de caramelos	49
Figura 12. Flujograma del proceso de producción del caramelo.....	51
Figura 13. Etapa de cocción y vacío del caramelo	53
Figura 14. Etapa de coloreado del caramelo	55
Figura 15. Etapa de armado de figura del caramelo	57
Figura 16. Etapa de estiramiento del caramelo y corte.....	59
Figura 17. Etapa de empaque del producto terminado	61
Figura 18. Medición del proceso de producción de caramelos.....	65
Figura 19. Caramelo fabricado diario, semanal, mensual y anual	67
Figura 20. Desperdicio del caramelo año 2016.....	70
Figura 21. Desperdicio del caramelo año 2017.....	74
Figura 22. Cálculo de las métricas Seis Sigma por un caramelo año 2016	75
Figura 23. Cálculo de las métricas Seis Sigma año 2016 (1536 caramelos)	76
Figura 24. Cálculo de las métricas Seis Sigma por un caramelo año 2017.....	77
Figura 25. Cálculo de las métricas Seis Sigma caramelos año 2017 (1536 caramelos).....	78
Figura 26. Análisis del Proceso de Producción de Caramelo	93
Figura 27. Requerimientos técnicos.....	96
Figura 28. Casa de la Calidad SWIKAR	98
Figura 29. Análisis del problema principal en el proceso de Producción del caramelo	108
Figura 30. Diagrama de Ishikawa	109
Figura 31. Diagrama de Pareto.....	114
Figura 32. Diagrama de árbol.....	117
Figura 33. Mejora del proceso de producción del caramelo.....	121
Figura 34. Proceso de Mejora Continua del proceso de producción del caramelo	131
Figura 35. Control del Proceso de Producción de Caramelos	135

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Actividades previas al proceso de cocción y vacío	150
Anexo 2. Actividades del proceso de cocción y vacío del caramelo	151
Anexo 3. Actividades del proceso de coloreado del caramelo.....	153
Anexo 4. Actividades del proceso de Armado de Figura del caramelo	154
Anexo 5. Actividades del proceso de Estiramiento del Caramelo y Corte	156
Anexo 6. Empaque de caramelos terminados.....	158
Anexo 7. Principales empaques del producto terminado.....	159
Anexo 8. Desperdicio generado por la cortadora por desajuste de los tiempos de producción y daño eléctrico interno	160
Anexo 9. Caramelo endurecido y paso incorrecto del mismo del bastoneador al egalizador ..	160
Anexo 10. Caramelo retenido en el bastoneador.....	161
Anexo 11. Desperdicio de caramelo en la etapa de empaque (Caramelo no conforme)	161
Anexo 12. Encuesta ejecutada por SWIKAR para definir el nivel de prioridad de cada requisito definido por los clientes.....	162
Anexo 13. Plano de la planta de fabricación de caramelos SWIKAR.....	165
Anexo 14. Kilogramos de Caramelo desechado por problemas en el control de la temperatura	165

I. PRESENTACIÓN, ESTADO DEL ARTE Y CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN

1.1 Introducción

En primera instancia, este trabajo aplicativo se llevó a cabo en la empresa SWIKAR ubicada en la ciudad de Cali donde se revisó el proceso de producción del caramelo frutal, y a través de un cursograma analítico y del diagrama BPMN se modelaron y se definieron cada una de las etapas que lo conforman.

Seguidamente, se aplicó la metodología Seis Sigma, a través del método DMAIC (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar) donde previamente se aplicó un análisis y se hizo un levantamiento del proceso por medio de la descripción del mismo a nivel macro y micro.

Inicialmente, en la etapa de definir a través de los SIPOC se caracterizaron las etapas del proceso de producción como son, cocción y vacío, coloreado, armado de figura, estiramiento y corte del caramelo, y empaque del producto terminado, determinándose como críticas la etapa de estiramiento y corte del caramelo, y la etapa de empaque debido a una mayor cantidad de kilogramos de desperdicio de caramelo resultantes en las mismas, lo cual se demostró a través de la valoración cuantitativa de las métricas para los años 2016 y 2017 que se evidenciaron en la etapa de medir.

Posteriormente, en la etapa de analizar se procedió a utilizar el Despliegue de la Función de Calidad (QFD) el cual permitió por medio de los requisitos de los clientes analizar cuáles son los requerimientos técnicos productivos para cumplir con esas necesidades, además se hizo un análisis de causa y efecto para determinar las causas de la generación de desperdicio lo cual conllevó a la baja productividad, asimismo, se hizo un diagrama de Pareto para identificar las causas que más incidieron en el problema, y seguidamente se establecieron mejoras a través de los CTQ.

Luego, con el fin de mejorar el proceso de producción del caramelo se aplicó la metodología cuali-cuantitativa de modo, efecto y falla, conocida como AMEF donde se

identificaron las causas y los efectos de cómo pueden fallar los requerimientos técnicos, y se definieron las acciones de mejora propuestas, adicional a lo anterior, se hizo un análisis cuantitativo donde se determinó la frecuencia, severidad y nivel de detección, y posteriormente se calculó el nivel prioritario de riesgo; este nivel prioritario de riesgo permitió identificar cuáles son los procesos críticos en su orden, y en función de eso, se propusieron acciones que permitieron reducirlos mediante un enfoque en las etapas más críticas del proceso de producción.

En la etapa de control, teniendo en cuenta los procesos técnicos se estableció una matriz para los mecanismos a prueba de fallas o Poka Yoke con el fin de asegurar la correcta implementación de dichas acciones.

Finalmente, se generaron las conclusiones significativas, así como las recomendaciones para que los hallazgos y resultados de este trabajo mejoren positivamente a la empresa y asimismo contribuyan al incremento de su productividad.

1.2 Justificación de la Investigación

De acuerdo al Programa de Transformación productiva, específicamente haciendo énfasis en el sector “Cacao y sus derivados”, se puede decir que el consumo de los productos del sector serán impulsados por un poder adquisitivo cada vez mayor de las economías emergentes, nuevos nichos de mercado aportarán al crecimiento del mercado: chocolates oscuros, productos funcionales, sin azúcar, de producción Fair Trade y de origen, a pesar de enfrentar importantes retos, el sector ha crecido de manera significativa y es altamente exportador. (PTP, 2018)

La visión estratégica de la cadena de este sector es a nivel regional consolidar la competitividad y el liderazgo en la producción y venta de chocolates, confites de azúcar y chicles, y a nivel global, ser una plataforma exportadora líder hacia regiones de alto potencial y ser un motor de generación de empleos y desarrollo, sostenible ambiental y económicamente, apalancado en la competitividad de los eslabones proveedores de materias primas. (PTP, 2018)

En relación a lo expuesto anteriormente, este trabajo se justificó metodológicamente a través de la articulación de los diferentes contextos, y técnicas de calidad en los cuales se estructuraron los criterios para analizar las etapas referentes a la producción del caramelo con el fin de mejorar la calidad del producto final de la cadena de suministro. Como resultado de la aplicación de técnicas, herramientas y métodos del Seis Sigma tal como el DMAIC se aportaron conceptos técnicos que le permitieron a la empresa mejorar su proceso de producción del caramelo constituyéndose en una ayuda, ya que como resultado de la aplicación de este proyecto se establecieron acciones de mejora que redundaron en un incremento de la productividad y competitividad de SWIKAR a través de la disminución de desperdicio de caramelo.

1.3 Planteamiento del problema

Hoy día en Colombia se han identificado dificultades en la estructura logística de las PYME, pues no existe una formación y capacitación adecuada en este tema, y sumado a esto, existen limitaciones en cuanto a nuevas tecnologías, metodologías y herramientas que permitan mejorar el desempeño en la gestión de la cadena de suministro.

Haciendo énfasis en el sector de la confitería, SWIKAR se ha caracterizado por desarrollar sus actividades sin procesos estandarizados, permitiendo de esta forma la generación de desperdicios, sobrecostos en la producción y generación de productos no conformes, siendo esto consecuencia de la falta de buenas prácticas de planificación, control y mejora en el proceso de producción en términos de calidad.

Estas falencias han obedecido a la no utilización de conocimientos técnicos en calidad en el quehacer operativo en la producción del caramelo, lo anterior asociado a que no todo el personal de la empresa tiene el conocimiento técnico referente a la administración de operaciones específicamente en el área de producción, trayendo como consecuencia un bajo rendimiento en términos de productividad y pérdida de la competitividad lo cual ha ocasionado el cierre de tiendas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- ✓ Aplicar el método Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la empresa SWIKAR para mejorar la calidad del producto con el fin de incrementar la productividad.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Documentar mediante el diagrama SIPOC el proceso de producción de SWIKAR con el fin de planificar y evaluar la calidad del producto por medio de Seis Sigma.
- ✓ Medir el proceso de producción de SWIKAR mediante las métricas de Seis Sigma (DPMO, Rendimiento, nivel sigma) con el objeto de definir el nivel de calidad y los costos de no calidad en la elaboración del producto por medio de Seis Sigma.
- ✓ Analizar el proceso de producción de la empresa SWIKAR mediante el despliegue de la función calidad QFD, con el fin de mejorar la competitividad.
- ✓ Desarrollar mejoras en el proceso de producción de SWIKAR por medio de la utilización del análisis de modo, efecto y falla (AMEF).
- ✓ Establecer criterios de control mediante la aplicación de mecanismos a prueba de falla cualitativos con el fin de garantizar la planificación y ejecución del producto.

1.5 Metodología de la investigación

1.5.1 Tipo de investigación

La metodología de la investigación tuvo un enfoque descriptivo ya que se recolectó información que permitió planificar, modelar, y controlar el proceso de producción de SWIKAR, también tuvo un enfoque cuantitativo ya que se usaron una serie de métricas estadísticas asociadas a Seis Sigma que permitieron establecer los defectos en partes por millón, el rendimiento, y el nivel sigma lo cual aportó criterios para la evaluación de la calidad del proceso de producción del caramelo.

1.5.2 Método de investigación

Para el desarrollo de este trabajo dirigido, se hizo un trabajo de campo en la empresa SWIKAR ubicada en la ciudad de Cali, donde se recolectó información acerca del proceso de producción de caramelos frutales. A través de la aplicación de la metodología Seis Sigma se decidió mejorar dicho proceso implementado el método DMAIC, para esto, inicialmente en la etapa de definir, se levantó el proceso de producción a través del SIPOC, seguidamente en la etapa de medir se evaluaron las métricas que permitieron hacer un diagnóstico las cuales evidenciaron el nivel y el estado del proceso de producción en términos de calidad, para posteriormente en la etapa de analizar realizar un análisis con el QFD el cual permitió identificar el perfil competitivo y productivo de la empresa.

Con el fin de optimizar el proceso de producción del caramelo, en la etapa de mejora se utilizó el análisis de modo, efecto y falla que permitió identificar y priorizar cuales son las etapas críticas del proceso de tal manera que se tomen las acciones de mejora que incrementen la productividad y la competitividad de SWIKAR.

Finalmente, en la etapa de control se establecieron criterios asociados al mecanismo de prueba de fallas que permitieron planificar, controlar y monitorear el seguimiento al proceso de producción del caramelo.

1.5.3 Población

Para la población se consideraron todas las personas asociadas al área delimitada de producción. Y la muestra por ser una población finita, se consideraron todas las personas de la población.

1.5.4 Fuentes primarias

Como fuentes primarias se tomó la información de la población y muestra, y adicional la información de los documentos de la organización.

1.5.5 Fuentes secundarias

Se utilizaron revistas especializadas, libros, proyectos de tesis, investigaciones de campo y demás publicaciones científicas que contribuyeron con la consecución de los objetivos de esta investigación.

1.5.6 Instrumentos de recolección de la información

Se diseñaron instrumentos que permitieron valorar las métricas y los costos de no calidad en el proceso operativo, además se utilizaron los formatos instrumentos referentes a las técnicas del QFD, el AMEF y los mecanismos a pruebas de falla o Poka Yoke.

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

2.1 Metodología del Seis Sigma

El Seis Sigma se considera un método de gestión de calidad relacionado con herramientas estadísticas las cuales tienen como propósito mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante la toma de buenas decisiones, permitiendo de esta manera que la empresa entienda y comprenda las necesidades de sus clientes. (Herrera y Fontalvo, 2011).

Otra definición del Seis Sigma es la implementación rigurosa, focalizada y altamente eficaz de principios y técnicas de calidad probados, Seis Sigma se caracteriza por promover un funcionamiento del negocio sin errores. El nivel sigma se utiliza para medir la variabilidad de un proceso, de tal forma que el funcionamiento de una compañía es medible según el nivel sigma de sus procesos. (Pyzdek, 2003).

2.1.1 DMAIC

El DMAIC se considera una metodología del Seis Sigma la cual comprende los siguientes pasos los cuales conllevan a mejoras en los procesos. Se definen 5 etapas para su diseño, según Pyzdek (2003) son:

- ✓ *Definir:* Esta fase tiene como propósito conocer los procesos llevados a cabo en la organización, las actividades realizadas, y además, las personas involucradas, todo esto con el fin de tener certeza del proceso que se debe seguir.
- ✓ *Medir:* Esta fase tiene como objeto seleccionar una o más características críticas, analizar el proceso, tomar las medidas necesarias, registrar los resultados, evaluar los sistemas de medición, y estimar la capacidad del proceso a corto plazo.
- ✓ *Analizar:* En esta fase se construye un análisis con el fin de explorar y generar un diagnóstico del problema tomando como referencia la información extraída en la fase de medición.
- ✓ *Mejorar:* Esta fase tiene como objetivo el desarrollo en la práctica de todas las estrategias de mejora planteadas en el paso anterior. Conjuntamente, se identifican los factores que se controlarán para medir el efecto sobre las características consideradas como críticas y se hace una planificación de la mejor forma de ejecutar la mejora.
- ✓ *Controlar:* Finalmente, en esta fase se justifica el resultado de la mejora, y se diseñan las herramientas que tendrán como función controlar el proceso, además se evalúa el logro de los objetivos de mejora, es decir, se tiene la certeza de que se han implementado correctamente y que los objetivos que se habían marcado efectivamente se cumplen.

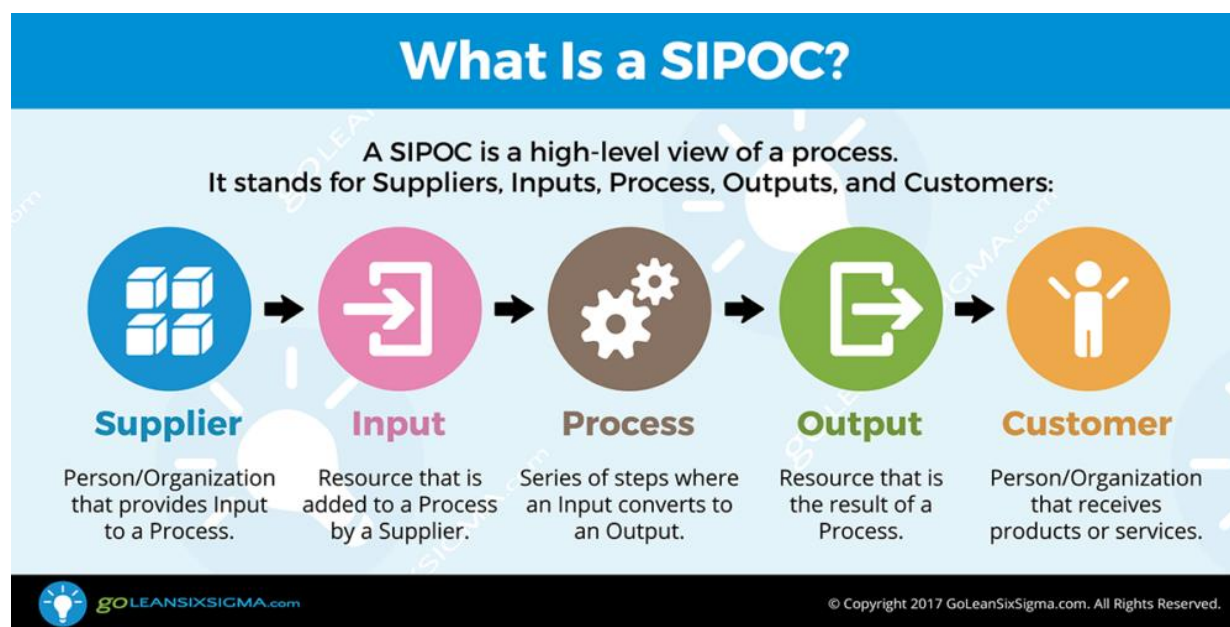
2.1.2 EI SIPOC

Sandrine (2016) define el SIPOC como las siglas correspondientes a Supplier Inputs, Process, Outputs & Customers, es una herramienta de identificación de procesos utilizada en la Gestión de Calidad Total y en la metodología de mejora Six Sigma. Consiste en la escritura de una tabla con columnas para cada uno de los elementos que se abrevian en las siglas. En cada columna se asignan los elementos de un proceso (agentes activos y acciones).

Guerra (2016) define los elementos del SIPOC de la siguiente forma:

- ✓ Supplier (proveedor): Puede ser una persona u otro proceso. Se considera como el que provee las entradas al proceso.
- ✓ Input (entrada): Puede considerarse como documentación, información, material, datos, entre otros.
- ✓ Process (proceso): Se define como el servicio necesario para llevar a cabo las actividades del proceso, es decir, es la secuencia de actividades que proporcionan valor a las entradas para producir las salidas.
- ✓ Output (salida): Puede considerarse como un producto, servicio, información o documentación que sea importante para el cliente.
- ✓ Customer (cliente): Es considerado como usuario de la salida del proceso.

Figura 1. Definición de SIPOC



Fuente. GoLeanSixSigma.com (2017)

Seis Sigma utiliza varias métricas comunes de calidad que hacen énfasis en los servicios, en la consistencia de los productos y en sus procesos asociados, estas se definen a continuación:

2.2 Métricas del Seis Sigma

Las métricas del Seis Sigma son consideradas indicadores que tienen como función definir los límites para desarrollar las diferentes operaciones de la empresa. Los proyectos de mejora Six Sigma se basan en esta información para implementar los procesos de Medición (Measure), Análisis (Analyses), Mejora (Improvement), y Control de la metodología DMAIC. (Chevez, 2008)

Las unidades usadas con más frecuencia para la medición de la variación de un proceso son:

2.2.1 DPMO

Los Defectos por Millón de Oportunidades se define como la cantidad de defectos que se encuentran en una muestra dividido entre el número total de oportunidades de defectos multiplicado por un millón. El DPMO es el encargado de estandarizar el número de defectos en el nivel de oportunidad y su utilidad es importante ya que puede comparar procesos con diferentes tipos de complejidades. (Minitab, 2017).

Salazar (2016) afirma que el DPMO, es decir Defectos Por Millón de Oportunidades es el número real de defectos observados, extrapolado a cada millón de oportunidades de defectos.

Para calcular el DPMO, inicialmente se debe definir los criterios de calidad u oportunidades de defectos; posteriormente se toma una muestra representativa de unidades, y finalmente estas se miden respecto a los criterios de calidad. (Salazar, 2016)

El DPMO se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times D}{U \times O}$$

Dónde:

D = Número de defectos observados en la muestra.

U = Número de unidades en la muestra (tamaño de la muestra).

O = Oportunidades de defectos por unidad.

2.2.2 Nivel Sigma

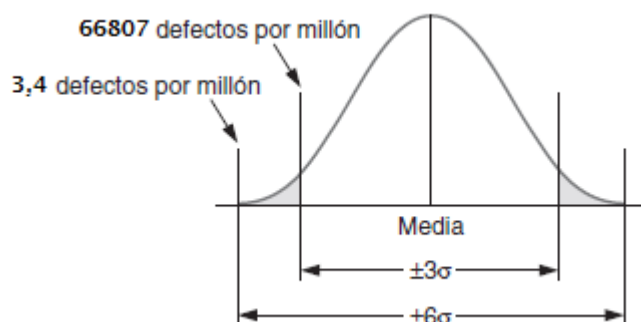
El nivel sigma es considerado un indicador de variación el cual hace alusión al número de desviaciones estándar que caben entre los límites de especificación del proceso. (Salazar, 2016).

Chua (2018) agrega que el nivel sigma consiste en una métrica de rendimiento que indica el nivel de calidad de un producto, proceso o servicio. Cuanto mayor sea el nivel sigma, mejor el rendimiento.

Para Salazar (2016) la eficiencia de un determinado proceso puede clasificarse según su nivel de sigma:

- ✓ 1 sigma= 690.000 DPMO (defectos por millón de oportunidades) = 31% de eficiencia.
- ✓ 2 sigma= 308.538 DPMO = 69% de eficiencia
- ✓ 3 sigma= 66.807 DPMO = 93,3% de eficiencia
- ✓ 4 sigma= 6.210 DPMO = 99,38% de eficiencia
- ✓ 5 sigma= 233 DPMO = 99,977% de eficiencia
- ✓ 6 sigma= 3,4 DPMO = 99,99966% de eficiencia

Figura 2. DPMO y Nivel Sigma



Fuente. Salazar (2016)

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

Para conocer el Nivel Sigma (Process Sigma) se busca en la Figura 3 el valor correspondiente al rendimiento.

Figura 3. Tabla de conversión Sigma

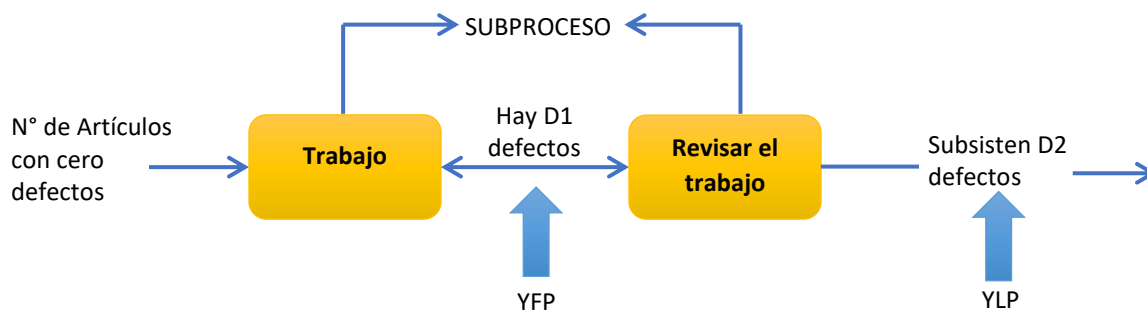
Abridged Process Sigma Conversion Table						
<i>Long-Term Yield</i>	<i>Process Sigma</i>	<i>Defects Per 1,000,000</i>	<i>Defects Per 100,000</i>	<i>Defects Per 10,000</i>	<i>Defects Per 1,000</i>	<i>Defects Per 100</i>
99.99966%	6.0	3.4	0.34	0.034	0.0034	0.00034
99.9995%	5.9	5	0.5	0.05	0.005	0.0005
99.9992%	5.8	8	0.8	0.08	0.008	0.0008
99.9990%	5.7	10	1	0.1	0.01	0.001
99.9980%	5.6	20	2	0.2	0.02	0.002
99.9970%	5.5	30	3	0.3	0.03	0.003
99.9960%	5.4	40	4	0.4	0.04	0.004
99.9930%	5.3	70	7	0.7	0.07	0.007
99.9900%	5.2	100	10	1.0	0.1	0.01
99.9850%	5.1	150	15	1.5	0.15	0.015
99.9770%	5.0	230	23	2.3	0.23	0.023
99.9670%	4.9	330	33	3.3	0.33	0.033
99.9520%	4.8	480	48	4.8	0.48	0.048
99.9302%	4.7	680	68	6.8	0.68	0.068
99.9040%	4.6	960	96	9.6	0.96	0.096
99.8650%	4.5	1,350	135	13.5	1.35	0.135
99.8140%	4.4	1,860	186	18.6	1.86	0.186
99.7450%	4.3	2,550	255	25.5	2.55	0.255
99.6540%	4.2	3,460	346	34.6	3.46	0.346
99.5340%	4.1	4,660	466	46.6	4.66	0.466
99.3790%	4.0	6,210	621	62.1	6.21	0.621
99.1810%	3.9	8,190	819	81.9	8.19	0.819
98.930%	3.8	10,700	1,070	107	10.7	1.07
98.610%	3.7	13,900	1,390	139	13.9	1.39
98.220%	3.6	17,800	1,780	178	17.8	1.78
97.730%	3.5	22,700	2,270	227	22.7	2.27
97.130%	3.4	28,700	2,870	287	28.7	2.87
96.410%	3.3	35,900	3,590	359	35.9	3.59
95.540%	3.2	44,600	4,460	446	44.6	4.46
94.520%	3.1	54,800	5,480	548	54.8	5.48
93.320%	3.0	66,800	6,680	668	66.8	6.68
91.920%	2.9	80,800	8,080	808	80.8	8.08
90.320%	2.8	96,800	9,680	968	96.8	9.68
88.50%	2.7	115,000	11,500	1,150	115	11.5
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
81.60%	2.4	184,000	18,400	1,840	184	18.4
78.80%	2.3	212,000	21,200	2,120	212	21.2
75.80%	2.2	242,000	24,200	2,420	242	24.2
72.60%	2.1	274,000	27,400	2,740	274	27.4
69.20%	2.0	308,000	30,800	3,080	308	30.8
65.60%	1.9	344,000	34,400	3,440	344	34.4
61.80%	1.8	382,000	38,200	3,820	382	38.2
58.00%	1.7	420,000	42,000	4,200	420	42
54.00%	1.6	460,000	46,000	4,600	460	46
50%	1.5	500,000	50,000	5,000	500	50
46%	1.4	540,000	54,000	5,400	540	54
43%	1.3	570,000	57,000	5,700	570	57
39%	1.2	610,000	61,000	6,100	610	61
35%	1.1	650,000	65,000	6,500	650	65
31%	1.0	690,000	69,000	6,900	690	69
28%	0.9	720,000	72,000	7,200	720	72
25%	0.8	750,000	75,000	7,500	750	75
22%	0.7	780,000	78,000	7,800	780	78
19%	0.6	810,000	81,000	8,100	810	81
16%	0.5	840,000	84,000	8,400	840	84
14%	0.4	860,000	86,000	8,600	860	86
12%	0.3	880,000	88,000	8,800	880	88
10%	0.2	900,000	90,000	9,000	900	90
8%	0.1	920,000	92,000	9,200	920	92

Fuente. Salazar (2016)

2.2.3 Rendimiento

Reyes (2004) divide el rendimiento en rendimiento de primera pasada (*YFT*) y última pasada (*YLP*), es decir, los resultados y el número de defectos se pueden medir previamente o posterior a que se detecten, corrijan o revisen. Los resultados se pueden medir en porcentaje y el número de defectos se miden en defectos por oportunidad (*DPO*) o defectos por millón de oportunidades (*DPMO*).

Figura 4. Rendimiento de primera y última pasada



Fuente. Elaboración propia, basado en Reyes (2004)

En este subproceso se observa la entrada de N artículos con cero defectos, se realiza un trabajo en el cual hay $D1$ defectos, resultando el rendimiento de primera pasada (*YFP*), después se revisa el trabajo y al final subsisten $D2$ defectos, siendo este el rendimiento de la última pasada (*YLP*). (Reyes, 2004)

El rendimiento se calcula de la siguiente forma:

$$Yield = (1 - DPMO) \times 100$$

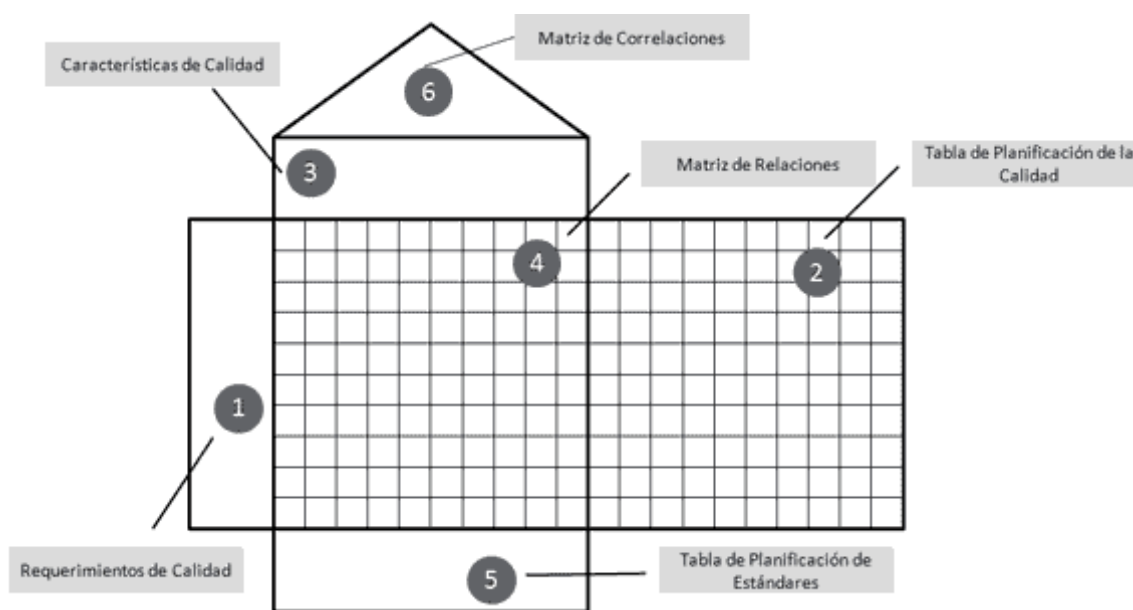
2.2.4 Despliegue de la función de calidad (QFD)

El QFD es considerado una metodología diseñada para identificar las características de calidad de un producto, mediante la identificación de los requerimientos del usuario, durante la etapa temprana de diseño. Las ventajas de dicha metodología son: mayor calidad, menor costo, disminución en el tiempo de fabricación y ventaja competitiva en el mercado.

No obstante, esta metodología tiene algunas limitaciones tales como: complejidad y manipulación dispendiosa de grandes volúmenes de información, no tener en cuenta la imprecisión de las variables con las que se trabaja, inadecuado manejo de las variables cualitativas y cuantitativas, las características de calidad no medibles, o que se desconozca su valor, no son tenidas en cuenta para el análisis (Cohen, 1995).

Talavera (2013) agrega que el Despliegue de la Función de Calidad (QFD) se cuestiona por la calidad verdadera, es decir, sobre el por qué es fundamental la opinión de los clientes. También se cuestiona por el cómo conseguir satisfacer necesidades y expectativas de dichos clientes.

Figura 5. Casa de La Calidad (HOQ)



Fuente. Talavera (2013)

Según Talavera (2013) la casa de la calidad (HOQ) está conformada por las siguientes áreas:

1. Requerimientos de Calidad.
2. Tabla de Planificación de la Calidad.
3. Características de Calidad.
4. Matriz de Relaciones.

5. Tabla de Planificación de estándares.

6. Matriz de Correlación.

La casa de la calidad presenta el primer paso del QFD teniendo en cuenta la planificación de la calidad. De acuerdo a esto, se identificarán las necesidades más relevantes, así como aquellas características de calidad que se deben potenciar. Todo lo anterior se desarrolla teniendo como eje principal la voz del cliente y la comparación competitiva respecto a otras organizaciones del sector. (Talavera, 2013).

2.2.5 Análisis de modos y efectos de fallas potenciales (AMEF)

De acuerdo a Salazar (2016) El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es un procedimiento en el cual se identifican las fallas en productos, procesos y sistemas, y así mismo es posible la evaluación y clasificación de manera objetiva de sus efectos, causas y elementos de identificación, todo esto con el fin de prevenir su ocurrencia y construir un método documentado de prevención.

El AMEF es considerado una técnica disciplinada en la cual se puede identificar y ayudar a minimizar problemas potenciales. Se trata de una acción “antes del evento” y no un ejercicio “después del hecho”. El AMEF debe hacerse antes de que la falla se haya incorporado al producto o al proceso (ISO 31000, 2016).

El AMEF es una metodología que se ha propuesto como un mecanismo de acción preventivo en el desarrollo del diagnóstico y en la implementación del Lean Manufacturing. Esta surge a través de los indicadores cuando se pretende prevenir la generación de problemas. (Salazar, 2016).

El procedimiento AMEF puede aplicarse a:

- ✓ Productos: El AMEF aplicado a un producto tiene como función ser una herramienta predictiva que tiene como función detectar posibles fallas en el diseño, incrementando las probabilidades de detectar previamente los efectos que pueden surgir en el proceso de producción.
- ✓ Procesos: El AMEF aplicado a los procesos tiene como función ser una herramienta predictiva teniendo como objeto la detección de posibles fallas en las etapas de

producción, incrementando las probabilidades de detectar previamente los efectos que se encuentren en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.

- ✓ Sistemas: El AMEF aplicado a sistemas tiene como función ser una herramienta predictiva con el fin de detectar posibles fallas en el diseño del software, incrementando las probabilidades de detectar previamente efectos que pueden existir en su funcionamiento.
- ✓ Otros: El AMEF poder ser aplicado a cualquier proceso donde se necesite identificar, clasificar y evitar fallas a través del análisis de sus efectos, y cuyas causas requieran registrarse.

2.2.6 Poka Yoke

De acuerdo a González y Jimeno (2012) el Poka Yoke es una herramienta proveniente de Japón la cual significa *a prueba de errores*. Con esta forma de diseñar los procesos se pretende eliminar o evitar equivocaciones, ya sean de origen humano o automatizado. La implementación de este sistema se una para facilitar la detección de errores.

Haciendo referencia a las operaciones realizadas durante la elaboración de un producto, es posible identificar una gran variedad de actividades intermedias, donde el producto final puede estar conformado por un gran número de piezas. En el desarrollo de estas actividades, es posible encontrar ensamblajes y otras operaciones que generalmente suelen ser simples pero tienden a ser muy repetitivas. En estos casos, el riesgo de incurrir en algún error es muy alto, sin importar como sea la complejidad de las operaciones. Los “Poka-Yokes” permiten disminuir este riesgo con medidas sencillas y económicas.

El sistema Poka-Yoke es diseñado para la prevención de los errores o para advertir sobre la existencia de los mismos, estas son sus funciones:

- ✓ *Función de control:*

Se construye un sistema para prevenir que ocurra el error. Para esto se utilizan formas o colores con el fin de diferenciar la manera en que se deben realizar los procesos o como deben encajar la piezas.

✓ *Función de advertencia:*

En esta función se admite que el error se puede producir en cualquier momento, es por esto que se diseña un dispositivo que pueda reaccionar cuando se produzca la falla de tal forma que advierta al operario que debe corregirlo.

Para Giraldo (2013) un Poka Yoke es considerado una técnica de inspección que tiene como objeto mejorar la calidad con el fin de evitar errores en los procesos, o bien, no permitir que sean inadvertidos y asimismo puedan ser corregidos, lo que quiere decir que la finalidad de un Poka Yoke es eliminar los posibles errores y todo aquello que lo genera, siendo esto último lo que causa la existencia de los defectos en los productos finales.

Para entender un sistema de calidad Poka Yoke es indispensable diferenciar el concepto de error y defecto. Un defecto se considera cualquier característica que no cumpla con las especificaciones requeridas, y que como consecuencia este sea rechazado, es decir, es considerado un resultado, mientras que un error es considerado como cualquier equivocación o falla en el desarrollo de alguna actividad en el proceso productivo, lo que significa que un error es considerado como la causa de los defectos. (Giraldo, 2013)

✓ *Inspección:*

Consiste en evaluar todas las características de un producto y de esta forma poder determinar qué tan consistentes son con los requisitos y especificaciones de fabricación. Los diferentes tipos de inspección son:

- *Inspección Informativa:* En el transcurso del procesamiento se debe informar cualquier defecto que se descubra, de tal manera que se tomen de manera inmediata medidas para corregir el método de procesamiento. Existen dos tipos de inspección informativa, la auto inspección y la inspección sucesiva, la auto inspección es donde el operario inspecciona el producto que el mismo está procesando, y la inspección sucesiva es donde el operario inspecciona que el producto proveniente de la operación anterior se encuentre en condiciones adecuadas antes de su procesamiento.

- *Inspección en la fuente:* Esta inspección está basada en el descubrimiento de las condiciones y errores que incrementan los defectos, se dedica a evitar que el error se convierta en defecto, es decir, este tipo de inspección es implementada para prevenir los defectos.

2.3 La confitería

La confitería es considerada un producto de consumo la cual es parte de la industria de alimentos empacados o envasados, logrando en el año 2012 ventas de aproximadamente US\$2,2 billones en el mundo de acuerdo a informes obtenidos de Euromonitor. Las compañías más importantes a nivel mundial son Mars Inc. (EE.UU.), Mondelez International (EE.UU.), Nestlé SA (Suiza), Hershey Co (EE.UU.) y Ferrero Group (Italia). (Concha, 2013).

Los productos de confitería son aquellos productos alimenticios cuyo ingrediente principal es el azúcar, junto a la adición de otros ingredientes los cuales en el transcurso de su elaboración se someten a un tratamiento térmico de acuerdo al método de fabricación del producto. Esto comprende a la producción y comercialización de caramelos, chicles, turrone y mazapanes, y otros productos de confitería como pueden ser cacao, chocolate y productos derivados (Icoval, 2018).

Se consideran como productos de confitería aquellos alimentos donde su ingrediente principal es el azúcar, o también llamada sacarosa, y otros azúcares comestibles como lo son la glucosa, fructosa, entre otros, adicionando otra serie de productos alimenticios como pueden ser chocolate, grasa, harinas, huevos, nata, aceites, zumos de frutas, etc. (Mejorado, 2006)

2.3.1 Clasificación de los productos de confitería

Mejorado (2006) menciona que existe una gran variedad en la confección de dulces, y que esto varía según épocas y países, o incluso según regiones y religiones. Los productos de confitería se clasifican de la siguiente manera:

- ✓ Dulces Artesanales: Se caracterizan por ser elaborados a mano, por lo que pueden variar sus características referentes a formas, tamaños, presentación, ingredientes, entre otros, estos tipos de dulces son elaborados para ser expuestos en vitrina sin ser etiquetados o envasados. Los equipos empleados para hacer este tipo de caramelo son mezcladoras, batidoras, horno, moldes, entre otros.
- ✓ Cacao, chocolate y productos derivados del chocolate: Se caracterizan por su elaboración empleando equipos de mezcla y técnicas de refinado, conchado, templado, moldeo, etcétera.
- ✓ Turrone y mazapanes: Son elaborados teniendo como base principal el azúcar, la miel y las almendras, estos se fabrican con equipos especializados.
- ✓ Caramelos, chicles y otros productos de confitería: Son caracterizados por su elaboración en grandes compañías mediante el uso de empaquetado en serie y equipos de producción.

Según LEGISCOMEX (2009) La confitería se divide en dos subsectores: el sector de las golosinas o dulces de azúcar y el sector del chocolate. De acuerdo a un informe generado por la carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Nacional de México (UNAM), las golosinas o dulces de azúcar se clasifican en:

- ✓ Caramelo duro: Son productos elaborados por la cocción de una mezcla de azúcar, agua, glucosa u otros edulcorantes, con adiciones de sabor, color, ácido y otros aditivos, incluyendo los rellenos.
- ✓ Caramelo suave: Son conocidos como “chiclosos” y se reconocen por su textura elástica moldeable. Generalmente contienen leche, grenetina o almidón modificado, su contenido de grasa, suavidad y plasticidad son muy característicos en este tipo de caramelos.
- ✓ Dulces típicos: Estos dulces pueden ser las palanquetas, los dulces de leche, los dulces a base de frutas y las frutas cristalizadas que se fabrican de manera artesanal.

- ✓ Comprimidos: Se caracterizan por su elaboración con ingredientes en polvo, entre los que se encuentran la sacarosa, dextrosa, ácidos, color y sabor, además de agentes compactadores.
- ✓ Gomitas: Estos dulces generalmente están compuestos por un 8% de humedad. Para su fabricación se emplea pectina, almidón, grenetina, etc.
- ✓ Confitados: Estos dulces se conocen como grageados debido al equipo usado para cubrirlos, generalmente estos caramelos son cubiertos de azúcar, chocolate o una combinación de los dos.
- ✓ Malvaviscos: Son productos fabricados utilizando la cocción de azúcar, agua, glucosa u otros edulcorantes, con adiciones de gomas o grenetina y agentes espumantes.
- ✓ Paletas: Son productos que se pueden fabricar con gomitas, comprimidos o caramelos suaves.
- ✓ Goma de mascar: Son fabricadas con gomas naturales o gomas sintéticas, polímeros y copolímeros con adiciones de otros ingredientes y aditivos, siendo este el segmento de la confitería con una mayor participación en el mercado.

2.3.2 Principales materias primas utilizadas en confitería

El productor de dulces tiene la posibilidad de combinar una gran variedad de ingredientes funcionales utilizando un ilimitado número de formulaciones que definen las propiedades de los confites. La utilización de materias primas de buena calidad es primordial para la obtención de los productos en confitería. (Mejorado, 2006).

Según Mejorado (2006) la variedad de ingredientes que el productor de dulces tiene a su disposición es amplio, los principales ingredientes pueden ser:

- ✓ Sabores: Pueden ser artificiales y naturales
- ✓ Colorantes: Pueden ser naturales y artificiales.

En el proceso de fabricación del caramelo ha permanecido a través del tiempo la calidad tanto en materias primas como del proceso de elaboración. Al mismo tiempo, la

industria del chicle ha evolucionado de forma muy similar en la producción de una gran variedad de formas, texturas y sabores. (Mejorado, 2006).

A continuación se relaciona detalladamente en la siguiente tabla los diferentes tipos de confitería y materia prima.

Tabla 1. Relación de tipos de confitería y materia prima

Productos	Materias Primas base	Tipos Principales
Caramelos: Son pastas de azúcares concentradas al calor, endurecidas al enfriarse, quebradizas, savorizadas y coloreadas. Caramelos macizos o duros: son una masa de azúcar muy concentrada en estado cristalizado.	Azúcar, jarabe de glucosa y/o azúcar invertido, agua, sabores, colorantes.	Caramelos duros con o sin fruta, de hierbas, con leche, con y sin azúcar, con y sin relleno. Caramelo relleno centro constituido por frutas confitadas, cremas, derivados del cacao, pralinés, licores, etc.
Caramelo suave blando: Tiene una consistencia (masticable) blanda o cremosa, caracterizados por tener buenas propiedades de conservación aun siendo almacenado durante mucho tiempo.	Azúcar, jarabe de glucosa y grasas sólidas, humectantes, emulsificantes, gelificantes, almidón. Además se emplea leche (condensada edulcorada y sin edulcorar, fresca), nata y mantequilla, sabores, etc.	Caramelos chiclosos con frutas secas (sabor malta o chocolate) fudge de leche, textura elástica pero corta, chiclosa, puede ir con frutas secas. Estirados: frutales, metas, de textura corta. Aireados: Frutales, menta, leche, textura elástica. Bañados con coberturas.
Gomas y jaleas: Estos confites están determinados por el agente gelificante y el contenido de humedad.	Azúcar cristal, jarabe de glucosa, goma arábica, goma tragacanto, agar, grenetina, pectina.	Gomas de diferentes formas y figuras con o sin fruta.
Regaliz: Son productos elaborados usando extracto de regaliz, y su obtención es a partir de la raíz de la planta palo dulce o palo luz, este extracto es obtenido en jarabe y/o en polvo.	Azúcar, jarabe de glucosa, agua, féculas, harinas y dextrinas color y sabor.	Regaliz duro, colado, blando y elástico, pastas con sabor de frutas/ tipo fresa, pastas de azúcar/ nueces de coco.
Golosinas Aireadas: Son aquellas las cuales se les introduce el aire a	Azúcar, jarabe de glucosa, agua, agente espumante,	Malvavisco/ gelatina, turrón, beso de negra (albumina de huevo), barras aireadas (proteínas de

Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN

la masa más un agente espumante.	sabores.	leche y/o soya)
Fondant – Crema: Se distinguen por la consistencia de las masas, la diferencia se determina por el grado de cocción diferente y por la adición diferente de jarabe de glucosa.	Azúcar, jarabe de glucosa, agua fondant: azúcar invertido, invertasa/sorbitol.	El fondant se utiliza para la adición de componentes líquidos como alcohol y jugos de frutas. Se emplea para bombones de crema blandos y rellenos de crema semi – densos.
Gomas de mascar: Es un Producto elaborado con una base masticatoria plástica natural o sintética, azúcares, sabores y aditivos.	Goma base, azúcar glass, jarabe de glucosa y sabores.	Chicle de bomba, sin azúcar (Sucedáneos del azúcar)
Comprimidos: Elaborados por simple mezcla sin cocción y en frío.	Azucares, almidones, harinas y saborizantes	Comprimidos con dextrosa, comprimidos efervescentes, comprimidos sin azúcar.
Crocante: Es un producto crujiente de azúcar fundido que puede contener frutos secos tales como almendras o avellanas picadas.	Azúcar, avellanas, almendras, maní.	Crocante duro (azúcar, nueces), crocante blando (azúcar, jarabe de glucosa, frutos, leche, mazapán), crocante hojaldrado (azúcar, pasta de nueces)
Grageas y/o confitados: El grageado es un campo especial en la cocción de caramelos, se distinguen dos modalidades: grageado en frío y en caliente.	Grageas duras elaboradas a base de azúcar, agua, colorantes y cera. Grageas blandas elaboradas con azúcar, agua, jarabe de glucosa, colorantes y cera	Grageas de chocolate, nueces, almendras, pasas, frutos secos, centros de jalea y fondant, centros rellenos de caramelo duro, artículos de crocante, centros granulados y centros de goma de mascar. Peladillas, garapiñados, anises, grageas, pastillas de goma, comprimidos, artículos de regaliz, etc.

Fuente. Elaboración propia, basado en Mejorado (2006)

2.3.3 La confitería en Colombia

Concha (2013) afirma que en Colombia, la industria de la confitería ha incrementado su importancia gracias al crecimiento de la demanda a nivel mundial de los consumidores de todas las edades, y a la ventaja a nivel mundial que significa el producir internamente sus principales materias primas como lo son el cacao, el azúcar y la

glucosa. Es por esto que las compañías confiteras y chocolateras colombianas han decidido invertir en investigación y desarrollo, y asimismo en adquirir toda la infraestructura y maquinaria esencial para la ejecución de esta actividad, esto último con el objetivo de dinamizar el mercado interno y de esta manera incrementar la competitividad a nivel internacional logrando potencializar las exportaciones.

Según Procolombia (2014) la confitería en Colombia se caracteriza por su considerable dinamismo y su renovación constante, hoy día, hasta la fecha el sector de la confitería ha exportado alrededor de US\$301 millones a 104 países.

La tenencia de una posición geográfica estratégica contribuye a que el sector sea competitivo frente otros mercados. En su condición de país tropical, ubicado en zona ecuatorial, Colombia tiene la ventaja de producir azúcares en el transcurso de todo el año, siendo esto un factor importante el cual promueve el crecimiento de la industria confitera. A través de los años, Colombia ha tenido como propósito la innovación y ampliación de su oferta, lo cual le ha permitido contar hoy día con productos líderes en exportación, tales como los bombones, caramelos duros y blandos, gomas, chicles, confites y pastillas.

Adicional a lo anterior, el desarrollo del sector continúa y sigue mostrando mejoras con el fin de marcar la diferencia, y asimismo tener acceso a mercados más exclusivos con mayores capacidades de compra. Logrando que los productos de la confitería colombiana no solo lleguen a Latinoamérica, sino también a países europeos, africanos y asiáticos. (Procolombia, 2014).

Concha (2013) destaca que en Colombia se distinguen tres compañías que son importantes en el desarrollo de este mercado, las cuales son:

- ✓ El grupo Nutresa, actualmente se encuentra en doce países; cuenta con planta en ocho de ellos y en los últimos años ha alcanzado ventas de aproximadamente 301,9 billones de pesos colombianos anualmente, con lo cual abarca el 25,9% del mercado nacional.
- ✓ Colombina S.A. la cual es una empresa vallecaucana en con un crecimiento constante, al punto de lograr vender 262,9 billones de pesos colombianos al año,

ocupando el segundo puesto a nivel nacional y los primeros 50 en la industria de la confitería a nivel mundial.

- ✓ Aldor es una empresa vallecaucana fundada en la ciudad Cali que ha ingresado al comercio internacional a partir de 1993, y poco a poco se ha ido reconociendo como una potencia caleña, apostando asimismo a la inversión en el sector y a un aumento constante de su producción.

Hoy día, la cadena de producción confitera colombiana incluye dentro su portafolio chocolates, confites y envoltura, enfoca su oferta de exportación a bombones, caramelos, confites y pastillas, los cuales representan aproximadamente el 60% del total de exportaciones correspondientes al sector.

La región del Valle, así como cuenta con suelos y condiciones climáticas que logran el mantenimiento de la cosecha de la caña durante todo el año, cuenta con mano de obra calificada y el conocimiento de los grandes ingenios azucareros y plantas de producción, las cuales se ubican aledañas al puerto de Buenaventura, el cual es el principal puerto del país por volumen de carga, en donde se mueve el 60% del comercio exterior del país con la mayor parte de importaciones y exportaciones no tradicionales. (De Mercado, 2014)

De acuerdo a lo anterior, Colombia ha realizado esfuerzos por parte del sector privado y el sector público teniendo como objetivo dinamizar la cadena productiva de chocolatería, confitería y materias primas. Además, es importante destacar la formación técnica hacia el talento humano, lo cual se materializa en la Escuela de Formación en confitería del SENA en el Valle del Cauca, en donde se aporta conocimiento, equipos, experiencia y recursos para este propósito. De igual forma, el sector de la confitería se esfuerza por seguir los estándares de producción que logren la sostenibilidad ambiental y económica y de esta manera se pueda contribuir significativamente a la generación de empleo y desarrollo en la región. (Cámara de Comercio Colombo Americana, 2014)

2.4 Programa de transformación productiva en la Industria de la Confitería

El Programa de Transformación Productiva asociada a la industria de la confitería es “Cacao y sus derivados”, este sector está compuesto por dos eslabones los cuales son la producción de cacao en grano y la fabricación de productos derivados del cacao como lo son: licor de cacao, manteca de cacao, polvo de cacao, chocolates y confites.

En Colombia, el sector de Cacao y sus derivados se ha caracterizado a través del tiempo por la generación de empleo, desarrollo sostenible, ambiental y económico, apoyándose en la competitividad de los proveedores de materias primas. (Programa de Transformación Productiva, 2018)

La mayor de las fortalezas de la cadena se identifica en la industria de la confitería debido a los altos niveles de eficiencia que se manejan, lo cual influye en el incremento de la productividad mediante el uso de recursos tales como, materia prima, tecnología y mano de obra. La especialización que caracteriza a este sector le permite a la industria la realización de grandes inversiones en investigación y tecnología, apoyados por un importante componente publicitario y de mercadeo. (Programa de Transformación Productiva, 2013)

2.5 Proceso de Producción dentro de la cadena de suministro

Según el Manual de Logística y Competitividad de las PYME (2007) la Producción es clave dentro de la Cadena de Suministro de la organización. Una respuesta efectiva que conlleve a una ventaja competitiva en el mercado, respecto a los deseos y expectativas de los clientes dependerá en su mayor parte de cómo se desarrollen las tareas de producción, para lo cual es necesario el diseño, planificación y la ejecución de estrategias de producción acordes al tipo de organización y producto.

Por otro lado Anaya (2015) afirma que un proceso de producción es una serie de actividades dirigidas a la transformación de los recursos productivos en bienes o servicios, en el cual tiene lugar la interacción con la información y la tecnología, teniendo como objetivo final la satisfacción del cliente, lo anterior quiere decir que un

proceso de producción es una serie de acciones las cuales están relacionadas entre sí y cuya finalidad es la transformación de elementos, sistemas o procesos. Para la construcción de lo anterior son esenciales unos factores de entrada que, en el transcurso del proceso incrementarán su valor gracias a la transformación.

Continuando con la definición de la producción, Anaya (2015) la define en términos de sistemas, como un proceso en virtud del cual mediante la utilización de unos determinados recursos materiales y humanos (inputs), se les aplica una cierta tecnología para obtener bienes y servicios (outputs); es decir, cuando los bienes obtenidos se materializan en forma de productos tangibles, esto se conoce como producción industrial, mientras que cuando se obtiene una determinada prestación o información se denomina producción de servicios.

Según Anaya (2015) los recursos se dividen en las siguientes categorías:

- ✓ Recursos materiales: materias primas, componentes o semielaborados y consumibles en general.
- ✓ Recursos humanos: empleo de mano de obra directa que es aquella que físicamente elabora el producto, así como de mano de obra indirecta, que es la que interviene en la dirección, supervisión y control de los procesos productivos.
- ✓ Recursos de capital: corresponde a la utilización de maquinaria, útiles y herramientas en general, es decir, toda la infraestructura necesaria para materializar los procesos productivos.
- ✓ Recursos energéticos: empleados tales como gas, electricidad, etc.

CAPÍTULO 3: CONTEXTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA SWIKAR

3.1 Generalidades de la empresa

Swikar es una empresa fabricante y distribuidor mayorista de caramelos artesanales a base de azúcar, entre estos se encuentran, caramelos con figuras y mensajes, chupetes de fantasía, caramelos clásicos artesanales y caramelos rellenos, confituras y

artesanías dulces. A su vez, SWIKAR ofrece caramelos duros con figuras, caramelos tradicionales con o sin relleno, chupetes, bastones, palitos de caramelos y confituras (de flores). Cuenta con 5 trabajadores: una persona encargada de la parte Administrativa y Financiera y cuatro operarios, los cuales se rotan el trabajo de la fabricación del caramelo. La planta de producción está ubicada en la ciudad de Cali, en el Barrio Porvenir Cra. 4C #34-27.

3.2 Mapa de procesos de la empresa

Actualmente SWIKAR no cuenta con un mapa de procesos definido, por lo tanto, como resultado de esta investigación se propuso un mapa el cual muestra una visión general del sistema de gestión. En este mapa se representaron los procesos que componen el sistema y de la misma manera sus relaciones principales. (Ver

Figura 6)

SWIKAR fabrica caramelos artesanales con un alto nivel de innovación, la fabricación de los productos es una combinación de técnicas manuales y utilización de máquinas las cuales agilizan el proceso de fabricación con el estiramiento y corte del caramelo. De acuerdo a la observación directa se establecieron y definieron las siguientes etapas correspondientes al proceso de producción del caramelo, las cuales son: cocci3n y vac3o, coloreado, armado de figura, estiramiento y corte del caramelo, y empaque del producto terminado, estas etapas participan directamente en la obtenci3n del producto final, adem3s de los procesos operativos, la empresa cuenta con procesos estrat3gicos y de apoyo, entre los procesos estrat3gicos, es decir, aquellos que direccionan la empresa se encuentran, planeaci3n estrat3gica y gesti3n administrativa; y entre los procesos de apoyo se encuentran mantenimiento, control de calidad,

compras, gestión de marketing y gestión del talento humano, los cinco operarios con los que cuenta SWIKAR son los encargados de establecer entradas y salidas para la óptima ejecución de la fabricación del caramelo artesanal.

Figura 6. Mapa de Procesos propuesto para SWIKAR



SEGUIMIENTO Y CONTROL

Fuente. Elaboración propia, basado en Swikar (2018)

3.3 Situación actual del proceso de producción de SWIKAR

SWIKAR tiene como propósito identificar las oportunidades de mejora en su proceso de producción, y asimismo mejorar la productividad. En este diagnóstico se determinó la situación actual, es decir, cómo la empresa desempeña las actividades del proceso de producción y asimismo se identificaron las no conformidades y mudas existentes por medio del DMAIC mediante la implementación del Seis Sigma.

Para el desarrollo de este trabajo solo se tuvo en cuenta el proceso de producción del caramelo tradicional de sabores frutales (Ver Figura 7) debido a que este es el producto principal de la empresa con el cual que se genera un mayor volumen de ventas, y por lo tanto una mayor productividad.

Figura 7. Caramelos artesanales de sabores frutales



Fuente. Swikar (2018)

3.3.1 Proceso básico de planeación de la producción diaria

La preparación diaria de caramelo se hace formado un mix de colores surtidos que son básicamente el rojo, azul, amarillo, verde, naranja, entre otros. Para esta preparación

no es de importancia el sabor de la fruta que se vaya aplicar. Cabe aclarar que por la demanda de los clientes no puede faltar en la producción diaria los sabores de sandía y mora azul, ya que son los sabores favoritos del público en general.

Los operarios son los encargados de escoger que sabores se harán en el día de acuerdo a los colores de los caramelos que hay en inventario, es decir, ellos conforman canastas de 30 kg de caramelo cada una, formando un mix de colores entre todas las canastas (Ver Figura 8), entonces, dependiendo de los colores que falten en dichas canastas se hace el plan de producción.

Figura 8. Canastas de caramelos terminados con colores surtidos



Fuente. Swikar (2018)

3.3.2 Proceso de Producción de SWIKAR detallado

Se identificó por medio de observación directa el proceso de producción del caramelo en un día normal de trabajo.

Se detalló paso a paso el proceso de producción de SWIKAR el cual está compuesto por las siguientes etapas: Cocción y vacío, Coloreado, Armado de figura, Estiramiento y Corte del caramelo, y Empaque del producto terminado. (Ver

Figura 9)

En un día normal de trabajo, un operario inicia el día de trabajo encendiendo la caldera la cual se demora aproximadamente 45 minutos para llegar a la presión necesaria que permite que haya vapor suficiente para cocinar, esta genera la electricidad a la cocinadora, el egalizador, bastoneador y cortadora, además se prende el compresor el cual facilita el paso del vapor a la cortadora y a la cocinadora, haciendo

que funcione la bomba de motor de la caldera y que pase aire a presión a la cortadora para que funcione la cuchilla.

Mientras transcurre este tiempo se planea que dulces se harán en el día y de acuerdo a eso se prepara la materia prima que se usará en las 8 órdenes de producción de caramelo a fabricar, se alista la cantidad de azúcar, la cantidad de glucosa y su peso exacto en recipientes metálicos, inicialmente solo se preparan 4 recipientes para los primeros 4 caramelos.












En un día de producción normal se fabrican 8 caramelos frutales, para la fabricación de cada uno se necesita de: 20 kg de azúcar, 10,5 kg de glucosa, 6 litros de agua, 180 gramos de ácido cítrico y 180 gramos de saborizante. (Ver Anexo 1)

A continuación se representa el proceso de producción de caramelo a través de un diagrama de proceso (Ver

Figura 9) donde se logra de forma sistemática y secuencial documentar las actividades que realizan los operarios en la fabricación del caramelo desde la etapa de cocción y vacío hasta la etapa de empaque.

Figura 9. Diagrama de Proceso de SWIKAR

Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN

Diagrama de Proceso										
Diagrama Num:		Hoja Núm de		Resumen						
Objeto: Fabricación de caramelo artesanal tradicional de 25 kg de azúcar		Actividad		Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: Proceso de cocción y vacío hasta estiramiento del caramelo y corte.		Operación 		x						
Lugar: Planta de Fabricación, Brr. Porvenir, Cali.		Transporte 								
Operario (s): Diego y Jose Ficha núm:		Espera 								
		Inspección 								
Compuesto por: Alexa Tirado Fecha:		Almacenamiento 								
Aprobado por:		Distancia (m)								
		Tiempo (min-hombre)								
		Costo								
		- Mano de obra								
		- Material								
		Total								
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo					Observaciones	
										
Prender caldera		40 min		●						Se prende a las 6 de la mañana. Solo se hace una vez en el día
Prender compresor de aire				●						Permite que pase aire a presión a la cortadora y a la bomba de vacío
Esperar que caliente la caldera					●					
Prender máquinas		38 min		●						
Montar Olla				●						Se monta olla cuando la caldera llega a 100°C
Empezar proceso de cocción				●						
Buscar agua y pesarla				●						
Agregar agua a la cocción en la cocinadora				●						
Buscar azúcar				●						
Agregar azúcar a la cocción en la cocinadora				●						
Inspeccionar temperatura				●						
Esperar que la temperatura llegue a 92°C				●						
Verificar que la temperatura se encuentre entre 92°C a 95°C				●						
Buscar Glucosa				●						
Agregar glucosa a la cocción en la cocinadora				●						
Inspeccionar la cocinadora				●						
Inspeccionar temperatura de la cocción				●						
Buscar y pesar saborizante				●						
Esperar que la temperatura llegue a 142°C			●							
Verificar que la temperatura se encuentre en 142°C			●							

Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN

Agregar saborizante a la cocción en la cocinadora									
Pesar ácido cítrico									
Llevar el ácido cítrico a la mesa de vaciado									
Buscar masa desengrasante									Debe estar en el cuarto frío de empaque
Llevar masa desengrasante al cuarto de la cocinadora									
Limpiar tachó									
Aplicar masa desengrasante al tachó y a la Olla									
Prender bomba de vacío									
Inspeccionar la presión de vacío									
Aplicar masa desengrasante al marmol de vaciado del caramelo									
Colocar masa desengrasante en el cuarto de empaque									
Buscar espátulas, tijeras, preparar materia prima, buscar y usar elementos de protección personal.									Se prepara la materia prima de toda la producción del día
Apagar bomba de vacío									
Ubicar olla pequeña frente al tachó									
Echar caramelo del tachó a la olla pequeña	1 min								
Transportar Olla con caramelo a la mesa de vaciado									
Echar caramelo en la mesa de vaciado									
Transportar Olla vacía al cuarto de la caldera									
Ir a mesa de vaciado de caramelo									
Aplicar color al caramelo según el diseño de la fruta con espátula	5 min								
Aplicar ácido cítrico									
Llevar la espátula al lavamano									
Inspeccionar la temperatura del caramelo en la mesa de vaciado	3 min								
Esperar que el caramelo se pueda manipular									
Separar el caramelo por colores con tijeras									Empieza la fabricación del segundo caramelo desde "Montar Olla"
Pasar el caramelo dividido por colores de la mesa de vaciado a la mesa de frío									
Amasar en la mesa de frío el caramelo separado por colores de acuerdo a la figura de la fruta									
Llevar a estrechadora la división de caramelo que se necesite airear	12 min								Esto se hace con el fin de potencializar el color y el sabor dependiendo de la fruta
Transportar el caramelo de la mesa de frío a la mesa caliente									
Amasar en la mesa caliente el caramelo separado por colores de acuerdo a la figura de la fruta									
Armar la figura de la fruta en versión gigante									

Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN

Transportar el caramelo armado al bastoneador									
Estirar el caramelo armado con una tijera y una pistola de calor para pasarlo al egalizador									
Inspeccionar en la máquina calibradora del egalizador la velocidad de los discos									
Inspeccionar que el caramelo no se abulte en el bastoneador y verificar su correcto paso al egalizador		24 min							
Inspeccionar que la barra de caramelo delgada pase correctamente desde el egalizador a la cortadora									
Seguir estirando el caramelo con una tijera y una pistola de calor para pasarlo al egalizador									
Inspeccionar temperatura del caramelo									
Cortar barras delgadas de caramelo en la cortadora									
Almacenar caramelo cortado en una canasta									
Empacar el producto terminado en bolsas									
Total		123 min		36	11	4	9	1	

Fuente. Elaboración propia (2018)

A continuación en la Figura 10, se elaboró el diagrama BPMN del proceso de Producción del Caramelo donde se modelaron cada una de las etapas que lo conforman las cuales son: cocción y vacío; coloreado; armado de figura; estiramiento y corte; y empaque, seguidamente se hizo una descripción de las mismas.

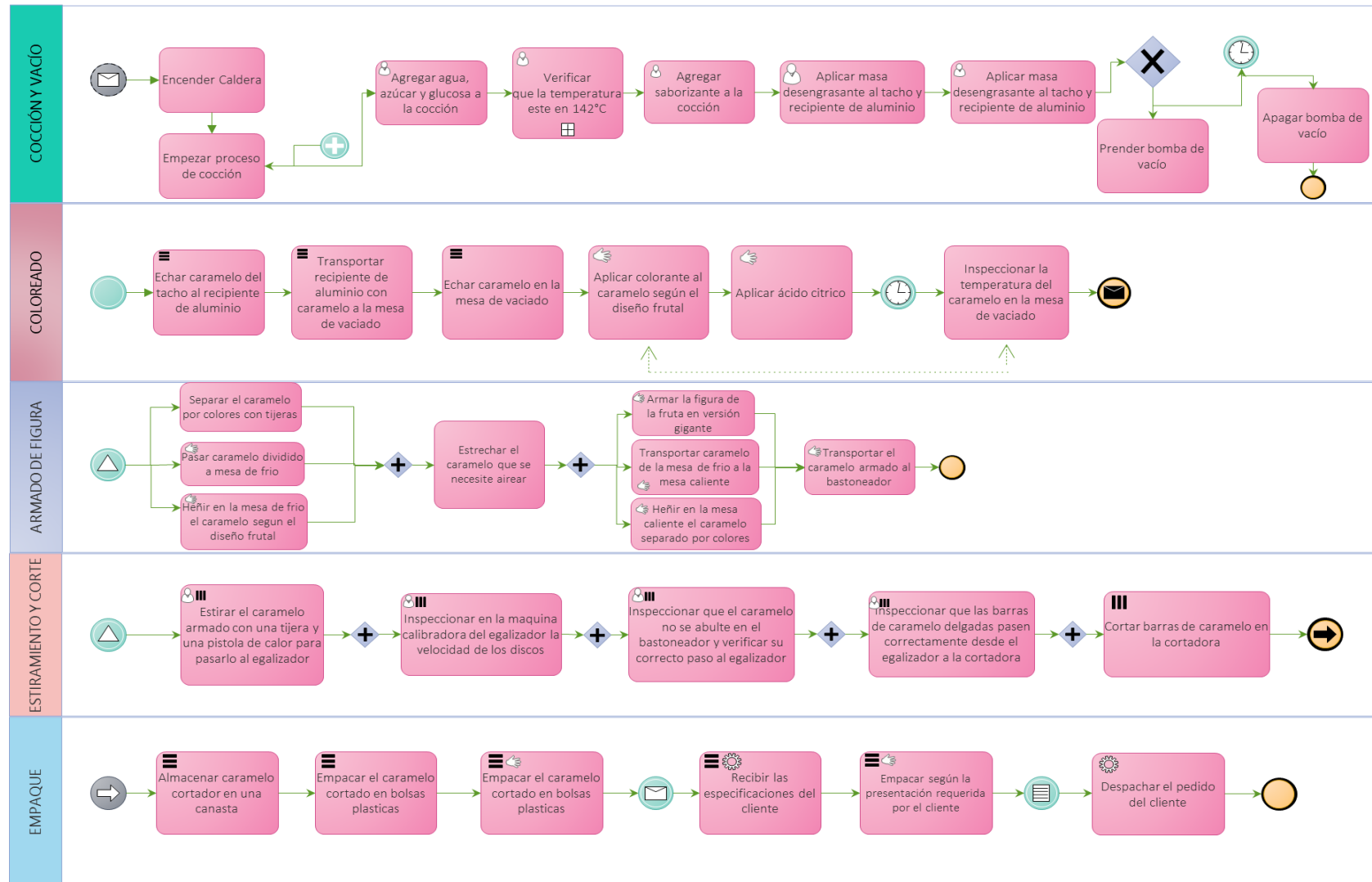
Ver diagrama BPMN ampliado: [BPMN proceso de producción SWIKAR](#)

✓ Cocción y Vacío del Caramelo

Este proceso empieza cuando la caldera llega a los 100 PSI e inicia la cocción del caramelo con la adición de los ingredientes a la cocinadora, la cantidad de ingredientes a aplicar depende de la cantidad de caramelo terminado que se requiera.

Generalmente se aplican los ingredientes para fabricar un caramelo de 28 a 30 Kg aproximadamente. Para esto, un operario empieza añadiendo 6 litros de agua y 20 Kilogramos de azúcar verificando la temperatura de la cocinadora constantemente hasta que se encuentre en un rango de 92 a 95°C, cuando la temperatura está en 92°C se añaden 10,5 Kg de glucosa; mientras se cocina el caramelo, se pesa el saborizante del primer caramelo y se preparan los colorantes amarillo, azul y rojo, y se colocan en la mesa de mármol de vaciado, posteriormente se prepara la cortadora, y se pesa el ácido cítrico para colocarlo en la mesa de vaciado del caramelo.

Figura 10. Diagrama BPMN del Proceso de Producción de SWIKAR



Fuente. Elaboración propia en Edraw Max (2018)

Seguidamente, el operario verifica que la temperatura haya llegado a los 142°C para aplicar el saborizante a la cocción del caramelo. Cuando se ha añadido el saborizante, se busca la masa desengrasante ubicada en el cuarto de empaque y se aplica al tacho y al recipiente metálico circular, esto es con el fin de que el caramelo no se pegue, ya teniendo todo listo, se procede a prender la bomba de vacío que consiste en extraer toda la humedad del caramelo para evitar que este se pegue cuando se vaya a empacar, asimismo se inspecciona la presión de vacío, se aplica masa desengrasante a la mesa de mármol de vaciado del caramelo, y los dos operarios responsables de la producción se colocan todos los elementos de protección personal como guantes, tapabocas y orejeras, además preparan herramientas como tijeras y espátulas, y posteriormente preparan los ingredientes a usar en la próxima orden de producción. (Ver Anexo 2)

Luego, Aproximadamente en 4 minutos se apaga la bomba de vacío para pasar el caramelo del tacho al recipiente metálico circular.

✓ **Coloreado del Caramelo**

Este proceso empieza después de haber transportado el caramelo del recipiente metálico a la mesa de mármol donde es vaciado el mismo. Posterior al depósito del caramelo en la mesa de mármol, se transporta el recipiente al cuarto de la caldera.

De acuerdo al color de la fruta del caramelo que se vaya a fabricar se aplican y se combinan con una espátula los colores primarios, amarillo, azul y rojo con el fin de conseguir el color deseado, además se aplica al caramelo ácido cítrico y colorante blanco, esta combinación se hace directamente en el caramelo el cual queda dividido por los colores del diseño de la fruta, al terminar, se lleva la espátula empleada al lavamanos. (Ver Anexo 3)

✓ **Armado de Figura del Caramelo**

Este proceso empieza después de que el caramelo acabado de colorear (Ver Anexo 3) pueda manipularse, para esto, 2 operarios inspeccionan la temperatura hasta que sea posible maniobrar el caramelo con las manos sin ningún problema, generalmente esta

espera dura entre 2 a 3 minutos aproximadamente, en este tiempo se pesa y se alista el sabor de la próxima orden de producción.

Posteriormente, los 2 operarios cortan con una tijera el caramelo previamente dividido por colores, y simultáneamente comienzan una segunda orden de producción empezando el proceso de cocción.

Seguidamente, luego de cortar el caramelo por colores, se espera un poco más hasta que se pueda manipular y dar forma. El caramelo dividido se pasa a la mesa de frío y se hiñe para conseguir el color exacto de la fruta, la estrechadora se usa dependiendo de los colores que tiene el diseño de la fruta, es por esto que su uso es diferente en cada caramelo, la función de esta máquina es airear el caramelo, cambiar el tono de color de acuerdo a como se requiera y potencializar el sabor, por ejemplo, en el caso de la sandía, se airea el rosado y el blanco. (Ver Anexo 4, paso 5)

Luego, el caramelo que aún no ha sido manipulado se pasa a la mesa caliente con el fin de mantenerlo en la temperatura apta para ser moldeado evitando que se endurezca, la mesa caliente debe tener una temperatura de 80°C, simultáneamente se usa el bastoneador para redondear partes de la fruta como las pepas (Ver Anexo 4, paso 6), esta máquina mantiene caliente el caramelo, le da vueltas para mantenerlo en forma cilíndrica y al mismo tiempo lo va estirando, el bastoneador se usa también dependiendo del diseño de la fruta.

Finalmente, luego de tener todas las partes del diseño de la fruta, y haberlo armado en la mesa de frío, se terminan los últimos detalles en la mesa caliente y queda listo para pasar al proceso de estiramiento y corte del caramelo.

✓ **Estiramiento y Corte del Caramelo**

Este proceso empieza cuando dos operarios pasan el caramelo con la figura terminada en versión gigante al bastoneador (Ver Anexo 5, paso 1), el cual se encarga de darle la forma cilíndrica al caramelo y estirarlo, un operario con la ayuda de sus manos y una pistola de calor manipula el caramelo en el bastoneador para que pase sin problema al egalizador (Ver Anexo 5, paso 2), el cual tiene una máquina calibradora donde se inspecciona la velocidad de los discos para que el caramelo no se enrede y pase sin

dificultad, además de lo anterior, se debe tener especial cuidado cuando la barra delgada de caramelo está pasando a la cortadora ya que existe el riesgo de que se doble y no logre pasar.

Este procedimiento de cuidado e inspección lo realizan los dos operarios hasta que no quede caramelo en el bastoneador y egalizador. El caramelo cortado en trozos pequeños desciende en el túnel de frío donde finalmente cae en una canasta.

✓ **Empaque del producto terminado**

Posteriormente a que el caramelo cortado en trozos ya ha sido depositado en la canasta (Ver paso 7, Anexo 5) este se empaqueta en bolsas y se cierran con una selladora, generalmente salen de 9 a 10 bolsas cada con una capacidad de 3 Kg. Estas bolsas se colocan en canastas. (Ver Anexo 6)

De acuerdo a los pedidos de los clientes los caramelos se empaquetan en la presentación requerida por los mismos (Ver Anexo 7), esto lo hacen de 2 a 3 operarios dependiendo del tiempo que se disponga sin recurrir en retrasos en la entrega y despacho a los clientes.

Posterior a la descripción realizada en detalle de cada etapa del proceso de producción del caramelo, a continuación se aplicó la metodología Seis Sigma a través del ciclo DMAIC (Definir, medir, Analizar, Mejorar y Controlar) el cual es considerado un proceso de mejora, sistemático y basado en hechos.

CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DMAIC

La metodología Seis Sigma permitió identificar la capacidad de cada etapa del proceso de producción del caramelo con el fin de reducir los defectos en partes por millón de las mismas. Para usar esta herramienta se utilizó el Método DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar). (Garza et al., 2016)

Para la etapa de medir se utilizaron las métricas propias de la metodología Seis Sigma. Con la intención de desarrollar el análisis del proceso de producción se utilizó el

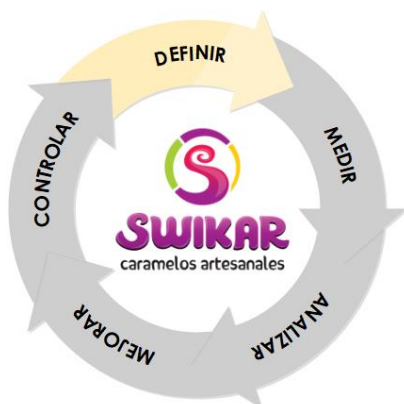
QFD, para la mejora se utilizó el AMEF, y con el fin de establecer las acciones de control se utilizaron los mecanismos a prueba de falla o Poka Yoke.

A continuación se desarrolla cada etapa del método DMAIC.

4.1 Definición y Diagramación Del Proceso De Producción De Caramelos

Para la implementación de la metodología DMAIC la cual forma parte de la metodología Seis Sigma, se inició con la etapa de Definir (Ver Figura 11), donde se detalló el problema a resolver, esta primera etapa fue fundamental para el establecimiento de unos correctos indicadores los cuales permitieron tener un mejor conocimiento de la situación.

Figura 11. Definir el proceso de producción de caramelos



Fuente. Elaboración propia (2018)

En este primer paso de la metodología DMAIC, se describió el proceso de producción de SWIKAR, y se definieron las etapas que intervienen en el proceso, al mismo tiempo, se estableció el orden de ejecución de las mismas.

De igual forma, se detalló la problemática en cuanto al desperdicio generado en el proceso productivo, dicha problemática se consideró el punto de partida en esta investigación.

A través del análisis de las etapas del proceso de producción del caramelo se identificó cual está causando la mayor cantidad de desperdicio, para de esta forma buscar alternativas de mejora y mecanismos que permitan prevenir las fallas.


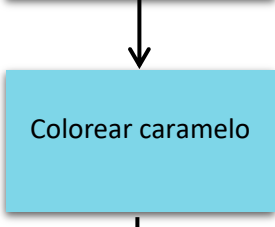
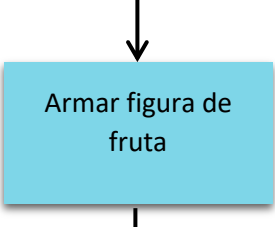
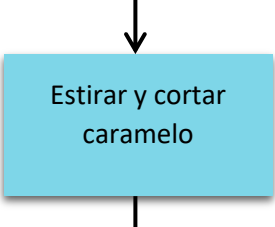
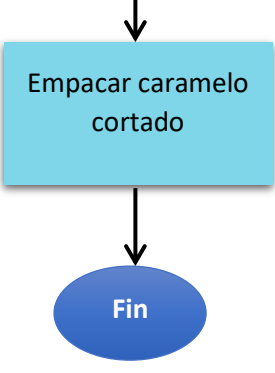
4.1.1 Descripción del proceso de Producción de Caramelos

El proceso de producción de caramelos que se analizó en esta investigación inició con el proceso de cocción y vacío, aquí es donde se cocina el caramelo el cual posteriormente pasa a la mesa de vaciado donde tiene lugar la etapa de coloreado, esta etapa consiste en colorear el caramelo con los colores del diseño frutal que se va a fabricar, luego de tener el caramelo dividido por colores, se procede a la etapa de armado de figura donde 2 operarios elaboran la figura de la fruta del caramelo en versión gigante manualmente, para finalmente pasar a la etapa de estiramiento y corte del caramelo, donde el caramelo armado se introduce en el bastoneador el cual trabaja en conjunto con el egalizador y la cortadora estirando y cortando el caramelo, esta etapa requiere de la inspección y supervisión constante de los operarios ya que el caramelo se puede retener en la máquina provocando el daño de la totalidad del mismo o generando una gran cantidad de desperdicio en la máquina cortadora.

A continuación, por medio del siguiente flujograma (Ver Figura 12) se describe cada etapa del proceso de producción del caramelo de forma secuencial.

Seguidamente, se muestra la elaboración de los SIPOCS de cada etapa del proceso de producción del caramelo, para lo cual se desarrollaron diagramas de flujo correspondientes a cada etapa para la mayor comprensión de estas.

Figura 12. Flujograma del proceso de producción del caramelo

Ítem	Flujograma	Definición
1		<p>Este proceso empieza cuando la caldera llega a los 100 PSI y se adicionan los ingredientes a la cocinadora para iniciar la cocción del caramelo, la cantidad de ingredientes a aplicar depende de la cantidad de caramelo terminado que se requiera.</p>
2		<p>De acuerdo al color de la fruta del caramelo que se vaya a fabricar se aplican y se combinan con una espátula los colores primarios, amarillo, azul y rojo con el fin de conseguir el color deseado, además se aplica al caramelo ácido cítrico y colorante blanco, esta combinación se hace directamente en el caramelo el cual queda dividido por colores.</p>
3		<p>Con una tijera se corta el caramelo previamente dividido por colores y se pasa a la mesa caliente y a la mesa de frio para armar de forma manual la figura de la fruta en versión gigante.</p>
4		<p>Este proceso empieza cuando dos operarios pasan el caramelo con la figura terminada en versión gigante al bastoneador, el cual se encarga de darle la forma cilíndrica al caramelo y estirarlo para que pase sin problema al egalizador y finalmente a la cortadora.</p>
5		<p>Posteriormente, luego de que el caramelo cortado en trozos ya ha sido depositado en la canasta, este se empaca en bolsas y se cierran con una selladora para luego empacarlos en los diferentes tipos de empaque según los pedidos realizados por los clientes.</p>

Fuente. Elaboración propia (2018)

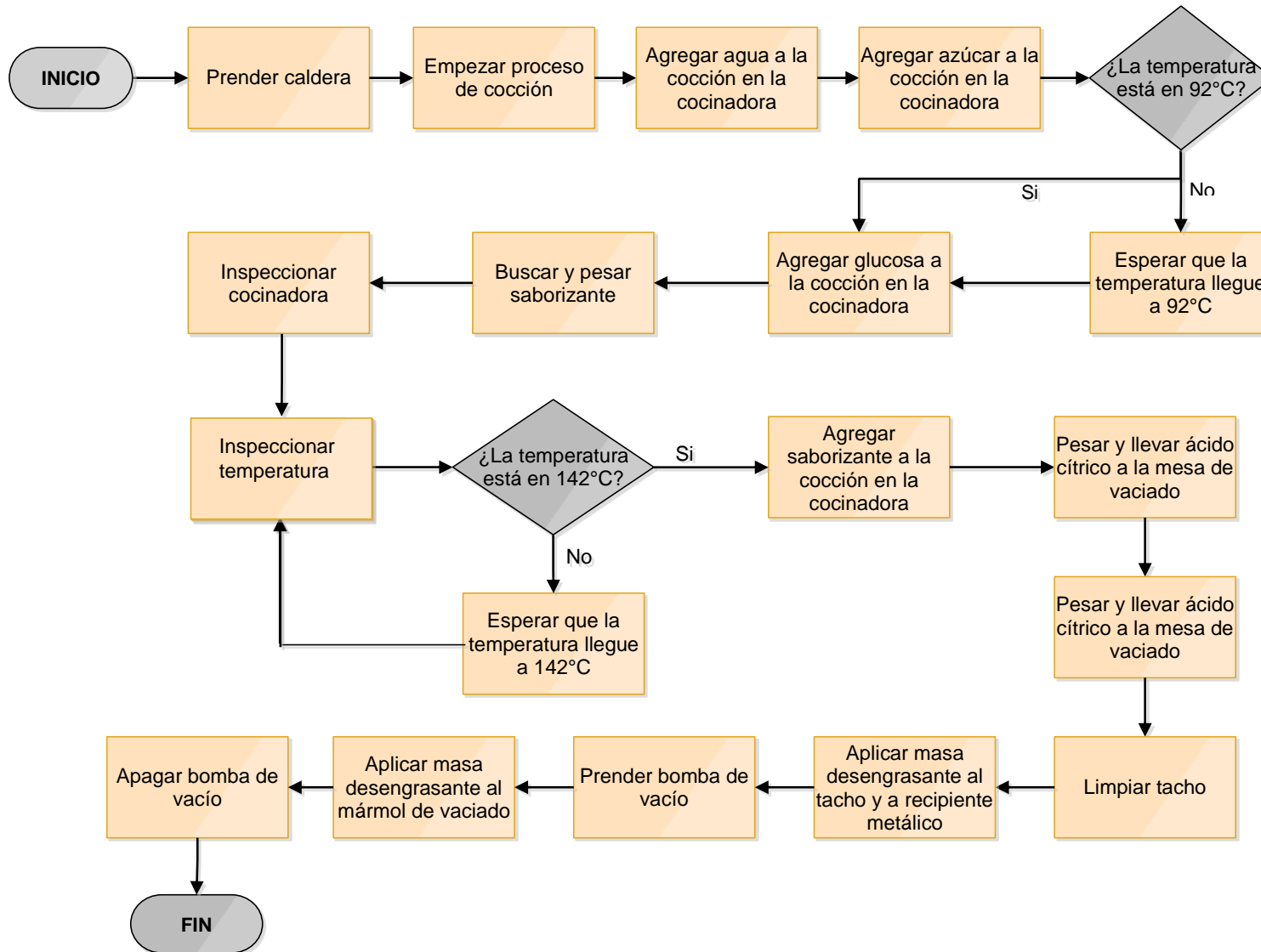
4.1.2 SIPOC etapa de Cocción y Vacío del Caramelo

Tabla 2. SIPOC etapa de Cocción y Vacío del caramelo

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Operario 1	Agua Azúcar Glucosa Saborizante Caldera Cocinadora	Ver Figura 13 Correspondiente al diagrama de flujo de la etapa de cocción y vacío del caramelo.	Se obtiene el caramelo con el sabor requerido Recipiente metálico circular Masa desengrasante	Operario 1 Operario 2 Etapa de coloreado

Fuente. Elaboración propia (2018)

Figura 13. Etapa de cocción y vacío del caramelo



Fuente. Elaboración propia en Edraw Max (2018)

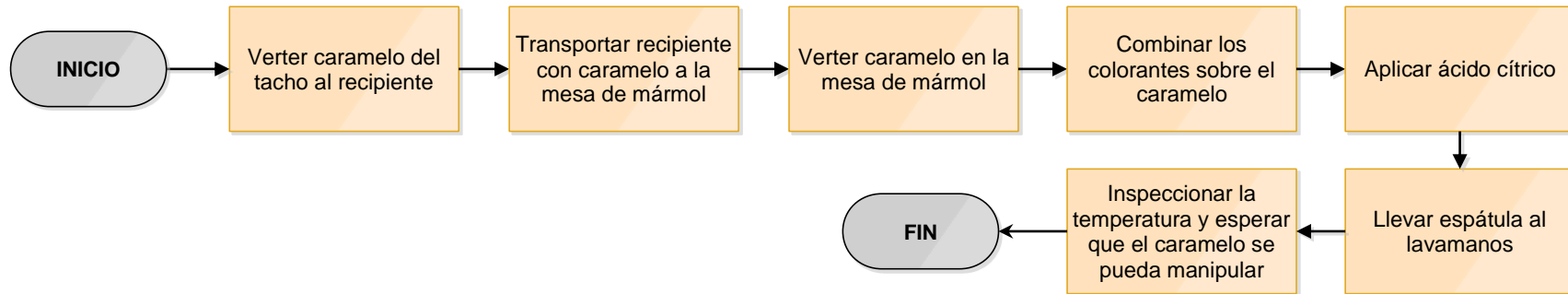
4.1.3 SIPOC etapa de Coloreado del Caramelo

Tabla 3. SIPOC etapa de Coloreado del caramelo

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Operario 1 Operario 2	Mesa de mármol Espátulas Colorantes amarillo, azul y rojo Ácido cítrico Recipiente metálico circular	Ver Figura 14 Correspondiente al diagrama de flujo de la etapa de coloreado del caramelo.	Se obtiene el caramelo con la combinación de colores de acuerdo a la figura y colores de la fruta.	Operario 1 Operario 2 Etapa de armado de figura

Fuente. Elaboración propia (2018)

Figura 14. Etapa de coloreado del caramelo



Fuente. Elaboración propia en Edraw Max (2018)

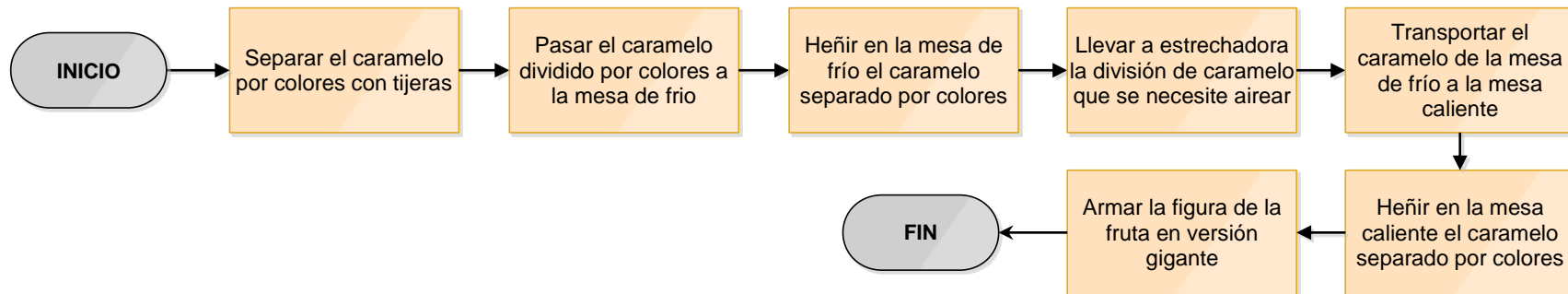
4.1.4 SIPOC etapa de Armado de Figura del Caramelo

Tabla 4. SIPOC etapa de armado de figura del caramelo

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Operario 1 Operario 2	Mesa de mármol Caramelo coloreado Tijeras Espátula Mesa de frío Mesa caliente Estrechadora	Ver Figura 15 Correspondiente al diagrama de flujo de la etapa de armado de figura del caramelo.	Se obtiene el caramelo armado con la figura de la fruta en versión gigante	Operario 1 Operario 2 Etapa de Estiramiento del caramelo y corte

Fuente. Elaboración propia (2018)

Figura 15. Etapa de armado de figura del caramelo



Fuente. Elaboración propia en Edraw Max (2018)

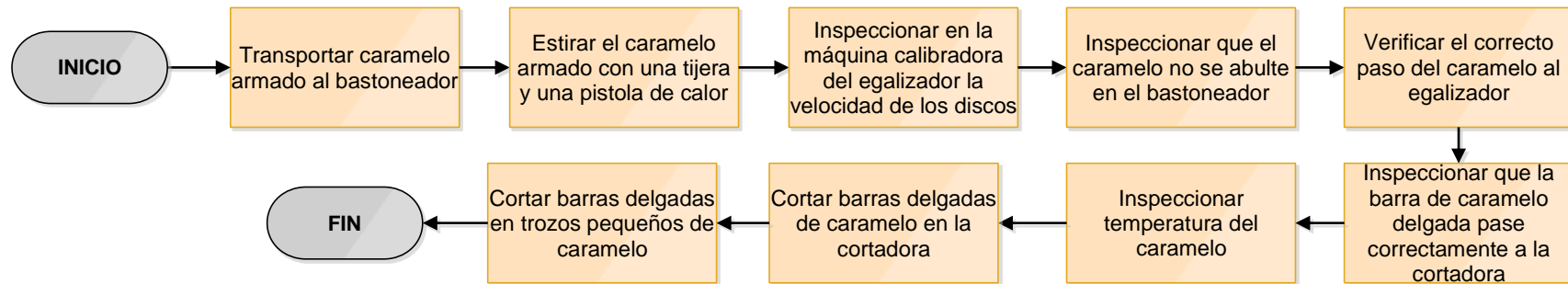
4.1.5 SIPOC etapa de Estiramiento y Corte del Caramelo

Tabla 5. SIPOC etapa de estiramiento y corte del caramelo

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Operario 1 Operario 2	Caramelo con diseño en versión gigante Bastoneador Pistola de calor Egalizador Cortadora	Ver Figura 16 Correspondiente al diagrama de flujo de la etapa de estiramiento y corte del caramelo.	Se obtiene el caramelo cortado en pequeños trozos Túnel de frio Canasta	Operario 1 Etapa de empaques del producto terminado

Fuente. Elaboración propia (2018)

Figura 16. Etapa de estiramiento del caramelo y corte



Fuente. Elaboración propia en Edraw Max (2018)

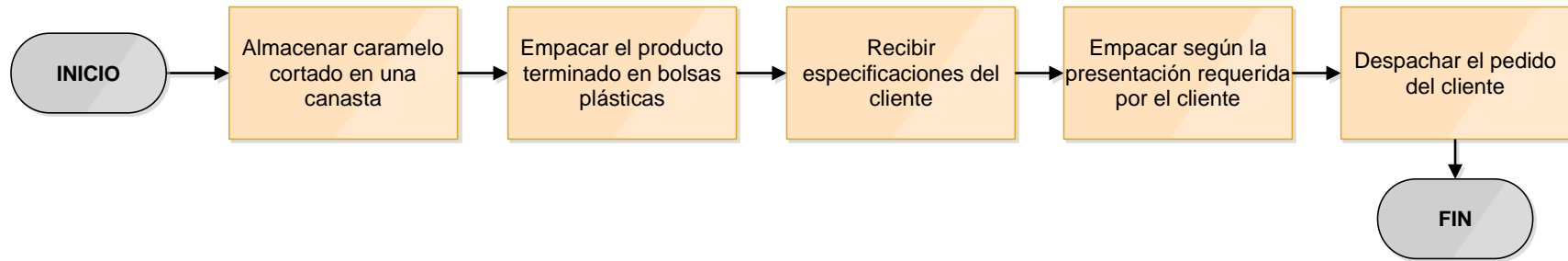
4.1.6 SIPOC etapa de Empaque del Producto terminado

Tabla 6. SIPOC etapa de empaque del producto terminado

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Operario 1	<p>Caramelo cortado en trozos pequeños</p> <p>Canasta con caramelos cortados</p> <p>Bolsas de plástico</p> <p>Selladora de bolsas</p>	<p>Ver Figura 17</p> <p>Correspondiente al diagrama de flujo de la etapa de empaque del producto terminado.</p>	<p>Caramelo empacado en bolsas plásticas</p> <p>Caramelo empacado en la presentación requerida por el cliente</p>	<p>Empresas distribuidoras de caramelos</p> <p>Cientes corporativos</p>

Fuente. Elaboración propia (2018)

Figura 17. Etapa de empaque del producto terminado



Fuente. Elaboración propia en Edraw Max (2018)

4.1.7 Descripción de la problemática

La problemática que se presentó en el proceso de producción del caramelo surgió principalmente a partir de la cantidad de desperdicio de caramelo generado en cada etapa del proceso, lo cual es causado por diferentes factores tales como:

✓ Recurso humano limitado

En SWIKAR no se tiene un adecuado manejo de personal, la dueña de la empresa es la encargada de las funciones referentes a compras, ventas, recursos humanos, planeación de la producción, recibo de pedidos, orden de empaques, programación de la empresa de transporte, entre otras funciones, por lo que en ocasiones no se brinda la suficiente atención a temas concernientes a cada eslabón de la cadena de abastecimiento, siendo la producción la más afectada por la no estandarización de las etapas del proceso.

✓ Máquinas críticas en el proceso de producción

Swikar cuenta con un Outsourcing de mantenimiento de las máquinas empleadas para la producción del caramelo, un ingeniero mecánico es el encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas, y un calderista experimentado es quien le hace mantenimiento preventivo y correctivo a la caldera. Las máquinas críticas son la caldera, la cocinadora y la cortadora debido a que son sensibles, cualquier falla puede parar la producción.

Respecto a la cortadora, los tiempos de producción de la misma se pueden desajustar, o en el peor de los casos, puede sufrir un daño eléctrico internamente causando de esta forma grandes cantidades de desperdicio de caramelo considerándose crítica la etapa de estiramiento y corte del caramelo (Ver Anexo 8), y consigo la etapa de empaque, pues en esta última es donde se extrae y se desecha todo el caramelo no conforme previamente cortado.

✓ **Plan de trabajo sin organización y planificación**

Con el fin de cumplir la meta del día de hacer 8 caramelos, la mayoría de las veces los operarios trabajan sin hacer pausas para descansar, lo cual hace que aproximadamente en el quinto caramelo se empiece a generar un desperdicio significativo del caramelo y una menor cantidad en producto final, todo esto debido a que los operarios se encuentran cansados y su rendimiento disminuye en gran medida.

Además, el caramelo con la figura armada en versión gigante a medida que va transcurriendo el día, los operarios lo sienten más pesado y por la alta temperatura que este mantiene no es fácil montarlo en el egalizador, haciendo que el caramelo en ocasiones se dañe o no pase en su totalidad a la cortadora, causando que aproximadamente en los caramelos 6, 7 y 8 existan muchas paradas por la suspensión del egalizador ya que la cortadora se descontrola y las barras de caramelo no se cortan en el tiempo correspondiente.

Con el propósito de aumentar la productividad y tener fabricado una mayor cantidad de caramelos, en ocasiones se han decidido fabricar 8 caramelos con una mayor proporción en los ingredientes, es decir, caramelos de 25 kg de azúcar, pero debido a que la proporción de caramelo es mayor y no existe preparación adecuada por parte de los operarios para el manejo de los mismos, en las últimas ordenes de producción del día, la temperatura se vuelve muy difícil de manejar por lo que el caramelo se endurece impidiendo su correcto paso entre el bastoneador y el egalizador. (Ver Anexo 9) o en otros casos, la temperatura del caramelo cuando se encuentra en la cortadora supera los 70°C lo cual hace que se dañen sus mecanismos internos.

La gran cantidad de desperdicio generado se da cuando se toman este tipo de decisiones sin hacer las respectivas pruebas en las máquinas y no se tienen en cuenta las restricciones de temperatura y tiempo en las máquinas.

✓ **Apariencia, sabor e higroscopicidad del caramelo no conformes**

Cuando el sabor es muy agudo y la figura de la fruta no es acorde al estándar, el caramelo debe ser desecho puesto que no cumple con los requerimientos de uniformidad en el producto. El alto grado de higroscopicidad del azúcar, predispone al producto final a daños irreversibles que convergen al desperdicio del caramelo, cabe destacar que a pesar de que SWIKAR cuenta con higrómetros para medir el grado de humedad, y un túnel de frio en ocasiones esta no es controlada.

✓ **Producción manual del caramelo sin estandarización**

La producción manual del caramelo en lo que respecta a la etapa de coloración y al armado de la figura de la fruta en versión gigante, por ser una elaboración no estandarizada siempre quedan desperdicios de caramelo ya sea por errores en la combinación de colores; porque el color no es acorde a la figura de la fruta, o por caramelo sobrante posterior a hacer el armado en versión gigante, el caramelo que sobra debe ser desechado ya que no tiene forma y no es posible darle algún uso para su venta, cabe aclarar que el desperdicio que surge de estas etapas es mínimo.

4.1.8 Análisis y condiciones sobre el desperdicio del caramelo

Todo lo anterior permitió analizar el promedio de desperdicio en kilogramos generado en cada una de las etapas que comprenden el proceso de producción del caramelo, para esto se tuvo en cuenta la información suministrada por SWIKAR del desperdicio del caramelo producido en los años 2016 y 2017, para la obtención del promedio anual de desperdicio se tomó como referencia la cantidad de caramelo mensual registrada por cada etapa.

¹Para el cálculo de este promedio se tuvieron en cuenta los datos registrados de desperdicio en kilogramos correspondientes a 32 caramelos por semana y 128 caramelos mensuales, obteniendo de esta manera el promedio de desperdicio de 1536 caramelos para el año 2016 y 2017.

¹ Esta estimación se hace partiendo de que en un día se fabrican 8 caramelos frutales por cuatro días en la semana, y que en un mes hay cuatro semanas.

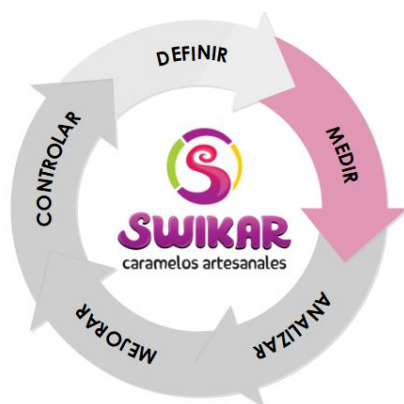
Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se midió el proceso de producción del caramelo teniendo en cuenta la generación de desperdicio en cada etapa del proceso.

A partir de la caracterización del desperdicio se definió el método para la recolección de los datos, y asimismo se determinaron las métricas a usar para medir el funcionamiento actual del problema identificado.

4.2 Medición del Proceso de Producción de Caramelos mediante Métricas de Seis Sigma

Continuando con la implementación de la metodología DMAIC, luego de haber definido el problema, a través de la etapa de medir (Ver Figura 18) se establecieron las métricas que permitieron conocer la situación en que se encontraba el problema a resolver, y además se midieron parámetros los cuales fueron de utilidad para el seguimiento del análisis de la generación de desperdicio el cual se expone a continuación de manera más detallada.

Figura 18. Medición del proceso de producción de caramelos



Fuente. Elaboración propia (2018)

Con base en la problemática planteada, se hizo necesario hacer el análisis de las etapas críticas y no críticas del proceso de producción del caramelo en los años 2016 y 2017. Para esto se tuvo en cuenta el registro histórico de desperdicio suministrado por SWIKAR consignado en el Tabla 7 y 8.

Las métricas utilizadas para medir las etapas del proceso de producción del caramelo mencionadas anteriormente fueron Defectos por Millón de Oportunidades (DPMO), rendimiento (Y) y el Nivel Sigma (Z). Para el cálculo de las métricas en cada etapa se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

U = Cantidad de kilogramos que entran en cada etapa del proceso de producción del caramelo.

n = Cantidad de desperdicio en kilogramos en cada etapa del proceso de producción del caramelo.

O = Oportunidades de error (desperdicio de caramelo) en cada etapa del proceso de producción del caramelo.

Y = Rendimiento del proceso.

$DPMO$ = Defectos (desperdicio del caramelo) de partes por millón en las etapas del proceso de producción del caramelo.

Z = Nivel Sigma de las etapas del proceso de producción del caramelo.

4.2.1 Registro histórico de desperdicio año 2016 y 2017

Respecto a la generación de desperdicio en cada etapa del proceso de producción del caramelo, se tuvo en cuenta el registro histórico de desperdicio suministrado por SWIKAR de los años 2016 y 2017 en las etapas de coloreado, armado de figura, estiramiento y corte del caramelo, y empaque, donde en cada una el desperdicio de caramelo se expresó por promedio semanal de 32 caramelos aproximadamente, por promedio mensual de 128 caramelos aproximadamente y por promedio anual de 1536 caramelos aproximadamente tal como se observa en la Figura 19.

Figura 19. Caramelo fabricado diario, semanal, mensual y anual



Fuente. Elaboración propia (2018)

El registro de desperdicio suministrado por SWIKAR referente al año 2016 fue el siguiente:

Tabla 7. Registro de desperdicio de caramelo año 2016 por kilogramo

REGISTRO DE DESPERDICIO DE CAMELO AÑO 2016 POR KILOGRAMO				
MES	COLOREADO	ARMADO DE FIGURA	ESTIRAMIENTO Y CORTE DEL CAMELO	EMPAQUE
ENERO	Desperdicio promedio de 32 caramelos	Desperdicio promedio de 32 caramelos	Desperdicio promedio de 32 caramelos	Desperdicio promedio de 32 caramelos
1 SEMANA	0,5	0,7	5,0	2,0
2 SEMANA	0,3	0,9	6,0	4,0
3 SEMANA	0,5	0,8	9,0	7,0
4 SEMANA	0,2	1	3,0	2,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	0,9	5,8	3,8
FREBRERO				
1 SEMANA	0,4	0,9	6,0	1,0
2 SEMANA	0,5	0,8	4,0	7,0
3 SEMANA	0,4	1	8,0	3,0
4 SEMANA	0,3	1	4,0	8,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	0,925	5,5	4,8
MARZO				
1 SEMANA	0,3	0,7	5,0	6,0
2 SEMANA	0,5	0,9	4,0	6,0
3 SEMANA	0,4	0,8	4,0	7,0

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

4 SEMANA	0,5	0,9	7,0	1,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	0,8	5,0	5,0
ABRIL				
1 SEMANA	0,5	0,9	6,0	1,0
2 SEMANA	0,4	0,8	9,0	6,0
3 SEMANA	0,5	0,8	4,0	2,0
4 SEMANA	0,3	0,9	6,0	3,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	0,9	6,3	3,0
MAYO				
1 SEMANA	0,5	1	7,0	1,0
2 SEMANA	0,3	1	6,0	0,9
3 SEMANA	0,1	0,9	4,0	2,0
4 SEMANA	0,3	0,8	9,0	1,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,3	0,9	6,5	1,2
JUNIO				
1 SEMANA	0,4	0,7	7,0	2,0
2 SEMANA	0,5	0,5	4,0	1,0
3 SEMANA	0,4	0,9	9,0	6,0
4 SEMANA	0,3	0,7	6,0	2,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	0,7	6,5	2,8
JULIO				
1 SEMANA	0,2	0,9	5,0	7,0
2 SEMANA	0,5	0,8	8,0	1,0
3 SEMANA	0,4	0,8	7,0	2,0
4 SEMANA	0,3	0,9	7,0	3,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	0,9	6,8	3,3
AGOSTO				
1 SEMANA	0,3	0,9	5,0	4,0
2 SEMANA	0,5	0,8	7,0	1,0
3 SEMANA	0,3	0,9	6,0	2,0
4 SEMANA	0,4	0,7	4,0	3,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	0,8	5,5	2,5

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

SEPTIEMBRE				
1 SEMANA	0,5	0,2	4,0	1,0
2 SEMANA	0,4	0,9	4,0	2,0
3 SEMANA	0,6	0,7	6,0	4,0
4 SEMANA	0,5	1	3,0	1,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,5	0,7	4,3	2,0
OCTUBRE				
1 SEMANA	0,3	0,9	5,0	2,0
2 SEMANA	0,4	0,9	6,0	1,0
3 SEMANA	0,5	0,7	8,0	9,0
4 SEMANA	0,5	0,8	7,0	6,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	0,8	6,5	4,5
NOVIEMBRE				
1 SEMANA	0,5	0,9	5,0	3,0
2 SEMANA	0,5	0,9	4,0	8,0
3 SEMANA	0,2	0,8	8,0	6,0
4 SEMANA	0,3	0,9	5,0	3,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	0,9	5,5	5,0
DICIEMBRE				
1 SEMANA	0,3	0,9	5,0	1,0
2 SEMANA	0,5	0,8	7,0	9,0
3 SEMANA	0,6	0,8	9,0	2,0
4 SEMANA	0,2	0,7	5,0	3,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	0,8	6,5	3,8
Desperdicio promedio de 1536 caramelos	0,4	0,8	5,9	3,5
Total desperdicio año 2016	614,4	1228,8	9062,4	5376

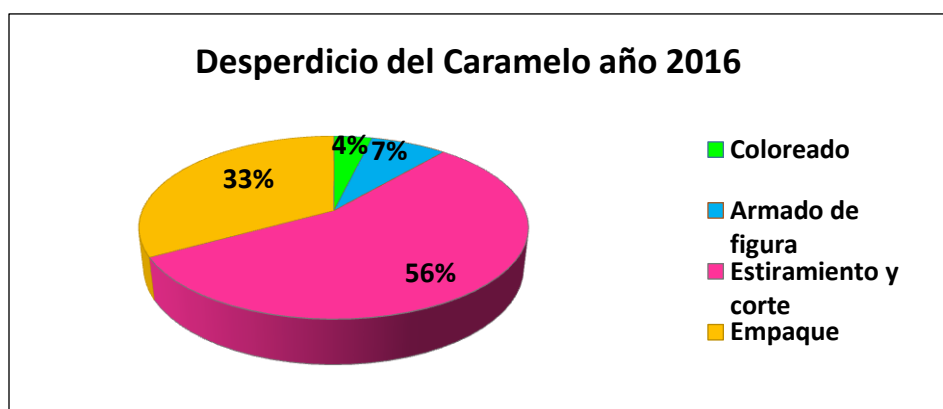
Fuente. Elaboración propia, basado en Swikar (2018)

Como se puede observar en la Figura 20, el mayor porcentaje de desperdicio en el año 2016 en el proceso de producción del caramelo correspondió a la etapa de estiramiento y corte del caramelo con un porcentaje de 56% y a la etapa de empaque con un porcentaje de 33% del total de desperdicio, le siguen con un menor porcentaje la etapa de armado de figura con un 7% y la etapa de coloreado con un 4% del total del desperdicio.

La mayor cantidad de desperdicio se generó en las etapas de estiramiento del caramelo y corte, y empaque, pues factores como el control de la temperatura, la inspección y el control de las máquinas son considerados sumamente críticos ya que si los operarios no tienen una cuidadosa inspección en el proceso, el caramelo se puede retener en el bastoneador (Ver Anexo 10) impidiendo su paso al egalizador, provocando de esta manera un desajuste en los tiempos de la cortadora; o si el caramelo supera la temperatura permitida de 70°C dentro de la cortadora, esta se puede averiar provocando un daño en todo el caramelo, al mismo tiempo si el caramelo se enfría considerablemente este se debe desechar.

No todos los caramelos cortados que caen en el túnel de frío están bien cortados o tienen la figura frutal definida, por lo que en el proceso de selección y empaque se desecha todo el producto no conforme. (Ver Anexo 11)

Figura 20. Desperdicio del caramelo año 2016



Fuente. Elaboración propia (2018)

El registro de desperdicio suministrado por SWIKAR referente al año 2017 fue el siguiente:

Tabla 8. Registro de desperdicio de caramelo año 2017 por kilogramo

REGISTRO DE DESPERDICIO DE CAMELO AÑO 2017 POR KILOGRAMO				
MES	COLOREADO	ARMADO DE FIGURA	ESTIRAMIENTO DEL CAMELO Y CORTE	EMPAQUE
ENERO	Desperdicio promedio de 32 caramelos	Desperdicio promedio de 32 caramelos	Desperdicio promedio de 32 caramelos	Desperdicio promedio de 32 caramelos
1 SEMANA	0,4	1	9,0	7,3
2 SEMANA	0,6	1,5	7,0	8,0
3 SEMANA	0,3	0,9	4,6	7,0
4 SEMANA	0,4	1,3	7,3	2,1
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	1,2	7,0	6,1
FEBRERO				
1 SEMANA	0,5	1	6,3	3,0
2 SEMANA	0,6	1,4	7,1	4,6
3 SEMANA	0,2	1,3	6,7	5,0
4 SEMANA	0,2	0,9	5,3	7,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	1,2	6,4	4,9
MARZO				
1 SEMANA	0,6	0,9	6,2	8,3
2 SEMANA	0,5	0,7	5,7	5,8
3 SEMANA	0,4	1,4	7,3	7,5
4 SEMANA	0,3	1	8,2	1,6
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,5	1,0	6,9	5,8
ABRIL				
1 SEMANA	0,3	1	7,0	3,0
2 SEMANA	0,3	1,2	4,9	2,0
3 SEMANA	0,4	0,3	5,6	7,0
4 SEMANA	0,2	0,6	6,3	9,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,3	0,8	6,0	5,3

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

MAYO				
1 SEMANA	0,4	1,7	9,4	8,0
2 SEMANA	0,4	1,4	8,5	7,0
3 SEMANA	0,6	1	7,9	4,0
4 SEMANA	0,5	0,9	2,2	2,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,5	1,3	7,0	5,3
JUNIO				
1 SEMANA	0,3	0,8	9,4	1,0
2 SEMANA	0,2	0,9	3,7	2,5
3 SEMANA	0,6	1,6	4,8	6,3
4 SEMANA	0,2	1,2	6,7	5,7
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,3	1,1	6,2	3,9
JULIO				
1 SEMANA	0,1	0,9	6,5	6,0
2 SEMANA	0,6	1	5,9	5,0
3 SEMANA	0,5	0,7	7,8	7,0
4 SEMANA	0,2	1,3	3,1	9,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	1,0	5,8	6,8
AGOSTO				
1 SEMANA	0,9	1	6,3	9,1
2 SEMANA	0,3	1,4	8,9	3,0
3 SEMANA	0,7	1,7	9,4	2,0
4 SEMANA	0,3	1,3	5,1	5,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,6	1,4	7,4	4,8
SEPTIEMBRE				
1 SEMANA	0,3	0,9	6,3	6,0
2 SEMANA	0,6	1	4,6	7,0
3 SEMANA	0,3	0,6	8,6	7,3
4 SEMANA	0,2	0,7	3,9	6,1
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	0,8	5,9	6,6
OCTUBRE				
1 SEMANA	0,2	1,5	5,7	3,8

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

2 SEMANA	0,6	1	3,8	4,3
3 SEMANA	0,5	0,9	7,6	7,6
4 SEMANA	0,3	0,7	5,9	4,3
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	1,0	5,8	5,0
NOVIEMBRE				
1 SEMANA	0,2	1,2	8,3	4,0
2 SEMANA	0,6	1,5	6,8	7,0
3 SEMANA	0,4	0,9	9,7	5,8
4 SEMANA	0,2	1	4,8	4,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,4	1,2	7,4	5,2
DICIEMBRE				
1 SEMANA	0,7	1,6	5,8	2,0
2 SEMANA	0,5	0,9	7,9	1,0
3 SEMANA	0,5	0,7	9,5	8,0
4 SEMANA	0,4	0,9	4,8	7,0
Desperdicio promedio de 128 caramelos	0,5	1,0	7,0	4,5
Desperdicio promedio de 1536 caramelos	0,4	1,1	6,5	5,3
Total desperdicio año 2016	614,4	1689,6	9984	8141

Fuente. Elaboración propia, basado en Swikar (2018)

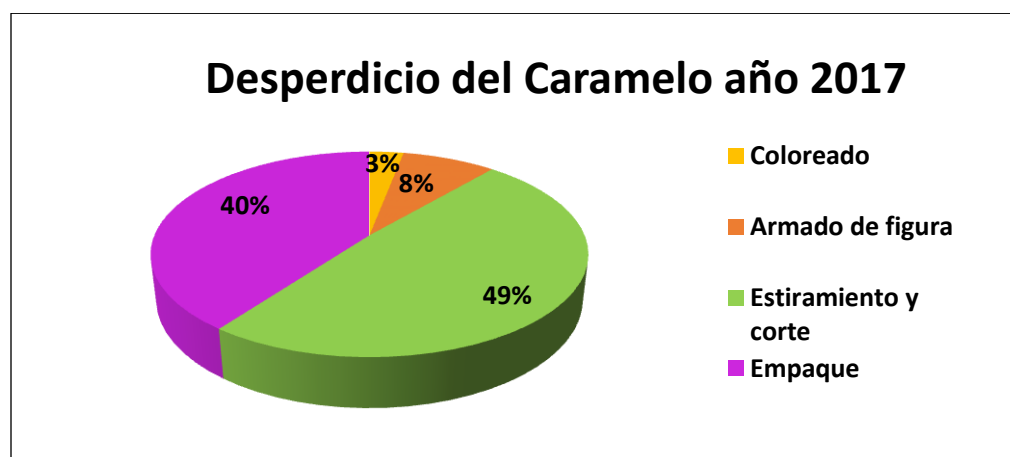
Como se evidenció en la Figura 21, en el año 2017 el mayor porcentaje de desperdicio en el proceso de producción del caramelo también correspondió a la etapa de estiramiento y corte del caramelo con un porcentaje de 49% y a la etapa de empaque con un porcentaje de 40% del total de desperdicio, le sigue con un menor porcentaje el proceso de armado de figura con un 8%, y finalmente el proceso de coloreado con un 3% del total del desperdicio de caramelo.

En el año 2017, la mayor cantidad de desperdicio fueron por las mismas causas mencionadas en el año 2016, en el año en estudio hubo una mayor cantidad de dificultades en cuanto al control en las máquinas, temperatura e inspección por lo que

se evidenció 921 kilogramos más de desperdicio en la etapa de estiramiento y corte del caramelo en comparación con año 2016.

En la etapa de empaque hubo una mayor cantidad de producto no conforme referente al diseño de la figura de la fruta, el tamaño del caramelo cortado y el caramelo final con colores no acordes al estándar evidenciándose en un incremento de 2765 kilogramos de desperdicio en comparación con el año 2016.

Figura 21. Desperdicio del caramelo año 2017

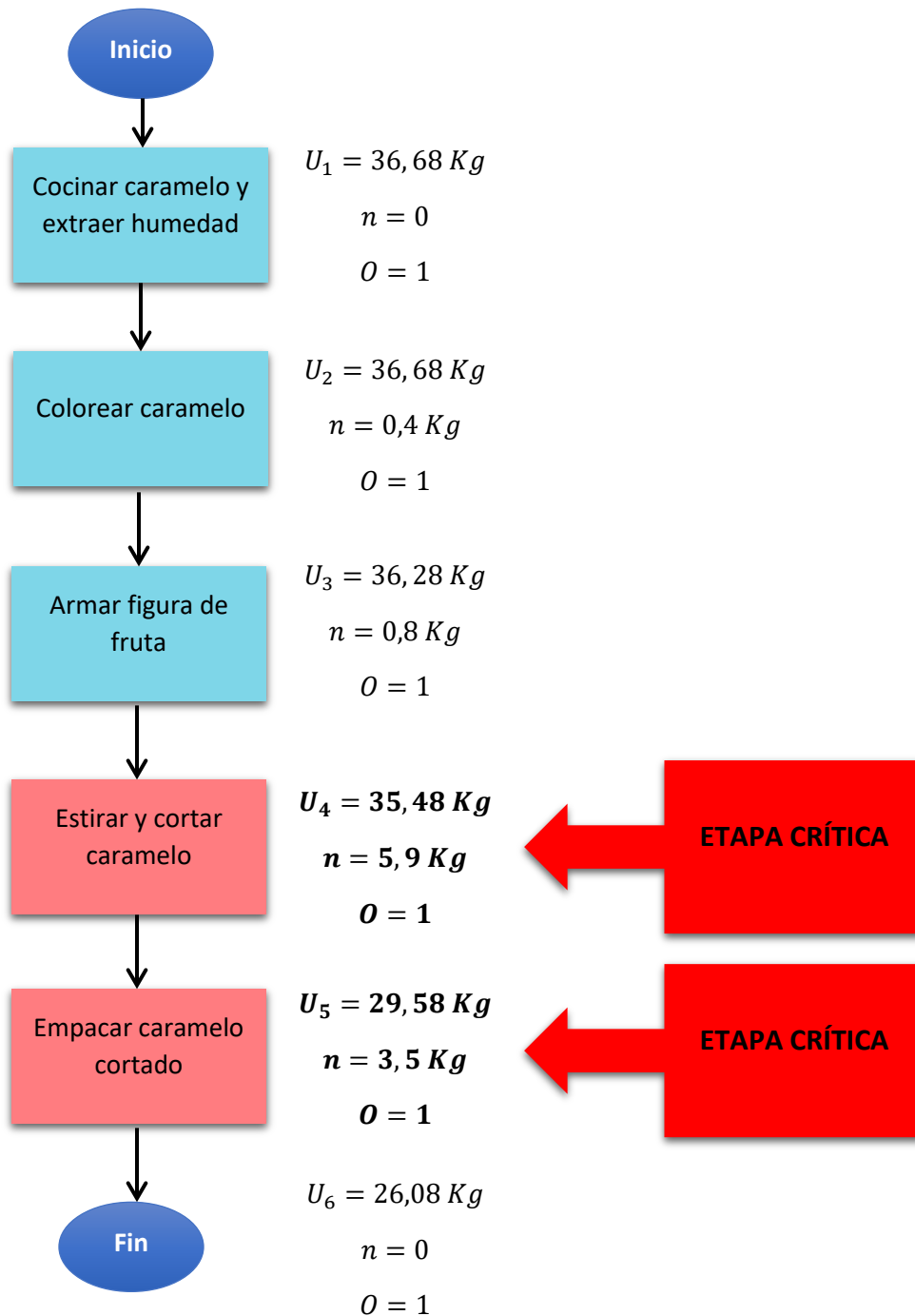


Fuente. Elaboración propia (2018)

4.2.2 Cálculo de las métricas Seis Sigma en el proceso de producción

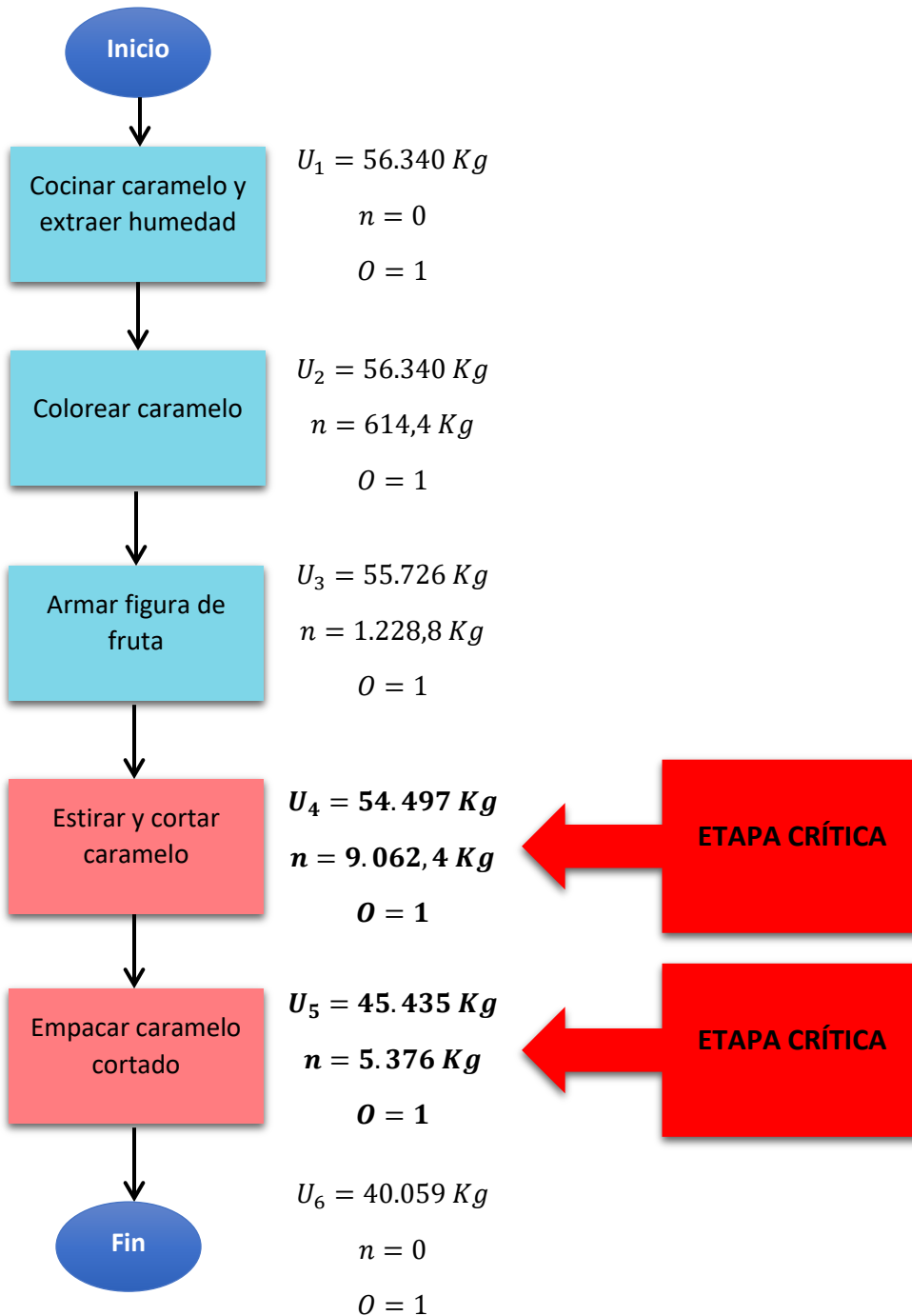
A continuación se hizo el cálculo de las métricas Seis Sigma para cada una de las etapas del proceso de producción del año 2016 (Ver Figura 22 y Figura 23) y 2017 (Ver Figura 24 y Figura 25) tomando como referencia la elaboración de un caramelo, y posteriormente, tomando como referente la elaboración de 1536 caramelos que es el total de caramelos estimados fabricados anualmente.

Figura 22. Cálculo de las métricas Seis Sigma por un caramelo año 2016



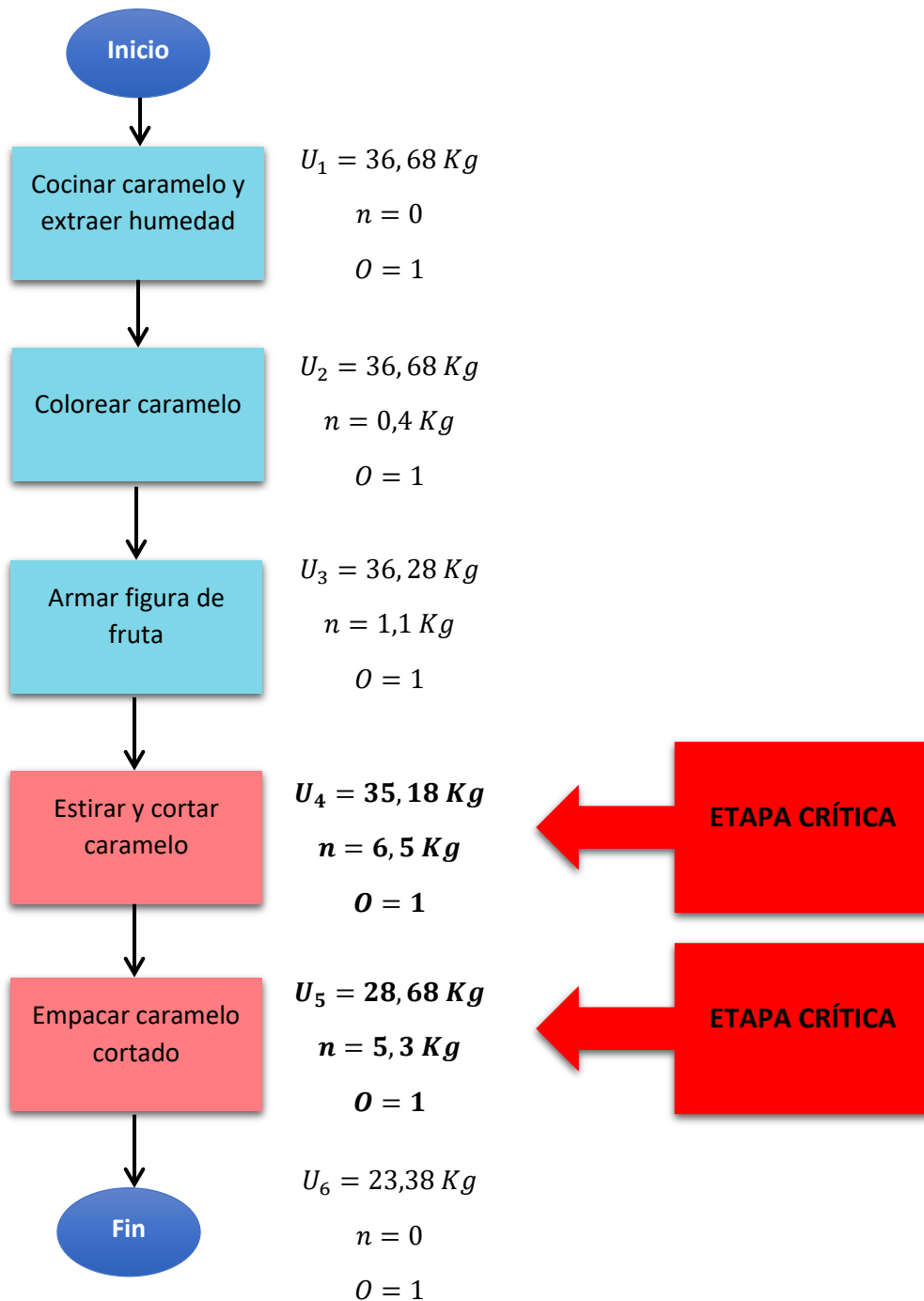
Fuente. Elaboración propia (2018)

Figura 23. Cálculo de las métricas Seis Sigma año 2016 (1536 caramelos)



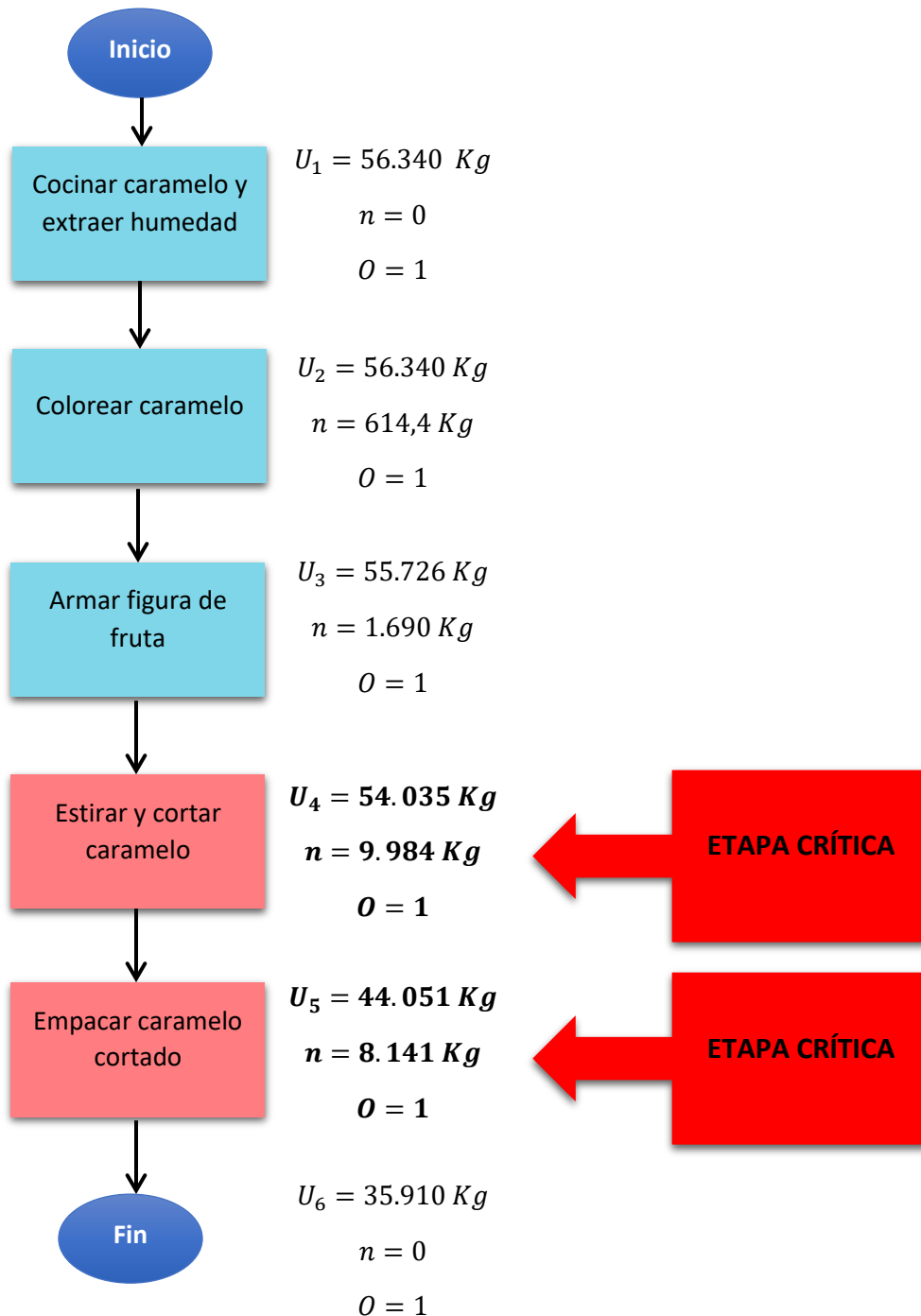
Fuente. Elaboración propia (2018)

Figura 24. Cálculo de las métricas Seis Sigma por un caramelo año 2017



Fuente. Elaboración propia (2018)

Figura 25. Cálculo de las métricas Seis Sigma caramelos año 2017 (1536 caramelos)



Fuente. Elaboración propia (2018)

Relación de la etapa de estiramiento y corte del caramelo, y la etapa de empaque respecto a la generación de desperdicio.

El desperdicio generado en la etapa de empaque depende en gran medida de la etapa de estiramiento y corte del caramelo.

El desperdicio en la etapa de estiramiento y corte del caramelo se genera dentro de las máquinas, especialmente en la cortadora, y el desperdicio de empaque se da al final del corte donde se desechan los caramelos no conformes. (Ver Anexo 8)

Para el cálculo de las métricas se tuvo en cuenta los valores obtenidos para 1536 caramelos correspondientes a los años 2016 y 2017 de las etapas: estiramiento y corte del caramelo, y empaque, las cuales son las más críticas del proceso de producción del caramelo debido a la alta cantidad de desperdicio que estas producen, y de las etapas de armado de figura y coloreado con una menor cantidad de desperdicio en el proceso de producción del caramelo.

A continuación, se describió en las Tablas 9 y 10 el caramelo que entra en el proceso de producción (U), el desperdicio de caramelo (n) y la oportunidad de que exista desperdicio de caramelo (O) para los años 2016 y 2017 respectivamente.

Tabla 9. Número de fallas, oportunidad de error y unidades de entrada en las etapas a analizar año 2016

AÑO 2016					
Etapas del proceso de producción	del de	Desperdicio de caramelo (n)	Oportunidad de error (O)	de	Caramelo que entra en el proceso de producción (U)
Estiramiento y corte del caramelo		9.062,4 Kg	1		54.497 Kg
Empaque		5.376 Kg	1		45.435 Kg
Armado de figura		1.228,8 Kg	1		55.726 Kg
Coloreado		614,4 Kg	1		56.340 Kg

Fuente. Elaboración propia (2018)

Tabla 10. Número de fallas, oportunidad de error y unidades de entrada en las etapas a analizar año 2017

AÑO 2017						
Etapas del proceso de producción	del de	Desperdicio caramelo (n)	de	Oportunidad error (O)	de	Caramelo que entra en el proceso de producción (U)
Estiramiento y corte del caramelo		9.984 Kg		1		54.035 Kg
Empaque		8.141 Kg		1		44.051 Kg
Armado de figura		1.690 Kg		1		55.726 Kg
Coloreado		614,4 Kg		1		56.340 Kg

Fuente. Elaboración propia (2018)

Las formulas y ecuaciones para hallar el DPMO, Y y Z se describieron a continuación

$$DPMO = \frac{n}{t} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

En la siguiente ecuación, se despejó la formula DPMO en función de Z con el fin de hallar el Nivel Sigma.

Ecuación 1. Cálculo del Nivel Sigma (Z)

$$DPMO = \exp\left(\left[\frac{29.3 - (Z - 0.8406)^2}{2.221}\right]\right)$$

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(DPMO)} + 0,8406$$

Fuente. Fontalvo (2009)

El rendimiento (Y) se obtuvo a partir de la siguiente ecuación

$$Y = \left(1 - \frac{n}{U \times O}\right)$$

4.2.3 Cálculo de las métricas para las etapas del proceso de producción del caramelo

A continuación se expuso de manera detallada el cálculo de las métricas como son, defectos en partes por millón (DPMO), rendimiento (Y) y nivel sigma (Z) para las etapas del proceso de producción del caramelo comenzando con aquellas que produjeron una mayor cantidad de desperdicio, las cuales son “Estiramiento y corte del caramelo” y “empaquete”, y finalizando con las que produjeron un menor porcentaje del total del desperdicio de caramelo tales como “Armado de figura” y “coloreado” correspondientes al año 2016 y 2017, posteriormente se relacionaron los resultados del cálculo de las métricas en la

Tabla 11 y la

Tabla 12, y consiguiente se hizo un análisis de los mismos.

4.2.3.1 Cálculo y análisis de las métricas Seis Sigma año 2016

El cálculo de las métricas Seis Sigma para cada etapa del proceso de producción del caramelo correspondientes al año 2016 son:

✓ Estiramiento y corte del caramelo

AÑO 2016	
U	54.497
O	1
n	9.062,4

Se reemplazaron los valores para el cálculo del DPMO

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{9.062,4}{54.497 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,17 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 170.000$$

Se reemplazaron los valores para el cálculo del rendimiento (Y)

$$Y = \left(1 - \frac{n}{U \times O}\right)$$

$$Y = \left(1 - \frac{9.062,4}{54.497 \times 1}\right)$$

$$Y = (1 - 0,17)$$

$$Y = 0,83$$

Se reemplazaron los valores para calcular el nivel sigma (Z)

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(DPMO)} + 0,8406$$

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(170.000)} + 0,8406$$

$$Z = 2,43$$

✓ Empaque del producto terminado

AÑO 2016	
U	45.435
O	1
n	5.376

Se reemplazaron los valores para el cálculo del DPMO

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{5.376}{45.435 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,12 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 120.000$$

Se reemplazaron los valores para el cálculo del rendimiento (Y)

$$Y = \left(1 - \frac{n}{U \times O}\right)$$

$$Y = \left(1 - \frac{5.376}{45.435 \times 1}\right)$$

$$Y = (1 - 0,12)$$

$$Y = 0,88$$

Se reemplazaron los valores para calcular el nivel sigma (Z)

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(DPMO)} + 0,8406$$

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(120.000)} + 0,8406$$

$$Z = 2,66$$

✓ Armado de figura del caramelo

AÑO 2016	
U	55.726
O	1
n	1.228,8

Se reemplazaron los valores para el cálculo del DPMO

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{1.228,8}{55.726 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,02 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 20.000$$

Se reemplazaron los valores para el cálculo del rendimiento (Y)

$$Y = \left(1 - \frac{n}{U \times O}\right)$$

$$Y = \left(1 - \frac{1.228,8}{55.726 \times 1}\right)$$

$$Y = (1 - 0,02)$$

$$Y = 0,98$$

Se reemplazaron los valores para calcular el nivel sigma (Z)

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(DPMO)} + 0,8406$$

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(20.000)} + 0,8406$$

$$Z = 3,54$$

✓ Coloreado del caramelo

AÑO 2016	
U	56.340
O	1
n	614,4

Se reemplazaron los valores para el cálculo del DPMO

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{614,4}{56.340 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,01 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 10.000$$

Se reemplazaron los valores para el cálculo del rendimiento (Y)

$$Y = \left(1 - \frac{n}{U \times O}\right)$$

$$Y = \left(1 - \frac{614,4}{56.340 \times 1}\right)$$

$$Y = (1 - 0,01)$$

$$Y = 0,99$$

Se reemplazaron los valores para calcular el nivel sigma (Z)

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(DPMO)} + 0,8406$$

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(10.000)} + 0,8406$$

$$Z = 3,81$$

A continuación se relacionan en la

Tabla 11 los resultados del cálculo de las métricas aplicadas a las etapas críticas del proceso de producción del caramelo, y a las etapas que no tuvieron porcentajes significativos de desperdicio durante el año 2016, para el cálculo del costo de la no calidad se tuvo en cuenta que el costo de un kilogramo de caramelo es aproximadamente \$6000 COP.

Tabla 11. Métricas Seis Sigma para el año 2016

MÉTRICAS SEIS SIGMA AÑO 2016				
Etapa	Estiramiento y corte del caramelo	Empaque del producto terminado	Armado de figura del caramelo	Coloreado del caramelo
Métricas				
O	1	1	1	1

U	54.497	45.435	55.726	56.340
n	9.062,4	5.376	1.228,8	614,4
Rendimiento	0,83	0,88	0,98	0,99
DPMO	170.000	120.000	20.000	10.000
Sigma Z	2,43	2,66	3,54	3,81
Costo de la no calidad en COP	\$54.374.400	\$32.256.000	\$7.372.800	\$3.686.400

Fuente. Elaboración propia (2018)

En la

Tabla **11** se pudo evidenciar que la etapa de estiramiento y corte del caramelo tuvo un nivel sigma de 2,43; le siguió la etapa de empaque del producto terminado con un nivel sigma de 2,66; y se encontró que la etapa de armado de figura del caramelo tuvo un nivel sigma de 3,54 y la etapa de coloreado del caramelo un nivel sigma mayor correspondiente a 3,81; lo cual permitió deducir que los dos procesos críticos son estiramiento y corte del caramelo, y empaque respectivamente, por lo cual se pudo inferir que de cada etapa que se consideró como crítica hay 308.538 defectos por millón de oportunidades, con un 69% de eficiencia aproximadamente lo cual no fue favorable para la organización evidenciándose en los costos de la no calidad donde la etapa del estiramiento y corte del caramelo generó un costo de \$54.374.400 y la etapa de empaque un costo de \$32.256.000.

Lo anterior conllevó a la necesidad de establecer una serie de análisis, mejoras y controles de tal manera que la empresa pueda reducir los defectos en partes por millón y esto a la postre no se traduzca en costos de no calidad y consiga un bajo rendimiento.

4.2.3.2 Cálculo y análisis de las métricas Seis Sigma año 2017

El cálculo de las métricas Seis Sigma para cada etapa del proceso de producción del caramelo correspondientes al año 2016 son:

✓ Estiramiento y corte del caramelo

AÑO 2017

U	54.035
O	1
n	9.984

Se reemplazaron los valores para el cálculo del DPMO

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{9.984}{54.035 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,19 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 190.000$$

Se reemplazaron los valores para el cálculo del rendimiento (Y)

$$Y = \left(1 - \frac{n}{U \times O}\right)$$

$$Y = \left(1 - \frac{9.984}{54.035 \times 1}\right)$$

$$Y = (1 - 0,19)$$

$$Y = 0,81$$

Se reemplazaron los valores para calcular el nivel sigma (Z)

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(DPMO)} + 0,8406$$

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(190.000)} + 0,8406$$

$$Z = 2,36$$

✓ **Empaque del producto terminado**

AÑO 2017	
U	44.051
O	1
n	8.141

Se reemplazaron los valores para el cálculo del DPMO

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{8.141}{44.051 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,18 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 180.000$$

Se reemplazaron los valores para el cálculo del rendimiento (Y)

$$Y = \left(1 - \frac{n}{U \times O}\right)$$

$$Y = \left(1 - \frac{8.141}{44.051 \times 1}\right)$$

$$Y = (1 - 0,18)$$

$$Y = 0,82$$

Se reemplazaron los valores para calcular el nivel sigma (Z)

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(DPMO)} + 0,8406$$

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(180.000)} + 0,8406$$

$$Z = 2,40$$

✓ Armado de figura del caramelo

AÑO 2017	
U	55.726
O	1
n	1.690

Se reemplazaron los valores para el cálculo del DPMO

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{1.690}{55.726 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,03 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 30.000$$

Se reemplazaron los valores para el cálculo del rendimiento (Y)

$$Y = \left(1 - \frac{n}{U \times O}\right)$$

$$Y = \left(1 - \frac{1.690}{55.726 \times 1}\right)$$

$$Y = (1 - 0,03)$$

$$Y = 0,97$$

Se reemplazaron los valores para calcular el nivel sigma (Z)

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(DPMO)} + 0,8406$$

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(30.000)} + 0,8406$$

$$Z = 3,37$$

✓ **Coloreado del caramelo año 2017**

AÑO 2017	
U	56.340
O	1
n	614,4

Se reemplazaron los valores para el cálculo del DPMO

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{614,4}{56.340 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,01 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 10.000$$

Se reemplazaron los valores para el cálculo del rendimiento (Y)

$$Y = \left(1 - \frac{n}{U \times O}\right)$$

$$Y = \left(1 - \frac{614,4}{56.340 \times 1}\right)$$

$$Y = (1 - 0,01)$$

$$Y = 0,99$$

Se reemplazaron los valores para calcular el nivel sigma (Z)

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(DPMO)} + 0,8406$$

$$Z = \sqrt{29.3 - 2.221 * \ln(10.000)} + 0,8406$$

$$Z = 3,81$$

Seguidamente, se relacionan en la

Tabla 12 los resultados del cálculo de las métricas aplicadas a las etapas críticas del proceso de producción del caramelo, y a las etapas que no tuvieron porcentajes significativos de desperdicio durante el año 2017, para el cálculo del costo de la no calidad se tuvo en cuenta que el costo de un kilogramo de caramelo es aproximadamente \$6000 COP.

Tabla 12. Métricas Seis Sigma para el año 2017

MÉTRICAS SEIS SIGMA AÑO 2017

Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN

Etapa	Estiramiento y corte del caramelo	Empaque del producto terminado	Armado de figura del caramelo	Coloreado del caramelo
Métricas				
O	1	1	1	1
U	54.035	44.051	55.726	56.340
n	9.984	8.141	1.690	614,4
Rendimiento	0,81	0,82	0,97	0,99
DPMO	190.000	180.000	30.000	10.000
Sigma Z	2,36	2,40	3,37	3,81
Costo de la no calidad en COP	\$59.904.000	\$48.846.000	\$10.140.000	\$3.686.400

Fuente. Elaboración propia (2018)

Se evidenció en el año 2017 en la

Tabla 12 que los niveles sigma disminuyeron, ya que hubo una menor producción debido al incremento de desperdicio de caramelo y productos no conformes. La etapa de estiramiento y corte del caramelo tuvo un nivel sigma de 2,36 y la etapa de empaque del producto terminado un nivel sigma de 2,40 considerándose al igual que el año 2016 las etapas más críticas, le siguieron las etapas de armado de figura del caramelo con un nivel sigma de 3,37 y coloreado del caramelo con un nivel sigma de 3,81 de las cuales se pudo inferir que no son las causantes de cantidades considerables de desperdicio, pues la etapa de armado de figura del caramelo contó con un DPMO de 30.000 y la etapa de coloreado del caramelo con un DPMO de 10.000 siendo muy bajos en comparación a las etapas críticas del proceso de producción.

Todo el panorama mencionado anteriormente conllevó a unos costos de no calidad altos en la etapa de estiramiento y corte del caramelo con \$59.904.000, y en la etapa de empaque con \$48.846.000, teniendo en cuenta lo anterior, se encontró la necesidad de establecer una serie de análisis, mejoras y controles de tal manera que la empresa pudo reducir los defectos en partes por millón y de esta forma no permitir que se traduzcan en costos de no calidad aumentando el rendimiento y disminuyendo considerable de desperdicio de caramelo.

4.2.3.3 Análisis comparativo del cálculo de las métricas año 2016 y 2017

De acuerdo a la escala de medición de Nivel Sigma teniendo en cuenta que esta va del 1 al 6, no se consideraron aceptables las etapas de estiramiento y corte del caramelo, y empaque del producto terminado tanto para el 2016 como el para 2017 ya que tuvieron un desempeño por debajo de 3 sigma, por cada millón de kilogramos de caramelo que se fabricaron, hubo en promedio 165.000 kilogramos de desperdicio en dichas etapas lo cual no fue rentable para la organización, lo cual quiere decir que el rendimiento de las máquinas no fue óptimo, pues de estas dependieron las dos etapas críticas mencionadas anteriormente, si el caramelo no estuvo bien cortado, o si la figura no fue acorde al estándar en la etapa de empaque este se desechó.

En cuanto a las etapas de armado de figura del caramelo y coloreado del caramelo, estas tuvieron un rendimiento por encima de 3 sigma para los dos años en cuestión, donde por cada millón de kilogramos de caramelo fabricados, hubo un promedio de desperdicio de 17.500 kilogramos de caramelo, en estas etapas el desperdicio no fue tan significativo ya que en el armado de la figura generalmente sobró poco caramelo sin uso, y en el coloreado del caramelo fue mínima la cantidad no acorde a los colores que se debían combinar, estas dos etapas son netamente manuales y no están estandarizadas, por lo que debido a su labor manual se consideraron aceptables estas mínimas cantidades de desperdicio.

Respecto a los costos de la no calidad, las implicaciones económicas para la empresa fueron relevantes en las etapas críticas, ya que en solo dos etapas del proceso de producción hubo una pérdida para el 2016 de aproximadamente \$86.630.400 pesos colombianos, y para el 2017 la pérdida incrementó y fue de aproximadamente \$108.750.000 pesos colombianos por desperdicios de caramelo considerándose de esta forma una implicación grave para la empresa por lo que se hizo indispensable revisar la operatividad de las máquinas empleadas tales como, bastoneador, egalizador y cortadora junto con el rendimiento de los operarios.

Todo lo anterior evidenció la necesidad del desarrollo de procesos de análisis, medición y mejora que posibilitaron la comprensión del proceso y la toma de decisiones con el fin de reducir el nivel sigma en los procesos productivos.

En caso contrario, para el año 2016 en las etapas de armado de figura y coloreado del caramelo hubo una pérdida de aproximadamente \$11.059.200 pesos colombianos y para el 2017 fue de aproximadamente \$13.826.400 pesos colombianos lo cual se consideró irrelevante en comparación a las otras dos etapas críticas del proceso de producción.

Aunque el costo de no calidad fue mínimo en estas dos etapas, se propuso su estandarización con el fin de incrementar su rendimiento, subir el nivel sigma y de esta manera hacer nula la generación de desperdicio.

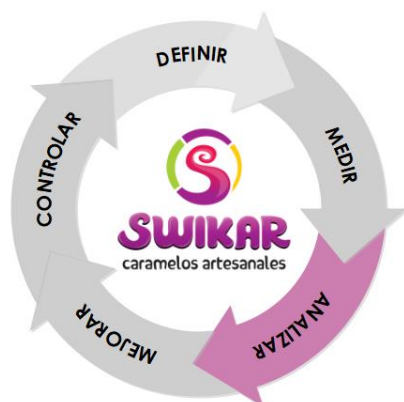
Teniendo en cuenta lo anterior, se hizo un análisis de las etapas del proceso de producción de SWIKAR a través del Despliegue de la función calidad (QFD) el cual posibilitó que la empresa mejorara los niveles sigma en el proceso de producción mediante la reducción de las no conformidades o desperdicios generados, y un incremento en términos económicos para la organización.

4.3 Análisis del Proceso de Producción de Caramelo mediante el QFD

Siguiendo con la implementación de la metodología DMAIC, con los datos recolectados en la etapa de medir, se hizo un análisis de los mismos con el fin de encontrar las razones de la generación del desperdicio, y asimismo se establecieron acciones de mejora para aumentar la productividad, disminuir los defectos en partes por millón y reducir los costos de no calidad.

Todo lo anterior se realizó en la etapa de analizar de la metodología DMAIC (Ver Figura 26) con el fin de evaluar el proceso de producción del caramelo a través del análisis de variables tales como los requerimientos técnicos de la empresa, los objetivos de diseño y los requerimientos de los clientes definidos en el QFD.

Figura 26. Análisis del Proceso de Producción de Caramelo



Fuente. Elaboración propia (2018)

Con el despliegue de la función de la calidad (QFD) se establecieron relaciones entre lo que el cliente requiere y las acciones tomadas desde las capacidades técnicas de la empresa para satisfacer dichas necesidades del cliente. De igual forma, se determinaron relaciones entre los requerimientos técnicos con el fin de estipular cuáles tienen mayor influencia sobre el desempeño de los otros. Adicional a lo anterior, a través de la implementación del QFD se definió un perfil competitivo el cual reflejó cómo se encuentra la empresa frente a sus principales competidores. (Fontalvo, 2009).

4.3.1 Variables del Despliegue de la Función de Calidad

Para la implementación del Despliegue de la función calidad (QFD) se definieron variables según requerimientos técnicos, requerimientos del cliente y objetivos de diseño.

4.3.1.1 Requerimientos del cliente

Para iniciar la implementación del Despliegue de la función calidad (QFD) primeramente se determinaron y analizaron las necesidades y requisitos del cliente teniendo en cuenta la información recolectada y suministrada por la empresa SWIKAR la cual ejecutó una encuesta (Ver Anexo 12) con el fin de definir el nivel de prioridad de cada requisito manifestado por los clientes. En esta encuesta participó una muestra de 13 clientes corporativos de SWIKAR.

A continuación se mencionan los requisitos considerados por los clientes como los más representativos.

- ✓ Buen sabor del caramelo.
- ✓ Inexistencia de humedad en el caramelo.
- ✓ Diversidad de sabores e inclusión de nuevos sabores frutales.
- ✓ Caramelo con colores llamativos acordes al sabor frutal.
- ✓ Caramelo en buen estado y con diseño de acuerdo al estándar.
- ✓ Diseño atractivo del caramelo.
- ✓ Mix atractivo de caramelos con sabores frutales.
- ✓ Entrega oportuna del pedido.
- ✓ Innovación y creatividad en empaque y presentación.
- ✓ Promoción y fidelización de clientes.

Posteriormente, luego de haber definido las necesidades y expectativas de los clientes, las cuales determinaron el “qué” se debe lograr, se utilizó el conocimiento técnico de diseño para materializar dichos requerimientos técnicos en el producto que es el caramelo, es decir la forma de cómo elaborar el caramelo.

4.3.1.2 Requerimientos técnicos

Para la definición de los requerimientos técnicos, se hizo un análisis de cada etapa del proceso de producción del caramelo y se definieron las características técnicas a través de un conocimiento más preciso de los clientes de SWIKAR, el mercado y de las etapas del proceso de producción del caramelo con el fin de obtener un conjunto de características y dimensiones de calidad medibles y ejecutables, permitiendo establecer de esta forma el cumplimiento de los requisitos del cliente. Ver Figura 27

4.3.1.3 Objetivos de diseño

Con base en los requerimientos técnicos y los requerimientos del cliente definidos previamente en este trabajo de investigación, a través de un análisis racional se

definieron los objetivos del diseño los cuales cuantificaron cada requerimiento técnico posibilitando un análisis menos subjetivo del proceso de desarrollo y diseño. Estos objetivos se materializan en la

Tabla 13.

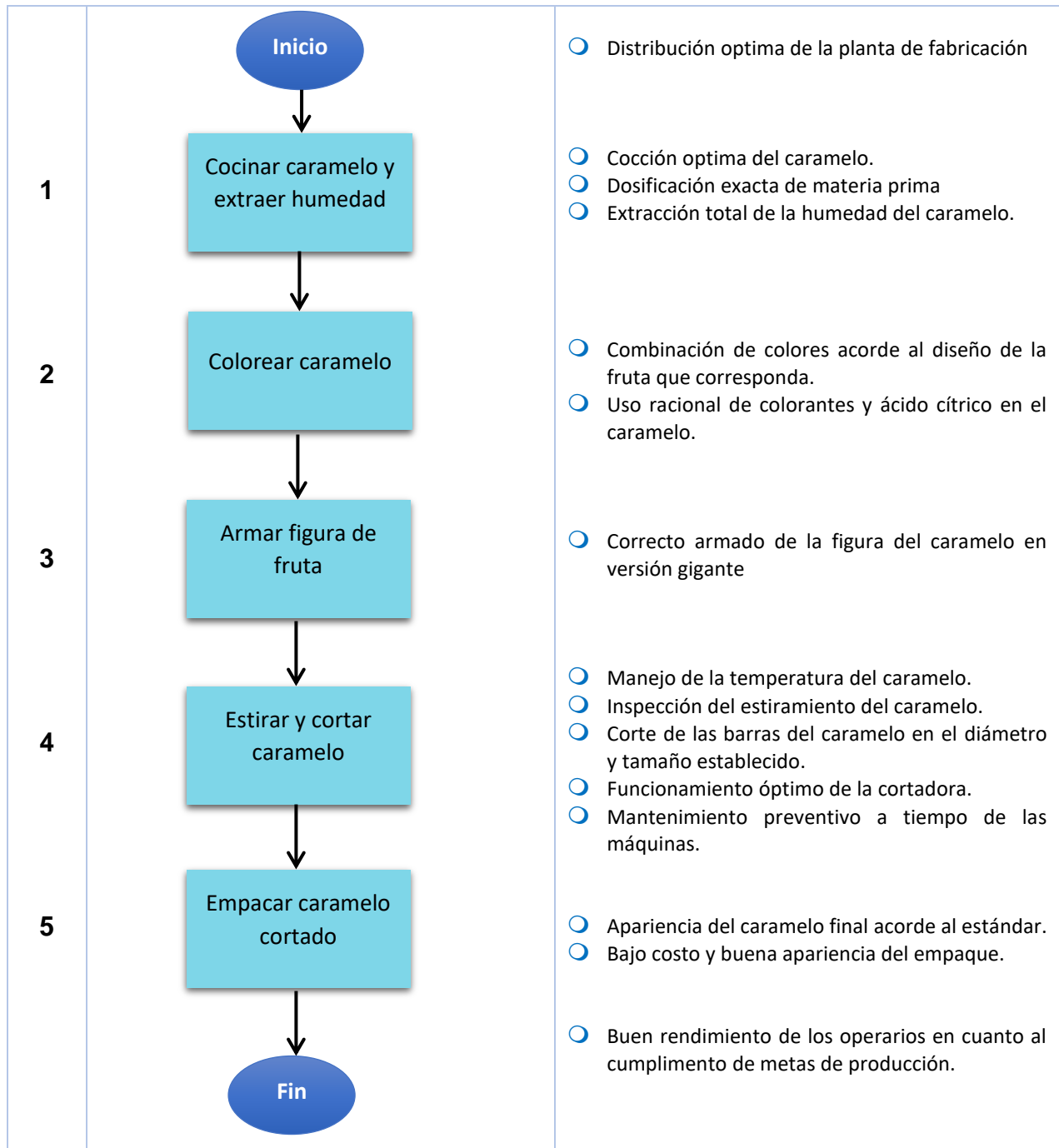
4.3.2 Casa de la Calidad (QFD)

Una vez identificados los requerimientos técnicos, los requerimientos del cliente y los objetivos de diseño se procedió a desarrollar la matriz de la casa de la calidad establecida en la ampliación de la Figura 28 donde se plasmó de forma sistémica e integrada un análisis global en donde se estudiaron las relaciones entre los requerimientos del cliente, los requerimientos técnicos, de igual manera se hizo un perfil de competitividad entre las diferentes empresas como lo son: SUPER, COLOMBINA, ALDOR, AMERICANDY e ITALO permitiendo mostrar el perfil competitivo de SWIKAR, asimismo se hizo un análisis del perfil en términos productivos. Todo lo anterior se evidenció a través del despliegue de la función calidad.

Figura 27. Requerimientos técnicos

Ítem	Flujograma	Requerimientos técnicos
------	------------	-------------------------

Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN



Fuente. Elaboración propia (2018)

Tabla 13. Variables de la herramienta QFD

Requerimientos técnicos	Requerimientos del	Objetivos de diseño
-------------------------	--------------------	---------------------

Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN

	cliente	
Distribución óptima de la planta de fabricación.	Buen sabor del caramelo.	Adecuación y delimitación de cada área en la planta.
Cocción óptima del caramelo.	Diseño atractivo del caramelo.	Punto óptimo de cocción del caramelo.
Dosificación exacta de materia prima.	Caramelo con colores llamativos acordes al sabor frutal.	Control de pedidos de materia prima.
Extracción total de la humedad del caramelo.	Entrega oportuna del pedido.	Control de la humedad del caramelo.
Combinación de colores acorde al diseño de la fruta que corresponda.	Mix atractivo de caramelos con sabores frutales.	Coloreado estandarizado según el diseño de la fruta.
Uso racional de colorantes y ácido cítrico en el caramelo.	Promociones y fidelización de clientes.	Control en la medición y dosificación en preparación de colorantes.
Correcto armado de la figura del caramelo en versión gigante.	Caramelo en buen estado y con diseño de acuerdo al estándar.	Control en el armado de la figura en versión gigante.
Manejo de la temperatura del caramelo.	Innovación y creatividad en empaque y presentación.	Control de la temperatura en el proceso de producción.
Inspección del estiramiento del caramelo.	Inexistencia de humedad en el caramelo.	Caramelo sin grumos, burbujas e imperfecciones.
Corte de las barras del caramelo en el diámetro y tamaño establecido.	Diversidad de sabores e inclusión de nuevos sabores frutales.	Eficiencia en el corte del caramelo
Funcionamiento óptimo de la cortadora.		Control de los tiempos en la máquina cortadora.
Mantenimiento preventivo a tiempo de las máquinas.		Efectividad de las máquinas.
Apariencia del caramelo final acorde al estándar.		Estandarización del proceso de producción.
Bajo costo y buena apariencia del empaque.		Oportunidad de alcanzar nuevos clientes.
Buen rendimiento de los operarios en cuanto al cumplimiento de metas de producción.		Desempeño de los operarios.

Fuente. Elaboración propia (2018)

Figura 28. Casa de la Calidad SWIKAR

empresa SWIKAR, gracias a esto se logró expresar cada necesidad con la mayor claridad posible.

La ejecución de la encuesta de priorización de requisitos por parte de SWIKAR a sus 13 clientes más representativos consistió en la evaluación de necesidades y expectativas en cuanto al caramelo frutal y su presentación, cada cliente calificó el requerimiento del 1 al 10, considerando el 10 el más importante y el 1 el menos importante, buscando obtener de esta forma un caramelo ajustado a sus expectativas y que cumpla con todos los estándares de calidad. (Ver Anexo 12)

De acuerdo a la calificación obtenida en la Sección 1 de la Figura 28 se determinó que el requisito más importante para los clientes fue el buen sabor del caramelo con un peso relativo de 18,2 y el menos importante fue la diversidad de sabores e inclusión de nuevos sabores frutales con un peso relativo de 1,8 considerándose esta última la menos irrelevante para los clientes al momento de adquirir los caramelos.

Siguiendo lo anterior, en la Sección 1 de la Figura 28 también se determinó el grado de importancia que los clientes de la muestra le dan a cada requerimiento junto a su peso relativo, siendo el requerimiento o expectativa con peso mayor el más importante, y con peso menor el menos importante.

4.3.2.2 Análisis de los requerimientos técnicos

En la Sección 2 de la Figura 28 correspondiente a los requerimientos técnicos se expresó todo lo que SWIKAR puede hacer en términos de atributos en la fabricación del caramelo para satisfacer al cliente, es decir, se definieron las especificaciones de desempeño necesarias que tuvieron como función satisfacer las necesidades del cliente.

*Aplicación de Six Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

Tabla 14. Resultado de calificación de importancia de requisitos por parte de clientes

Ítem	Cliente	Buen sabor del caramelo	Diseño atractivo del caramelo	Caramelo con colores llamativos acordes al sabor frutal	Entrega oportuna del pedido	Mix atractivo de caramelos con sabores frutales	Promociones y fidelización de clientes	Caramelo en buen estado y con diseño de acuerdo al estándar.	Innovación y creatividad en empaque y presentación	Inexistencia de humedad en el caramelo	Diversidad de sabores e inclusión de nuevos sabores frutales
1	AERODELICIAS LTDA	10	3	8	9	2	4	7	5	6	1
2	ANTOJOS	10	4	6	5	9	3	7	2	8	1
3	MEMOS DULCERIA	9	8	10	7	4	5	6	1	3	2
4	MECANELECTRO S.A. (HOME SENTRY MEDELLÍN)	8	9	4	7	2	3	10	5	6	1
5	COLORCACAO MEDELLIN	10	6	5	7	4	9	3	2	8	1
6	BODEGA ILUSIÓN SAS	10	6	4	5	3	8	9	2	7	1
7	SURAMERICA COMERCIAL SAS – DOLLARCITY	9	4	2	6	8	5	10	3	7	1
8	JULIO ENRIQUE VELEZ Y CIA. - DULCES TÍPICOS DE COLOMBIA	7	5	3	6	4	8	10	2	9	1
9	CANDY'S FACTORY BOGOTÁ	10	4	2	5	7	6	9	3	8	1
10	DISTRIBUIDORA DE VINOS Y LICORES	9	5	4	6	10	8	3	2	7	1
11	COMERCIALIZADORA HOLIDAYS DETALLES	9	4	3	8	5	7	10	2	6	1
12	F&D COMPANY SAS – FERDILAND	10	5	6	3	9	4	7	2	8	1
13	GRANO DE ARENA S.A.S.	9	4	3	8	5	7	10	2	6	1
	PROMEDIO	9,23	5,15	4,62	6,31	5,54	5,92	7,77	2,54	6,8	1,1
	IMPORTANCIA	10	4	3	7	5	6	9	2	8	1

Fuente. Elaboración propia, basado en Swikar (2018)

Estas medidas técnicas que la empresa estipuló para poder satisfacer los requerimientos del cliente se les asignó la dirección de mejora ya sea de maximización, minimización u objetivo, donde, fue necesario maximizar: el manejo de la temperatura del caramelo, el mantenimiento preventivo de las máquinas, la cocción óptima del caramelo, la inspección del estiramiento del caramelo, el funcionamiento óptimo de la cortadora y el buen rendimiento de los operarios en cuanto al cumplimiento de las metas de producción, se consideró la maximización de los requerimientos técnicos anteriores con el fin de reducir los niveles de desperdicio, los costos de no calidad y los defectos en partes por millón y así mejorar los niveles sigma.

Como objetivo se consideraron los siguientes atributos: figura del caramelo acorde al estándar, combinación de colores acorde al diseño de la fruta que corresponda, corte de las barras de caramelo en el diámetro y tamaño establecido, extracción total de la humedad del caramelo, correcto armado de la figura en versión gigante, bajo costo y buena apariencia del empaque, dosificación exacta de materia prima, distribución óptima de la planta de fabricación y uso racional de colorantes y ácido cítrico en el caramelo. No se consideró minimizar ningún atributo.

Para la definición de los requerimientos técnicos se realizó un análisis de las actividades que la empresa debe tener en cuenta al momento de fabricar el caramelo con el fin de aumentar la productividad, mejorar la rentabilidad y disminuir los niveles de desperdicio de caramelo, satisfaciendo de esta forma los requerimientos del cliente en cuanto a un producto acorde al estándar, atractivo y de buen sabor.

4.3.2.3 Análisis de la relación entre los requerimientos del cliente y requerimientos técnicos.

En la sección 3 de la Figura 28 se desarrolló la matriz que correlacionó lo que el cliente quiere con cómo SWIKAR puede satisfacer sus necesidades, esta es la matriz central del QFD ya que se encargó de traducir los requerimientos del cliente en planes para satisfacerlos, es decir, es la matriz donde se convirtieron los requisitos del cliente en términos o expresiones de cambio en el proceso. (Heizer y Render, 2009).

Para la correlación de las necesidades de los clientes y los requerimientos técnicos se establecieron tres niveles de correlación: relación fuerte, moderada y débil.

Se identificó que la mayoría de los requerimientos técnicos tuvieron una relación entre muy fuerte y moderada con el requerimiento “Caramelo en buen estado y con diseño de acuerdo al estándar” lo cual significa que SWIKAR concentra todos sus esfuerzos en entregar al cliente un producto en buen estado y con diseño frutal con colores y tamaño acorde al estándar, siendo esto muy importante ya que dicho requerimiento está calificado como el segundo más importante para los clientes.

Seguidamente, se identificó que los requerimientos técnicos establecidos por SWIKAR apuntan a satisfacer el requerimiento del cliente de un “diseño atractivo del caramelo” ya que es considerado parte de su objeto misional el cual es vender un caramelo con un alto nivel de creatividad e innovación, siendo este requerimiento el cuarto más importante para los clientes.

Se evidenció también que SWIKAR a través de sus requerimientos técnicos se enfocó en suplir la expectativa del cliente de “inexistencia de humedad en el caramelo” la cual se consideró como la tercera expectativa más importante para los clientes, ya que el caramelo con un alto nivel de higroscopicidad es indeseable, y tanto para el cliente como para la empresa es vital un óptimo control de la humedad.

En caso contrario, los requerimientos técnicos de la empresa tuvieron una nula relación con el requerimiento del cliente “Diversidad de sabores e inclusión de nuevos sabores frutales”, lo cual quiso decir que SWIKAR no concentra sus esfuerzos en fabricar caramelos con otros sabores adicionales a los que ya tiene, este requerimiento se corroboró con la calificación del cliente siendo el último requisito preferido por los mismos.

4.3.2.4 Análisis de la relación entre los requerimientos técnicos (Matriz de correlación).

La matriz ubicada en la parte superior de la casa de la calidad, correspondiente a la Sección 4 de la Figura 28, identificó las características técnicas que se deben mejorar paralelamente.

Con la matriz de correlaciones fue posible determinar la interacción entre los diferentes requerimientos técnicos definidos por SWIKAR, se establecieron cuatro niveles de correlación: correlación muy positiva, correlación positiva, correlación negativa y correlación muy negativa.

Se identificó que los requerimientos técnicos con una mayor correlación positiva y muy positiva correspondieron a el “Buen rendimiento de los operarios en cuanto al cumplimiento de las metas de producción”, el “Manejo de la temperatura del caramelo”, la “figura del caramelo acorde al estándar”, la “Inspección del estiramiento del caramelo” y el “mantenimiento preventivo a tiempo de las máquinas”, estos requerimientos técnicos mencionados anteriormente son sumamente importantes en la fabricación optima del caramelo, en el logro de la disminución considerable de desperdicio, en la mejora de los niveles sigma y en la reducción de defectos en partes por millón, además son los que se relacionaron entre sí en una mayor proporción con el resto de requerimientos.

Los requerimientos que presentaron conflictos entre sí fueron: “Mantenimiento preventivo de las máquinas” y “Buen rendimiento de los operarios en cuanto al cumplimiento de metas de producción”, entre más mantenimientos se realicen, habrán paradas en la producción que les impedirá a los operarios cumplir las metas establecidas de producción, es decir, la ejecución de un requisito implica que la otra se vea afectada negativamente causando ineficiencia en ellas.

Los requerimientos técnicos que presentaron una nula correlación fueron: “Bajo costo y buena apariencia del empaque” y “Distribución optima de la planta de fabricación”.

La determinación de dichas relaciones fue fundamental para el proceso, ya que generalmente significa la negociación entre ellas, la matriz de correlación contiene la información más crítica para los responsables del diseño y fabricación del caramelo. (Fontalvo, 2009).

4.3.2.5 Análisis y evaluación de objetivos de diseño

En la Sección 5 de la Figura 28, se determinaron los objetivos de diseño para cada requerimiento técnico de la fabricación del caramelo, los cuales fueron evaluados por su nivel de dificultad, donde 10 fue muy difícil y 0 fue fácil de cumplir, se consideraron con mayor dificultad en su cumplimiento: la “estandarización del proceso de producción”, el “control de la temperatura del proceso” y el “control de los tiempos en la máquina cortadora”, pues involucran variables que no se pueden controlar ya que el desajuste en la temperatura conlleva a que el caramelo se dañe, y de esta forma cause descontrol en los tiempos de la máquina cortadora, siendo todo esto causa de la no estandarización del proceso de producción, a esto último se le suma que el proceso es manual y mecánico por lo que no es posible lograr una total estandarización del proceso de producción.

Se consideraron fáciles de cumplir: el “control en la medición y dosificación de colorantes”, el “coloreado estandarizado según el diseño de la fruta” y el “punto óptimo de cocción del caramelo”.

Lo anterior se considera el resumen de lo que se debe tener en cuenta para cumplir con los requerimientos del cliente. Siguiendo lo anterior, respecto al peso relativo sobresalió el “control de la humedad del caramelo” con un peso relativo de 12,8 correspondiente a la “extracción total de la humedad del caramelo”, le siguió el “Punto óptimo de cocción del caramelo” con un peso relativo de 12,6 correspondiente a la “cocción óptima del caramelo” y finalmente sobresalió el “Desempeño de los operarios” con un peso relativo de 11,2 correspondiente al “Buen rendimiento de los operarios en cuanto al cumplimiento de metas de producción”, lo anterior concluye que estos objetivos de diseño junto a sus requerimientos técnicos son fundamentales para la satisfacción de la mayor cantidad de requisitos del cliente y para contribuir a la disminución del desperdicio de caramelo e incrementar la productividad.

4.3.2.6 Análisis de la competencia

En la Sección 6 de la Figura 28 con el fin de evaluar el producto, que es el caramelo frutal, se elaboró una evaluación de los caramelos frutales ofrecidos por la competencia y se hizo una comparación del caramelo frutal ofrecido por SWIKAR frente a ellos. Inicialmente se listaron las evaluaciones de los clientes de SWIKAR con respecto a los de la competencia, para dicha evaluación se utilizó una escala donde 0 significó malo y 5 significó el mejor.

Para esta evaluación se tuvieron en cuenta los caramelos frutales ofrecidos por: SUPER, COLOMBINA, ALDOR, AMERICANDY e ITALO.

SWIKAR se destacó en el diseño atractivo del caramelo, en el mix atractivo de caramelos con sabores frutales, en la innovación y creatividad en empaque y presentación y finalmente en la diversidad de sabores frutales. También se destacó en su calificación un puntaje regular en entrega oportuna del pedido, y caramelo en buen estado y con diseño de acuerdo al estándar, SWIKAR debe trabajar por mejorar la calificación por parte de los clientes de estos requisitos.

AMERICANDY y COLOMBINA se destacaron por el buen sabor del caramelo y por el caramelo con colores llamativos acordes al sabor frutal, AMERICANDY, ITALO y ALDOR se destacaron por promociones y fidelización de clientes y caramelo en buen estado y con diseño de acuerdo al estándar, ITALO se destacó por la entrega oportuna del pedido.

No tuvo una buena calificación AMERICANDY en cuanto al mix atractivo de caramelos con sabores frutales, innovación y creatividad en empaque y presentación y diversidad de sabores frutales.

La compañía de caramelos SUPER se destacó por el buen sabor del caramelo y no se destacó por la diversidad de sabores frutales.

Estas evaluaciones permitieron determinar los niveles de desempeño del producto, que en este caso es el caramelo frutal, frente a los de la competencia, lo cual se reflejó en ventajas competitivas ya que aunque se consideren competencia, el producto de SWIKAR es diferente y con un método de elaboración distinto lo cual lo hace exclusivo y mejor calificado por los clientes, en este orden, le sigue COLOMBINA, AMERICANDY

e ITALO con altas calificaciones y continúan SUPER y ALDOR con calificaciones más bajas por parte de los clientes.

4.3.2.7 Análisis global del Despliegue de la función de la Calidad QFD

Se concluyó a través del análisis de los requerimientos del cliente que el más importante es el buen sabor del caramelo y el menos importante es la diversidad e inclusión de sabores frutales, pues se considera que los clientes se sienten satisfechos con el portafolio de sabores que actualmente tiene SWIKAR.

Teniendo en cuenta las etapas críticas del proceso de producción del caramelo, como son el estiramiento y corte del caramelo, y empaque del producto terminado se determinó que se debe maximizar el manejo de la temperatura del caramelo cuando está en el bastoneador, egalizador y cortadora ya que en cualquier circunstancia se puede averiar por estar muy caliente o por estar muy frío; también se debe maximizar el mantenimiento preventivo de las máquinas, la cocción óptima del caramelo, la inspección del estiramiento del caramelo, el funcionamiento óptimo de la cortadora y el buen rendimiento de los operarios, pues la mejora y la eficiencia en cada requerimiento técnico mencionado anteriormente contribuyó a la disminución del desperdicio del caramelo y productos no conformes.

De la relación entre los requerimientos del cliente y los requerimientos técnicos se concluyó que SWIKAR se concentró principalmente en entregar al cliente un producto en buen estado acorde al estándar, un diseño atractivo del caramelo y la inexistencia de humedad en el mismo ya que este último es causante de devoluciones a la empresa o el resultado de un producto no conforme.

Debido a la alta cantidad de desperdicio de caramelo generado en la etapa de estiramiento y corte del caramelo, y en la etapa de empaque se consideró con un alto nivel de dificultad la estandarización del proceso de producción, el control de la temperatura del proceso y el control de los tiempos en la máquina cortadora, estos tres objetivos de diseño se encuentran fuertemente relacionados, es decir, si no se tiene una estandarización del proceso, será complicado controlar la temperatura en el proceso ya que cualquier variación por muy mínima que sea puede afectar el caramelo

que está dentro de las máquinas afectando su correcto paso hacia la cortadora descuadrando los tiempos de corte por el exceso de temperatura, o en caso contrario porque el caramelo no tiene la temperatura optima y ha endurecido causando su desecho total averiando el mecanismo empleado por la cortadora.

4.3.3 Plan de Acción del análisis QFD

Hoy día las organizaciones deben procurar ser más eficientes y efectivas, de tal forma que puedan optimizar la calidad y el precio de productos que brindan a sus clientes con el fin de ser competitivos y así mantener o aumentar su llegada al mercado. Una forma de mejorar estos parámetros es mediante la aplicación de la mejora en sus procesos. La regla de las 5W+H facilita la planificación de las acciones a desarrollar para la aplicación de las acciones generadas. (Trías, et al, 2009)

Tabla 15. Plan de Acción del análisis QFD

PLAN DE ACCIÓN QFD					
¿Qué se quiere mejorar?	¿Por qué se quiere mejorar?	¿Cuándo se quiere mejorar?	¿Dónde se va a mejorar?	¿Quién lo va a mejorar?	¿Cómo lo van a mejorar?
El proceso de producción de caramelos de Swikar.	Por la cantidad de desperdicio generado y por el incremento de productos no conformes.	En el año 2019.	En la etapa de estiramiento del caramelo y corte, y en la etapa de empaque del proceso de producción de la empresa SWIKAR ubicada en la ciudad de Cali.	Los directivos de SWIKAR quienes darán directrices a los operarios para lograr una mayor producción y menos desperdicio.	El proceso de producción de SWIKAR se va a mejorar a través de la implementación de las mejoras planteadas en el AMEF con el fin de lograr un óptimo funcionamiento de la cortadora, un funcionamiento eficiente de las máquinas, el aprovechamiento del caramelo no conforme y un mayor rendimiento en los operarios.

Fuente. Elaboración propia (2018)

4.3.4 Análisis de Causa y Efecto

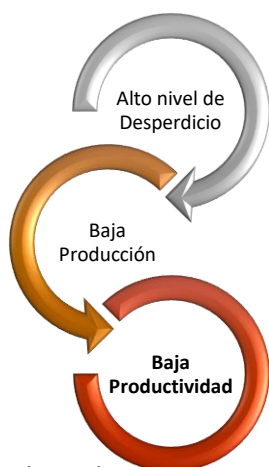
La variabilidad de las características de calidad es un efecto que surge de diversas causas. Cuando ocurre un problema con la calidad en un producto, se debe investigar a fin de identificar sus posibles causas.

Para el desarrollo del análisis de causa y efecto se tuvieron en cuenta las dos etapas críticas del proceso de producción del caramelo tal como se evidenció en la etapa de medir, se observó que la etapa de estiramiento y corte del caramelo, y la etapa de empaque son las más críticas ya que de estas es donde surge la mayor cantidad de desperdicio, cabe aclarar que la etapa de empaque depende de la etapa de estiramiento y corte del caramelo, pues aquí es donde se selecciona el caramelo acorde a los estándares y se desecha el producto no conforme referente al caramelo que no cumple con los colores frutales establecidos, que su tamaño no es acorde al estándar o que su corte no es el apropiado, lo cual hace que haya una menor producción de caramelo conforme y consiga una baja productividad siendo este el problema principal. (Ver

Figura 29)

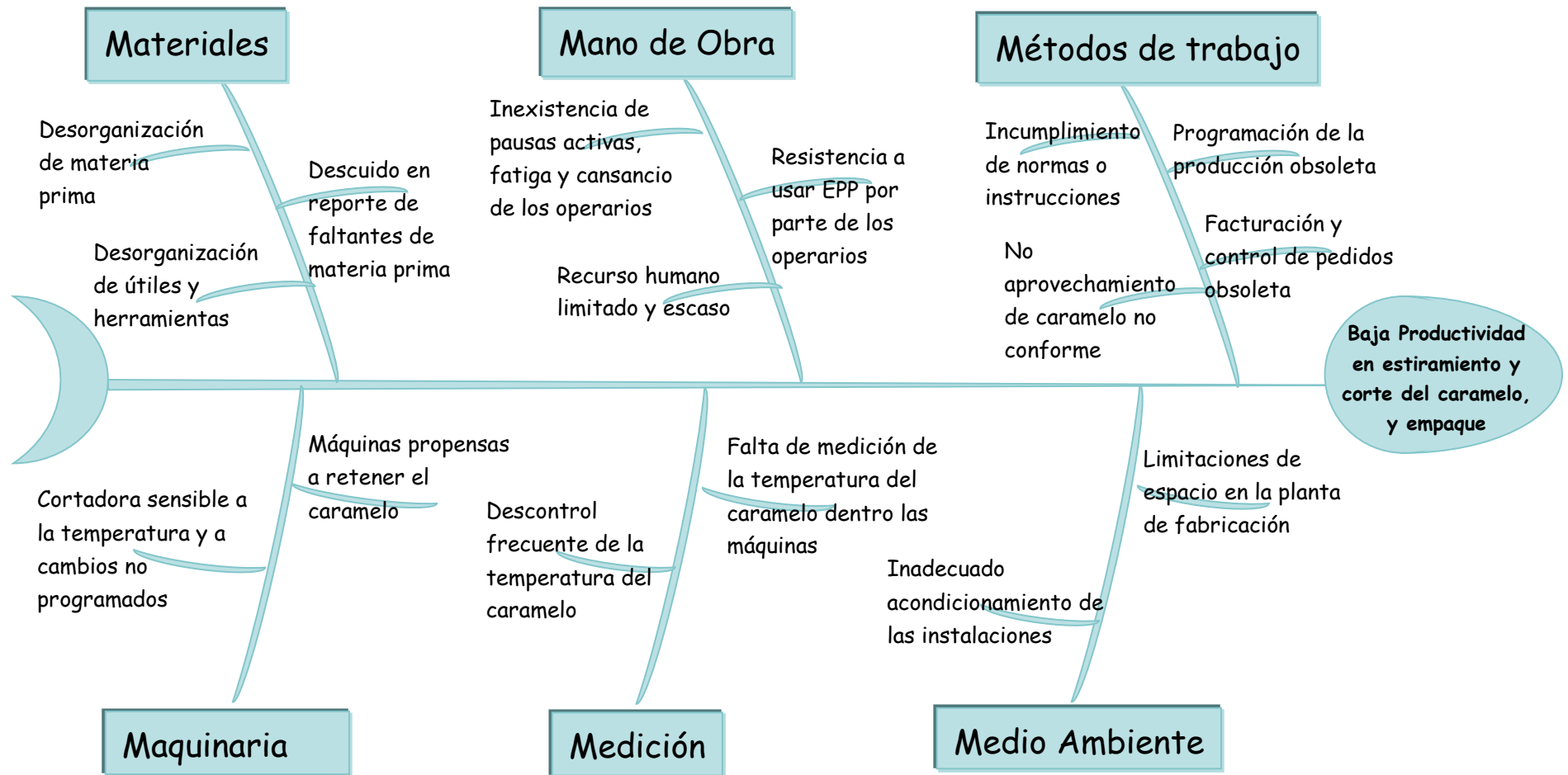
A continuación se hizo la diagramación de causa y efecto con el objetivo de estudiar los problemas causados en las etapas críticas del proceso de producción, por medio de la identificación y clasificación de las causas relacionadas con materiales, mano de obra, métodos de trabajo, maquinaria y ambiente y entorno. (Ver Figura 30)

Figura 29. Análisis del problema principal en el proceso de Producción del caramelo



Fuente. Elaboración propia (2018)

Figura 30. Diagrama de Ishikawa



Fuente. Elaboración propia (2018)

4.3.5 Diagrama de Pareto

Posterior a haber identificado las causas más relevantes de la baja productividad en las etapas críticas del proceso de producción de SWIKAR, se hizo necesario destacar los problemas con un nivel más crítico. Para el proceso de selección de estos problemas se utilizó la técnica de Pareto, la cual indica que el 80% de los problemas son producidos por el 20% de sus causas, a su vez se empleó una escala (Ver Tabla 17) donde la variable a calificar indicó la frecuencia y además fue puente de calificación entre operarios, directivos y el autor lo que permitió determinar aquellos problemas más críticos. Se tuvo en cuenta los problemas capturados en el diagrama de Ishikawa los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 16. Problemas detectados

Item	Definición
1	Desorganización de materia prima
2	Desorganización de útiles y herramientas
3	Descuido en reporte de faltantes de materia prima
4	Inexistencia de pausas activas, fatiga y cansancio de los operarios
5	Recurso humano limitado y escaso
6	Resistencia a usar EPP por parte de los operarios
7	Incumplimiento de normas o instrucciones
8	No aprovechamiento de caramelo no conforme
9	Programación de la producción obsoleta
10	Facturación y control de pedidos obsoleta
11	Cortadora sensible a la temperatura y a cambios no programados
12	Máquinas propensas a retener el caramelo
13	Descontrol frecuente de la temperatura del caramelo
14	Falta de medición de la temperatura del caramelo dentro las máquinas
15	Inadecuado acondicionamiento de las instalaciones
16	Limitaciones de espacio en la planta de fabricación

Fuente. Elaboración propia (2018)

La siguiente tabla muestra la escala a tomar en cuenta en la entrevista realizada a cada operario, a los directivos y al autor. Ésta indica el grado de influencia que tiene cada problema con respecto al efecto global.

Tabla 17. Escala de grado de influencia

Nivel de influencia	Definición
5	Máxima Influencia
4	Mucha Influencia
3	Influencia Media
2	Poca Influencia
1	No influye

Fuente. Elaboración propia (2018)

La siguiente tabla ilustra la calificación otorgada por los entrevistados.

Tabla 18. Encuesta aplicada

Encuestado Causa	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Directivos Swikar	Autor	Frecuencia acumulada
Desorganización de materia prima	3	2	3	3	3	14
Desorganización de útiles y herramientas	3	3	2	4	4	16
Descuido en reporte de faltantes de materia prima	4	3	4	4	4	19
Inexistencia de pausas activas, fatiga y cansancio de los operarios	5	5	4	4	5	23
Recurso humano limitado y escaso	2	3	2	1	1	9
Resistencia a usar EPP por parte de los operarios	1	2	1	3	4	11
Incumplimiento de normas o instrucciones	3	3	4	4	5	19
No aprovechamiento de caramelo no	4	5	5	5	5	24

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

conforme						
Programación de la producción obsoleta	2	2	1	3	3	11
Facturación y control de pedidos obsoleta	2	1	1	3	3	10
Cortadora sensible a la temperatura y a cambios no programados	5	5	5	5	5	25
Máquinas propensas a retener el caramelo	5	4	5	5	5	24
Descontrol frecuente de la temperatura del caramelo	5	5	5	5	4	24
Falta de medición de la temperatura del caramelo dentro las máquinas	4	3	4	5	5	21
Inadecuado acondicionamiento de las instalaciones	3	4	3	4	4	18
Limitaciones de espacio en la planta de fabricación	2	1	1	2	3	9

Fuente. Elaboración propia (2018)

Al realizar la entrevista, los operarios desconocían el grado de influencia que presentaban varios de los problemas. Luego de realizada la encuesta y para facilitar la construcción del diagrama de Pareto, se organizaron los datos en forma descendente, a su vez se determinaron las frecuencias absolutas y relativas, así como la frecuencia relativa acumulada.

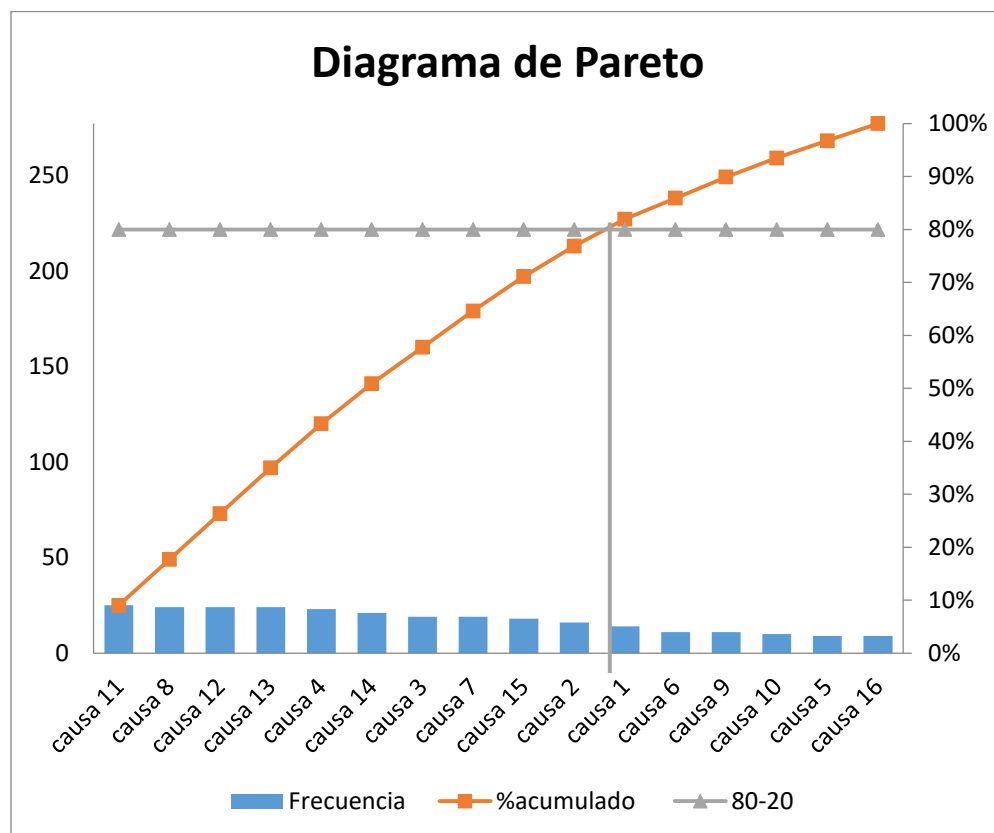
Tabla 19. Relación de causas y frecuencias

Causas	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Porcentual	Frecuencia Relativa Acumulada
Cortadora sensible a la temperatura y a cambios no programados	25	9%	9%
No aprovechamiento de caramelo no conforme	24	9%	18%
Máquinas propensas a retener el caramelo	24	9%	26%
Descontrol frecuente de la temperatura del caramelo	24	9%	35%
Inexistencia de pausas activas, fatiga y cansancio de los operarios	23	8%	43%
Falta de medición de la temperatura del caramelo dentro las máquinas	21	8%	51%
Descuido en reporte de faltantes de materia prima	19	7%	58%
Incumplimiento de normas o instrucciones	19	7%	65%
Inadecuado acondicionamiento de las instalaciones	18	6%	71%
Desorganización de útiles y herramientas	16	6%	77%
Desorganización de materia prima	14	5%	82%
Resistencia a usar EPP por parte de los operarios	11	4%	86%
Programación de la producción obsoleta	11	4%	90%
Facturación y control de pedidos obsoleta	10	4%	94%
Recurso humano limitado y escaso	9	3%	97%
Limitaciones de espacio en la planta de fabricación	9	3%	100%
TOTAL	277	100%	

Fuente. Elaboración propia (2018)

La gráfica de Pareto se presenta en la Figura 31, para su mayor entendimiento ver Tabla 16 y Tabla 19

Figura 31. Diagrama de Pareto



Fuente. Elaboración propia

Como se observó en el diagrama de Pareto (Ver Figura 31), el 80% de los problemas correspondieron a 10 causas las cuales fueron las que más tuvieron incidencia en la baja productividad de SWIKAR ocasionada por los altos niveles de desperdicio en las etapas de estiramiento y corte del caramelo, y empaque. A continuación se definió cada causa.

- ✓ Cortadora sensible a la temperatura y a cambios no programados, la cual tuvo una frecuencia acumulada de 25, considerándose la que mayor incidió en la baja productividad debido a que en la cortadora es donde se genera la mayor cantidad de desperdicio del caramelo porque se avería el mecanismo y los tiempos se descuadran.
- ✓ No aprovechamiento del caramelo no conforme, con una frecuencia acumulada de 24, la baja productividad es consecuencia también del no uso que se le da al

caramelo que no cumple con los estándares, lo cual hace que se desechen cantidades considerables de caramelo aumentando de esta forma los costos de no calidad.

- ✓ Máquinas propensas a retener el caramelo, con una frecuencia acumulada de 24, siendo la tercera causa que más incidió en la baja productividad, para que el caramelo pase sin problema a la cortadora, el operario necesita inspeccionar su paso por el bastoneador y el egalizador y no descuidarse en ninguna ocasión, ya que en cualquier momento este se puede retener ocasionando su daño total.
- ✓ Descontrol frecuente de la temperatura del caramelo, con una frecuencia acumulada de 24, lo cual permitió inferir que si no se tiene la suficiente inspección, el caramelo se puede enfriar en las mesas de frío y caliente, o en las máquinas causando el daño total del caramelo ya que un caramelo frío se torna duro y no es posible manipularlo, en caso contrario, si el caramelo está muy caliente puede afectar el mecanismo de las máquinas siendo muy difícil y compleja la manipulación del mismo por parte de los operarios.
- ✓ Inexistencia de pausas activas, fatiga y cansancio de los operarios, la cual tuvo una frecuencia absoluta de 23, siendo la quinta causa que más incidió en la baja productividad. En la mayoría de las ocasiones los operarios realizan en el día 8 órdenes de producción de caramelos simultáneamente a un ritmo elevado con el fin de terminar la jornada laboral más temprano, es decir, los operarios no cuentan con tiempos valiosos de descanso lo cual produce que el rendimiento de los mismos sea bajo y no sea óptima la fabricación de los últimos caramelos generando una mayor cantidad de desperdicio.
- ✓ Falta de medición de la temperatura del caramelo dentro las máquinas, tuvo una frecuencia absoluta de 21, esta causa es el complemento de la primera y la cuarta causa, en muchas ocasiones se descontrola la temperatura porque no se tiene un control estricto de la temperatura del caramelo usando el termómetro, pues generalmente la temperatura se inspecciona mediante el tacto.
- ✓ Descuido en reporte de faltantes de materia prima, con una frecuencia absoluta de 19, esta causa incidió en la baja productividad medianamente, pues en ocasiones

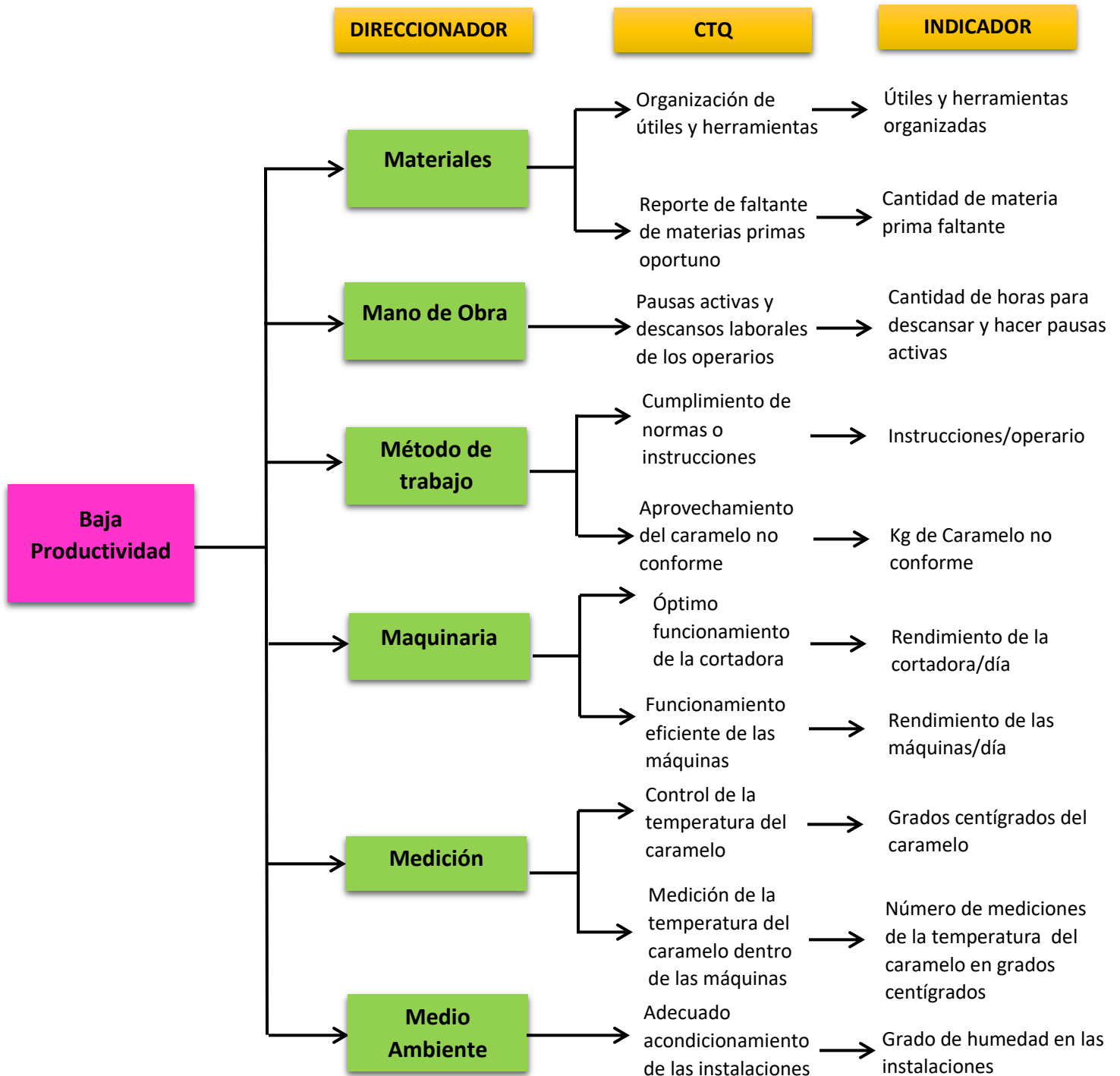
al momento de iniciar la fabricación del caramelo no se cuenta con existencias suficientes de masa desengrasante, colorantes, glucosa, provocando de esta manera la suspensión de la producción mientras se consigue la materia prima faltante.

- ✓ Incumplimiento de normas o instrucciones, tuvo una frecuencia absoluta de 19, se consideró la séptima causa incidente en la baja productividad, el incumplimiento por parte de los operarios no es frecuente, pero en las ocasiones en que estos no siguen las instrucciones por parte de los directivos se presentan equivocaciones en la elaboración de los caramelos.
- ✓ Inadecuado acondicionamiento de las instalaciones, tuvo una frecuencia absoluta de 18, los operarios pierden productividad con la alta temperatura causada por caldera y la cocinadora, y consigo por los cambios abruptos pasando del lugar donde están las máquinas al cuarto de empaque (cuarto de personalizados) el cual debido al aire acondicionado siempre mantiene una baja temperatura, no hay delimitación de estas dos áreas. (Ver Anexo 13)
- ✓ Desorganización de útiles y herramientas, tuvo una frecuencia absoluta de 16, siendo esta la última causa que incide en la baja productividad, los operarios pierden tiempo valioso para la producción del caramelo mientras buscan las herramientas a utilizar, ya que no hay un espacio o un lugar donde estén siempre organizados.

4.3.6 Diagrama de Árbol (CTQ)

Luego de haber identificado el efecto principal y sus causas en las etapas críticas del proceso de producción del caramelo, se sugirió la realización de un análisis para ampliar la información recolectada en el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto a través de la elaboración del diagrama de árbol o CTQ (Ver Figura 32) el cual se llevó a cabo con la intención de proponer actividades de mejoramiento de las causas que más incidieron en la baja productividad identificadas en el diagrama de Pareto, esto se realizó con el fin de reducir las grandes cantidades de desperdicio, aumentar la utilidad y reducir los costos de la no calidad.

Figura 32. Diagrama de árbol



Fuente. Elaboración propia (2018)

4.3.6.1 Identificación de las CTQ

A partir del análisis realizado en el diagrama de árbol de la Figura 32, se establecieron mediante los CTQ acciones a desarrollar con el fin de minimizar las causas que generan el desperdicio y la baja productividad.

✓ **Materiales**

- Organización de útiles y herramientas: En la planta de fabricación del caramelo se debe establecer y definir un lugar correctamente delimitado al alcance de los operarios para guardar tijeras y espátulas, de tal forma que al momento de elaborar el caramelo estas no se pierdan de la vista de los operarios.
- Reporte de faltante de materias primas oportuno: Se debe realizar a diario un control de inventario de materias primas para así identificar cuáles son las próximas que se acabarán y de esta forma hacer el pedido justo a tiempo a los proveedores evitando incurrir en retrasos en la producción.

✓ **Mano de Obra**

- Pausas activas y descansos laborales de los operarios: Los directivos de SWIKAR y la ARL deben establecer y fijar un horario laboral el cual se debe cumplir y respetar con el fin de exigir a los operarios los descansos y pausas activas requeridos por la ley y así evitar enfermedades laborales y aumentar el rendimiento y la productividad de los mismos.

✓ **Método de trabajo**

- Cumplimiento de normas o instrucciones: Cuando los directivos requieren la modificación del método de fabricación de un caramelo específico o cuando sugieren otra manera de hacer las actividades, es necesario entregar a los operarios documentos donde quede constancia del compromiso a seguir referente al respeto y cumplimiento de las instrucciones, normas y actividades.

- Aprovechamiento del caramelo no conforme: El caramelo no conforme es aquel que no cumple con los estándares de colores, de tamaño, no está cortado en el tamaño preciso o ha endurecido impidiendo que se pueda manipular lo cual representa grandes cantidades de kilogramo no aptas para la venta, es por esto que surge la necesidad de implementar técnicas de aprovechamiento de este caramelo a través del reprocesamiento del mismo y la inclusión de nuevos productos, la búsqueda de alianzas estratégicas con clientes que estén interesados en estos productos, y la creación de una línea económica con nombres artísticos que venda dichos productos. Para el aprovechamiento de este caramelo es muy importante usar el marketing ya que es importante mostrar un producto atractivo e innovador.

- ✓ **Maquinaria**
 - Óptimo funcionamiento de la cortadora: Para la disminución del desperdicio de caramelo en la etapa de estiramiento del caramelo y corte es indispensable el buen rendimiento de la cortadora, es por esto que con la ayuda de la subcontratación de mantenimiento, se deben estipular junto a los operarios y directivos las características que debe tener el caramelo cuando va a pasar por la cortadora, y a su vez, se deben hacer múltiples pruebas para lograr una óptima configuración de la máquina y así evitar averías o deterioro de la misma.
 - Funcionamiento eficiente de las máquinas: Inicialmente, se debe contar con la ayuda de la subcontratación de mantenimiento para lograr la eficiencia productiva de la maquinaria industrial de SWIKAR, esto último a través de la identificación de los tiempos de paradas de la máquinas, la medición de la eficiencia donde se identifica si la máquina funciona a menos de su capacidad total, y finalmente de la identificación de las unidades defectuosas, lo anterior con el fin de disminuir las pérdidas económicas y los cuellos de botella del proceso incrementando asimismo la competitividad y la productividad.

✓ **Medición**

- Control de la temperatura del caramelo: Es primordial tener un especial cuidado e inspección de la temperatura del caramelo a partir de su cocción con la observación constante de la temperatura de la cocinadora con el fin de alcanzar el punto óptimo de cocción, posteriormente, aunque la etapa de armado de figura es netamente manual, se deben implementar técnicas de medición de la temperatura con el fin de identificar el tiempo que necesita el caramelo para maniobrarlo y hacer un correcto armado de la figura en versión gigante asegurando que dicho caramelo no se vaya a endurecer y sea posible cargarlo hasta el bastoneador donde también es indispensable el control de la temperatura.
- Medición de la temperatura del caramelo dentro de las máquinas: Siguiendo lo anterior, para la fabricación de todos los caramelos sin excepción, cuando el caramelo se encuentra dentro del bastoneador se le debe medir la temperatura con un termómetro digital para que cuando pase al egalizador no se retenga en los discos por endurecimiento, o porque su temperatura es elevada, y de esta forma llegue sin ningún problema a la cortadora la cual recibe el caramelo con una temperatura máxima de 70°C. Es fundamental hacer un plan de medición de la temperatura del caramelo cuando este se encuentra dentro de las máquinas ya que por considerarse una actividad crítica cualquier falla puede conllevar a grandes cantidades de kilogramos de caramelo por ser desechado. (Ver Anexo 14)

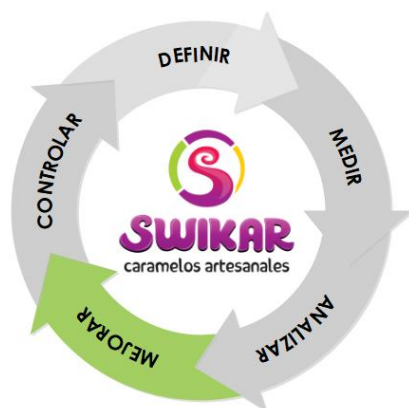
✓ **Medio Ambiente**

- Adecuado acondicionamiento de las instalaciones: Los operarios encargados de fabricar el caramelo sufren a causa de la alta temperatura que hay en la planta de fabricación por lo que es necesario la instalación de extractores de calor que permitan mejorar el acondicionamiento, y que al mismo tiempo mantengan la temperatura adecuada del caramelo.

4.4 Mejora del Proceso de Producción de Caramelo mediante el Análisis De Modo, Efecto Y Falla (AMEF)

Luego de analizar el proceso de producción del caramelo a través del Despliegue de la función de la Calidad (QFD), Diagrama de Ishikawa y Diagrama de árbol, se propusieron las acciones necesarias para mejorar la situación actual a través del análisis de Modo, Efecto y Falla (AMEF), lo cual se abordó a continuación en la etapa de Mejora del DMAIC (Ver Figura 33)

Figura 33. Mejora del proceso de producción del caramelo



Fuente. Elaboración propia

Después de haber realizado el análisis del proceso de producción del caramelo y de haber establecido planes de acción, mediante el grupo sistematizado de actividades conocido como análisis de modo, efecto y falla (AMEF) se reconocieron y evaluaron las fallas potenciales y sus efectos con el fin de proponer acciones de mejora.

Con el desarrollo de la metodología AMEF se encontraron y priorizaron los aspectos del proceso que demandan mejora. Se tuvieron en cuenta los requerimientos técnicos que la empresa SWIKAR propone para el cumplimiento de los requisitos del cliente los cuales se definieron anteriormente en la etapa de análisis.

4.4.1 Criterios para la evaluación del AMEF de Proceso

Con el fin de evaluar el Efecto y Modo de falla potencial se emplearon los criterios de Severidad, Ocurrencia y Detección, y se propusieron las siguientes escalas para su evaluación:

- Severidad: Se encarga de evaluar la magnitud o gravedad del efecto provocado por el modo de falla potencial. (Araque, 2014)

Tabla 20. Criterio de evaluación utilizado para la severidad de efectos

Rangos de Severidad	
Efecto	Rango
Peligroso sin alarma	10
Peligroso con alarma	9
Muy arriba	8
Alto	7
Moderado	6
Bajo	5
Muy Bajo	4
De menor importancia	3
Muy de menor importancia	2
Ninguno	1

Fuente. Elaboración propia, basado en Hidalgo (2005)

- Ocurrencia: Evalúa la ocurrencia del Modo de la falla potencial en términos de (PPM's, CPK's, Porcentaje o Frecuencia). (Araque, 2014)

Tabla 21. Criterio de evaluación utilizado para la ocurrencia del incidente

Rangos de Ocurrencia	
Efecto	Rango
Muy alta	10 9
Alta	8 7
Moderada	6 5 4
Poca	3
Muy poca	2
Remota	1

Fuente. Elaboración propia, basado en Hidalgo (2005)

- Detección: Evalúa la efectividad de las formas o medios de detección del modo de falla potencial. (Araque, 2014)

Tabla 22. Criterio de evaluación utilizado para la detección

Rangos de Detección	
Detección	Rango
Casi imposible	10
Muy alejado	9
Alejado	8
Muy bajo	7
Bajo	6
Moderado	5
Moderadamente alto	4
Alto	3
Muy alto	2
Casi seguro	1

Fuente. Elaboración propia, basado en Hidalgo (2005)


A continuación se desarrolló el análisis de modo y efecto de la falla (AMEF) identificado en SWIKAR.

4.4.2 Análisis de la matriz de Modo y Efecto de la Falla

Mediante la elaboración de la matriz de modo y efecto de la falla, se identificaron las causas y los efectos de los modos de falla potenciales detectados en el proceso de producción del caramelo, para determinar los modos de falla potenciales se tuvieron en cuenta los requerimientos técnicos identificados en el despliegue de la función calidad (QFD).

Posteriormente, se evaluó la severidad del efecto del modo de falla potencial teniendo en cuenta la escala de la Tabla 20, seguidamente se estimó la posibilidad de ocurrencia, es decir, que tan frecuente se proyecta que suceda la causa o el modo de falla específico, para esta estimación se tuvo en cuenta la escala de la Tabla 21, asimismo se evaluó la probabilidad de que los controles de ocurrencia propuestos detecten una causa, para dicha evaluación se tuvo en cuenta la escala de la Tabla 22.

Tabla 23. Análisis de Modo y Efecto de la falla SWIKAR

Nombre de Proceso o Producto:	Proceso de Producción del Caramelo 
Encargado:	Autor y directivos SWIKAR

Requerimientos Técnicos	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Propuestas	Resp
Manejo de la temperatura del caramelo.	Descontrol de la temperatura del caramelo	Caramelo endurecido	9	Desconcentración de los operarios.	4	Control de la temperatura del caramelo a través de inspecciones frecuentes	2	72	1. De acuerdo a la cantidad de caramelo a producir, se debe definir en un documento a que temperatura debe estar en cada etapa del proceso de producción. 2. Registro de la temperatura del caramelo en la etapa de armado de figura por un mes con el fin de estandarizar el control de la temperatura.	Directivos SWIKAR
Mantenimiento preventivo a tiempo de las máquinas	Averías de las máquinas	Paradas en la producción	7	Sobreutilización de las máquinas	3	Revisión periódica de los mecanismos de las máquinas y evaluación de su rendimiento	2	42	1. Con la ayuda de un ingeniero mecánico, se deben planear las revisiones periódicas y se deben hacer múltiples pruebas. 2. Programación plan de mantenimiento preventivo semanal por un mes con el fin de prevenir el surgimiento de averías.	Directivos SWIKAR
Cocción optima del caramelo.	Sobre cocción del caramelo	Azucaramiento del caramelo (Caramelo con grumos)	8	Descuido en la inspección de la temperatura de la cocinadora	2	Inspecciones oportunas de la temperatura de la cocinadora al momento de agregar los ingredientes y al finalizar la cocción	1	16	1. En el momento de la cocción del caramelo, el operario encargado debe concentrarse para incluir en la cocción los ingredientes en la temperatura exacta.	Directivos SWIKAR

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

Apariencia del caramelo final acorde al estándar.	Color, textura, figura y corte del caramelo en barras no acorde al estándar	Caramelo no conforme	8	Fallas de las máquinas que intervienen en el Proceso de estiramiento del caramelo	6	Inspección y control del funcionamiento de las máquinas en cada orden de producción	2	96	1. Revisión periódica del mecanismo del bastoneador, la velocidad de los discos de la máquina calibradora y los mecanismos de la cortadora. 2. Planificación de las órdenes de producción de acuerdo a la configuración de las máquinas realizada mensualmente por el ingeniero mecánico.	Directivos SWIKAR
Combinación de colores acorde al diseño de la fruta que corresponda.	Coloración del caramelo no acorde al diseño de la fruta	Caramelo con colores no acordes al diseño de la fruta	6	No seguimiento de instrucciones por parte de operarios	1	Evaluación a los operarios sobre el cumplimiento de las instrucciones referentes al buen coloreado del caramelo	3	18	1. Elaboración de un documento ilustrativo y didáctico que explique de manera detallada la etapa de coloración del caramelo que esté al alcance de los operarios	Directivos SWIKAR
Inspección del estiramiento del caramelo.	Caramelo retenido en las máquinas	Caramelo averiado y endurecido dentro de las máquinas	9	Falta de inspección en la etapa de estiramiento del caramelo y corte	4	Supervisión e inspección del caramelo que se está estirando dentro de las máquinas	4	144	1. Se deben establecer actividades de control e inspección del estiramiento del caramelo cuando se encuentra dentro de las máquinas. 2. Supervisión más cuidadosa por parte de los operarios desde que el caramelo entra al bastoneador hasta que llega a la cortadora.	Directivos SWIKAR
Corte de las barras del caramelo en el diámetro y tamaño establecido	Corte de las barras de caramelo no acorde al estándar	Caramelo no conforme no apto para la venta	8	Desajuste de tiempos en la cortadora	7	Ajuste de tiempos de la cortadora de acuerdo a las necesidades de producción	4	224	1. Definir las necesidades de producción, y respecto a eso, con la ayuda de un ingeniero mecánico calcular y ajustar los tiempos con que la cortadora funcionará óptimamente. 2. Desarrollo de planes de contingencia haciendo el corte del caramelo manual mientras simultáneamente se estandarizan los tiempos en la cortadora cuando esta se avería.	Directivos SWIKAR
Funcionamiento óptimo de la cortadora	Bajo rendimiento de la cortadora	Pérdida de tiempo productivo por paradas	6	Mala utilización de la cortadora	7	Medición periódica del rendimiento de la cortadora	3	126	1. Con la ayuda de un ingeniero mecánico, se deben programar mediciones frecuentes del rendimiento de la cortadora. 2. Elaboración de pruebas de ensayo y error en la cortadora utilizando diferentes cantidades de kilogramos de caramelo.	Directivos SWIKAR

Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN

Extracción total de la humedad del caramelo.	Procedimiento de extracción de la humedad del caramelo incorrecto	Alta higroscopicidad en el caramelo	6	No seguimiento de instrucciones por parte de operarios	2	Encendido de la bomba de vacío e inspección de la presión de vacío en los tiempos establecidos	1	12	1. Capacitar a los operarios y actualizar sus conocimientos del procedimiento establecido para la extracción total de la humedad del caramelo	Directivos SWIKAR
Correcto armado de la figura del caramelo en versión gigante.	Armado del caramelo en versión gigante incorrecto	Caramelo con figura frutal en versión gigante no acorde al estándar	5	No seguimiento de instrucciones por parte de operarios	2	Evaluación a los operarios sobre el cumplimiento de las instrucciones referentes al armado de la figura del caramelo en versión gigante	3	30	1. Elaboración de un documento ilustrativo y didáctico que explique de manera detallada la etapa de armado de la figura frutal del caramelo en versión gigante que esté al alcance de los operarios. 2. Capacitación mensual a los operarios de las técnicas y métodos a tener en cuenta al momento de hacer la figura frutal en versión gigante.	Directivos SWIKAR
Bajo costo y buena apariencia del empaque.	Costo elevado de empaques poco atractivos	Poca rentabilidad por la adquisición de empaques costosos	5	Falta de alianza estratégica con proveedores	1	Análisis de costo/beneficio de la compra de empaques	5	25	1. Establecer alianzas estratégicas con proveedores de empaques con el fin de obtener un alto margen de beneficio.	Directivos SWIKAR
Dosificación exacta de materia prima.	Inexactitud en la dosificación de materia prima	Daño total del caramelo apto para ser desechado	9	Desatención de los operarios al momento de preparar la materia prima	2	Control del peso de la materia prima a usar en la fabricación del caramelo	2	36	1. Prohibir a los operarios uso de distractores en la planta de fabricación con el fin de impedir equivocaciones en cuanto a la dosificación de materia prima.	Directivos SWIKAR
Distribución optima de la planta de fabricación.	Inadecuada distribución de la planta de fabricación	Incapacidad para realizar reajustes o ampliaciones en la planta.	3	Desconocimiento en ordenación de espacios	2	Utilización efectiva de todo el espacio de la planta de fabricación	4	24	1. Realizar una adecuada distribución de la planta con el fin de incrementar la seguridad y satisfacción de los trabajadores	Directivos SWIKAR

Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN

Buen rendimiento de los operarios en cuanto al cumplimiento de metas de producción	Rendimiento ineficiente de los operarios	Disminución de la productividad	6	Falta de motivación y disciplina de los operarios	5	Evaluación de la eficiencia y rendimiento de los operarios	2	60	1. Con la ayuda de la ARL implementar actividades de pausas activas que renueven las energías de los operarios y les permita mejorar su rendimiento	Directivos SWIKAR
Uso racional de colorantes y ácido cítrico en el caramelo.	Despilfarro de colorantes en la etapa de coloración del caramelo	Compras no programadas de colorantes	3	Medición inexacta en la preparación de colorantes	1	Medición de la dosificación exacta de colorantes para la fabricación del caramelo	3	9	No se propuso ninguna acción debido a que es muy escaso el uso irracional de colorantes y ácido cítrico.	Directivos SWIKAR

Fuente. Elaboración propia (2018)

Teniendo en cuenta lo anterior, para cada modo de falla se calculó el número de prioridad de riesgo (NPR) que es el producto de la severidad, la ocurrencia y la detección. Con el número de prioridad de riesgo se identificaron los modos de fallas más críticos en el proceso de producción del caramelo.

Posterior al análisis del modo y efecto de la falla que se encuentra en la Tabla 23, se detectaron 6 modos de falla potenciales críticos materializados en la Tabla 24, donde el corte de las barras de caramelo no acorde al estándar es considerado el más crítico del proceso de producción del caramelo debido a su elevado número de prioridad de riesgo, se evidenció que de los seis modos de fallas potenciales más críticos, 4 de estos se presentan en la etapa de estiramiento del caramelo y corte, 1 se presenta en la etapa de empaque, y el último se presenta en todas las etapas del proceso de producción del caramelo que es el rendimiento ineficiente de los operarios.

Se observó que los efectos de los modos de falla potenciales con un mayor nivel de riesgo se traducen en la generación de desperdicio del caramelo que es el caramelo no conforme, y en la baja productividad causada por paradas en la producción y por el rendimiento ineficiente de los operarios, lo cual conllevó a proponer acciones de mejora que promuevan un aumento en la productividad y consigo una disminución considerable de la generación de desperdicio de caramelo.

Tabla 24. Modos de falla potenciales críticos en el proceso de producción del caramelo

Modos de falla potenciales críticos				
Ítem	Modo de falla potencial crítico	NPR	Etapas crítica involucrada del proceso de producción del caramelo	Efecto
1	Corte de las barras de caramelo no acorde al estándar	224	Estiramiento del caramelo y corte	Caramelo no conforme no apto para la venta
2	Caramelo retenido en las máquinas	144	Estiramiento del caramelo y corte	Caramelo averiado y endurecido dentro de las máquinas
3	Bajo rendimiento de la cortadora	126	Estiramiento del caramelo y corte	Pérdida de tiempo productivo por paradas
4	Color, textura, figura y corte del caramelo en barras no acorde al estándar	96	Empaque del producto terminado	Caramelo no conforme

5	Descontrol de la temperatura del caramelo	72	Estiramiento del caramelo y corte	Caramelo endurecido
6	Rendimiento ineficiente de los operarios	60	Todas la etapas	Disminución de la productividad

Fuente. Elaboración propia

4.4.2.1 Plan de acción y propuesta de mejora

Las acciones propuestas definidas en la Tabla 23 tienen como propósito la reducción de la ocurrencia y la mejora de la detección. Es responsabilidad de todo el personal de la empresa, tanto de operarios como de directivos desarrollar programas de seguimiento efectivos para atender todas las recomendaciones.

Para la elaboración del plan de acción, se tuvieron en cuenta los modos de falla potenciales críticos descritos en la Tabla 24 los cuales representan un mayor riesgo en el proceso de producción del caramelo, por lo que es primordial para SWIKAR seguir la propuesta de acciones de mejora las cuales se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 25. Acciones propuestas de modos de falla potenciales críticos

Ítem	Modo de falla potencial crítico	Acciones Propuestas	Indicadores propuestos	Frecuencia de medición propuesta
1	Corte de las barras de caramelo no acorde al estándar	1. Definir las necesidades de producción, y respecto a eso, con la ayuda de un ingeniero mecánico calcular y ajustar los tiempos con que la cortadora funcionará óptimamente. 2. Desarrollo de planes de contingencia haciendo el corte del caramelo manual mientras simultáneamente se estandarizan los tiempos en la cortadora cuando esta se avería.	Número de veces en que la cantidad total de caramelo producido acorde al estándar fue inferior a 20 Kg	Mensual
2	Caramelo retenido en las máquinas	1. Se deben establecer actividades de control e inspección del estiramiento del caramelo cuando se encuentra dentro de las máquinas. 2. Supervisión más cuidadosa por parte de los operarios desde que el caramelo entra al bastoneador hasta que llega a la cortadora.	Cantidad de kilogramos de caramelo desechos por daños del mismo dentro de las maquinas	Diario
3	Bajo rendimiento de la cortadora	1. Con la ayuda de un ingeniero mecánico, se deben	Número de veces en que deja de funcionar	Mensual

Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN

		programar mediciones frecuentes del rendimiento de la cortadora. 2. Elaboración de pruebas de ensayo y error en la cortadora utilizando diferentes cantidades de kilogramos de caramelo.	la cortadora	
4	Color, textura, figura y corte del caramelo en barras no acorde al estándar	1. Revisión periódica del mecanismo del bastoneador, la velocidad de los discos de la máquina calibradora y los mecanismos de la cortadora. 2. Planificación de las órdenes de producción de acuerdo a la configuración de las máquinas realizada mensualmente por el ingeniero mecánico.	Cantidad total de caramelo producido que cumple con todos los estándares de color, textura, figura y corte	Diario
5	Descontrol de la temperatura del caramelo	1. De acuerdo a la cantidad de caramelo a producir, se debe definir en un documento a que temperatura debe estar en cada etapa del proceso de producción. 2. Registro de la temperatura del caramelo en la etapa de armado de figura por un mes con el fin de estandarizar el control de la temperatura.	Registro de la temperatura del caramelo armado en versión gigante	Diario
6	Rendimiento ineficiente de los operarios	1. Con la ayuda de la ARL implementar actividades de pausas activas que renueven las energías de los operarios y les permita mejorar su rendimiento.	Número de sesiones ejecutadas / Número de sesiones programadas	Quincenal

Fuente. Elaboración propia

Seguidamente, se definió el alcance de la aplicación de la metodología Kaizen con el fin de lograr una mejora continua en el proceso de producción del caramelo, mejorar los niveles sigma, mejorar el rendimiento y disminuir los defectos en partes por millón (DPMO), para esto se propuso la aplicación de los siguientes eventos de mejora descritos en la Figura 34.

Figura 34. Proceso de Mejora Continua del proceso de producción del caramelo



Fuente. Elaboración propia

4.4.3 Proceso de mejora continua del proceso de producción del caramelo

El mejoramiento de los niveles sigma y el rendimiento, y la disminución de los DPMO se traducen en un incremento en la productividad gracias a la disminución del desperdicio de caramelo en las etapas del proceso de producción.

Para el logro de un incremento en la productividad y rentabilidad se definieron y propusieron los siguientes eventos de mejora los cuales se plasmaron en la Figura 34

- ✓ Optimización del tiempo de alistamiento de las máquinas: Con el fin de disminuir el tiempo no productivo referente a la preparación de las maquinas, se propone desarrollar una estrategia que estandarice los procesos de alistamiento asignando responsabilidades a los operarios encargados de acuerdo a las directrices del

ingeniero mecánico responsable de los mantenimientos preventivos teniendo como objeto el aumento de la capacidad de producción.

Se propone la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) el cual es considerado una filosofía de mantenimiento que tiene como fin la eliminación de las pérdidas en el proceso productivo (Brenes-Valverde, 2016). Con el TPM se propone mantener las máquinas a disposición para producir utilizando su capacidad máxima sin paradas no programadas, y de esta forma obtener el caramelo conforme en cuanto a textura, color, tamaño y sabor, para lograr esto de manera óptima se deben disminuir las averías, los tiempos muertos, las pérdidas de capacidad productiva y los defectos ocasionados por el mal estado de las máquinas.

- ✓ Optimización del ciclo total de pedido: Se propone una mejor planificación del abastecimiento y control de existencias tanto de materia prima como de producto terminado, para el logro de esto es imprescindible la reducción de los costos y de los errores en la preparación de los pedidos lo cual permite el buen flujo y control de materia prima y producto terminado en su recepción, mantenimiento y recogida.

Se propone la delimitación del stock mínimo necesario del producto para determinar la mínima cantidad de unidades a mantener, y de esta forma saber las cantidades con las que SWIKAR puede abastecer al cliente, para esto es importante tener en cuenta los pedidos realizados y los potenciales pedidos.

- ✓ Mejoramiento del orden y la limpieza: Se propone la implementación de las 5S (Ver Tabla **26**) la cual es una metodología japonesa orientada a desarrollar lugares de trabajo ordenados y limpios donde se refleje la calidad. (Tejeda, 2011)

Tabla 26. Propuesta de la Aplicación de las 5S

Propuesta de aplicación de las 5S		
1	Despejar SEIRI	Se propone separar e identificar los materiales y herramientas que se necesitan y aquellos que no son necesarios, eliminando o desechando estos últimos, como pueden ser las tijeras que ya no cortan óptimamente, las cajas y recipientes que ocupan espacio y no contienen nada, entre otros.
2	Ordenar SEITION	Determinar la ubicación e identificación de los materiales y herramientas necesarias de tal forma que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos, es decir, en la etapa de armado de figura del caramelo, se debe contar con las herramientas en un lugar visible, se propone hacer un stand pequeño y delimitar con colores la ubicación de los mismos para evitar paradas en la producción.
3	Limpiar SEISO	Identificar y eliminar la suciedad, asegurando de que el lugar de trabajo este siempre limpio. Debido a que esta es una empresa de alimentos, es importante la limpieza de las máquinas, de las mesas, de las herramientas y de la planta como tal, se propone tener en cuenta el decreto 3075 de 1997 de la ley de Legislación Sanitaria la cual regula todas las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos y aplica a todas las fábricas y establecimientos donde se procesan los alimentos; los equipos y utensilios y el personal manipulador de alimentos.
4	Estandarizar SEIKETSU	Se propone establecer procedimientos y estandarizar las actividades propuestas anteriormente, para esto se debe definir en un esquema las instrucciones técnicas que evidencien como hacer determinada tarea, es importante la asignación de las tareas de las 5S a cada operario ya que estas se deben tratar como parte del proceso productivo, y asimismo se les debe hacer un seguimiento continuo a través del tiempo.
5	Disciplina SHITSUKE	Todas las actividades mencionadas anteriormente se deben asumir como parte del proceso productivo.

Fuente. Elaboración propia, basado es Sanz (2010)

- ✓ Disminución de gastos operacionales: Para la reducción de los gastos operacionales se propone analizar con detenimiento todos los costos y verificar que estos sean necesarios, se debe generar una cultura de ahorro donde se establezcan estrategias para que tanto los operarios como directivos sean conscientes de los gastos y propongan actividades sencillas como la reutilización de envases, ahorro del agua, apagar la luz cuando no se está usando, entre otros.

Se propone la elaboración de un presupuesto de gastos con el fin de revisarlo mensualmente y así evaluar sus desviaciones para saber cuándo se deben posponer gastos y así tomar las medidas adecuadas.

Los operarios son parte fundamental para lograr una disminución considerable de los gastos operacionales por lo que se propone premiar y motivar a los empleados que muestren iniciativas de reducción de gastos y de ahorro.

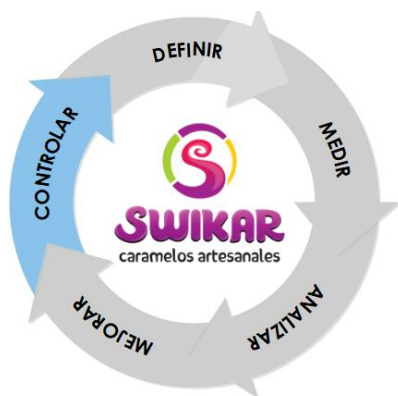
Las propuestas de mejora mencionadas anteriormente tienen como propósito disminuir la cantidad de desperdicio de caramelo producido con el fin de incrementar la productividad y mejorar los niveles sigma para cada una de las etapas del proceso de producción del caramelo, se propone como máximo incrementar un sigma ya que se necesita de mucho trabajo y disciplina, lo cual es una labor que requiere de tiempo y planificación, la empresa SWIKAR se compromete a seguir las acciones de mejora cada año y disminuir en gran medida los costos de no calidad.

Con el fin de seguir disminuyendo los niveles de riesgo prioritario (Ver Tabla 23) es importante seguir desarrollando actividades a través de indicadores y establecer controles a través de la herramienta Poka Yoke la cual se desarrolló a continuación.

4.5 Control del Proceso de Producción de Caramelo mediante la Aplicación de Mecanismos a Prueba de Falla

En la etapa anterior se propuso una serie de acciones con el fin de mejorar el proceso productivo de caramelos aplicando la herramienta AMEF, donde posteriormente se hizo énfasis en las acciones de mejora de los modos de falla potenciales críticos (Ver Tabla 25). En la etapa de control (Ver Figura 35) se definieron los mecanismos a prueba de falla o Poka Yoke propuestos como parte integral del método DMAIC con el fin de evitar errores y seguir mejorando cada etapa del proceso de producción del caramelo.

Figura 35. Control del Proceso de Producción de Caramelos



Fuente. Elaboración propia (2018)

Luego de definir las propuestas de mejora de las actividades que intervinieron en las áreas críticas del proceso de producción del caramelo, se establecieron criterios de control mediante la aplicación de la metodología Poka Yoke lo cual permitió generar mecanismos a prueba de falla con el fin de eliminar los errores que se presenten durante el proceso, y de esta forma establecer controles que garanticen la reducción de los desperdicios que se reflejan en los defectos en partes por millón asociados a la etapa de medición.

Los mecanismos a prueba de falla son todas aquellas acciones que desarrolla la organización para que se pueda dar la actividad de una manera efectiva. (Salazar, 2016).

Para la elaboración de los Poka Yoke, se tuvo en cuenta el Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), lo cual permitió establecer prioridades respecto a la atención de fallas, La construcción de los mecanismos a prueba de falla se hizo teniendo en cuenta las etapas del proceso de producción del caramelo y los requerimientos técnicos estipulados por la empresa. Un Poka Yoke es considerado una técnica de inspección que tiene como función prevenir los errores en el proceso de producción, o procurar que estos no pasen inadvertidos y sean corregidos. (Salazar, 2016).

A través de la inspección se evaluaron las características del caramelo y se determinaron si estas son consistentes con los requisitos de fabricación, para esto se

contemplaron tres tipos de controles, sucesiva, auto inspección y fuente. (Ver Tabla 27)

4.5.1 Análisis de la Matriz para los Mecanismos a Prueba de Falla


El diseño de Poka Yokes se realizó de acuerdo a los requerimientos técnicos de la empresa por cada etapa del proceso de producción del caramelo. Se desarrolló la Matriz para los mecanismos a prueba de falla correspondiente a la Tabla 27 donde se propuso un incremento de la calidad ya que se establecieron los medios necesarios para evitar errores y en otras ocasiones la corrección de defectos, además con los mecanismos a prueba de falla se propuso la disminución de re trabajos y la obtención de la satisfacción del cliente lo cual es el significado del crecimiento de la empresa en productividad y rentabilidad.

Como se observó en la Tabla 27, seis mecanismos a prueba de falla corresponden a la etapa de estiramiento del caramelo y corte, dos mecanismos a prueba de falla corresponden a la etapa de empaque la cual depende en un alto nivel de la etapa de estiramiento del caramelo y corte así como se mencionó anteriormente, tres mecanismos a prueba de falla corresponden a la etapa de cocción y vacío, dos mecanismos a prueba de falla corresponden a la etapa de coloreado, un mecanismo a prueba de falla corresponde a la etapa de armado de figura, y finalmente, dos mecanismos a prueba de falla hacen parte de todas las etapas de producción del caramelo.

Los tipos de controles realizados se hicieron mediante inspección informativa la cual se refiere al auto inspección y la inspección sucesiva; y mediante la inspección en la fuente.

Para determinar el tipo de inspección de cada mecanismo a prueba de falla se tuvieron en cuenta los siguientes criterios definidos por Giraldo (2013) descritos en la Tabla 28.

Tabla 27. Matriz para los Mecanismos a Prueba de Falla

		MATRIZ PARA LOS MECANISMOS A PRUEBA DE FALLA							Página 1 de 1	
Proceso:		Producción del caramelo								
Actividad	Mecanismo a prueba de falla	Tipo de control			Tipo de falla					
		Sucesiva	Auto Inspección	Fuente	Cocción y vacío	Coloreado	Armado de figura	Estiramiento del caramelo y corte	Empaque del producto terminado	
Manejo de la temperatura del caramelo.	Medición de la temperatura del caramelo con un termómetro digital en la etapa de estiramiento del caramelo y corte	X						X		
Mantenimiento preventivo a tiempo de las máquinas	Análisis Weibull del rendimiento de las máquinas con diferentes kilogramos de caramelo por parte de los ingenieros de mantenimiento, y asignación de actividades preventivas a los operarios			X				X		
Cocción optima del caramelo.	Adición a la cocinadora de azúcar, agua, glucosa y saborizante en la temperatura requerida.		X		X					
Apariencia del caramelo final acorde al estándar.	Seguimiento de instrucciones referentes al armado de figura del caramelo, y a la inspección de la transformación del caramelo dentro de las máquinas		X						X	
Combinación de colores acorde al diseño de la fruta que corresponda.	Aplicación al caramelo de las cantidades requeridas de colorante amarillo, azul y rojo para lograr los colores correspondientes a la figura de		X			X				

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

	la fruta a diseñar								
Inspección del estiramiento del caramelo.	Inspección del caramelo que se encuentra parcialmente terminado en un grado intermedio de producción dentro de las máquinas		X					X	
Corte de las barras del caramelo en el diámetro y tamaño establecido	Supervisión y control de la máquina cortadora al momento del corte de las barras de caramelo		X					X	
Funcionamiento óptimo de la cortadora	Análisis Weibull de mantenimiento para a través de probabilidades determinar los tiempos que debe tener la cortadora para el cumplimiento óptimo de su función			X				X	
Extracción total de la humedad del caramelo.	Encendido de la bomba de vacío justo después de finalizar la cocción, e inspección de la presión de vacío		X		X				
Correcto armado de la figura del caramelo en versión gigante.	Control en la construcción y moldeamiento de la figura de la fruta en versión gigante con el caramelo previamente dividido por colores y ensamble de todas las partes según instrucciones		X				X		
Bajo costo y buena apariencia del empaque.	Análisis de políticas de pedidos a proveedores de empaques y búsqueda de alianzas estratégicas			X					X
Dosificación exacta de materia prima.	Control del peso en kilogramos de la cantidad requerida de azúcar, glucosa, agua y saborizante según la orden de producción		X		X				
Distribución óptima de la planta de fabricación.	Análisis de cada etapa del proceso de producción, y del transporte del producto en proceso			X	X	X	X	X	X

Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN

Buen rendimiento de los operarios en cuanto al cumplimiento de metas de producción	Evaluación periódica del cumplimiento de metas de los operarios y realización de actividades de motivación, empoderamiento y sentido de pertenencia			X	X	X	X	X	X
Uso racional de colorantes y ácido cítrico en el caramelo.	Control de la medida exacta de colorantes y del peso de la cantidad de gramos de ácido cítrico a usar en cada orden de producción		X			X			

Fuente. Elaboración propia (2018)

Tabla 28. Mecanismos a Prueba de Falla y tipo de Inspección

MECANISMOS A PRUEBA DE FALLA Y TIPO DE INSPECCIÓN						
Mecanismos a prueba de falla	Tipo de Inspección	Definición	Objetivo	Momento en que se lleva a cabo	Punto de partida	Encargado
Medición de la temperatura del caramelo con un termómetro digital en la etapa de estiramiento del caramelo y corte	Informativa (Sucesiva)	Proporciona una mayor objetividad y una retroalimentación inmediata. Antes de procesar el producto, los operarios inspeccionan que éste haya salido de la operación anterior en condiciones adecuadas.	Prevenir y corregir defectos.	Durante las diferentes etapas del proceso de producción del caramelo.	Parte de la ocurrencia de un error o defecto.	Operario
Adición a la cocinadora de azúcar, agua, glucosa y saborizante en la temperatura requerida. Seguimiento de instrucciones referentes al armado de figura del caramelo, y a la inspección de la transformación del caramelo dentro de las máquinas	Informativa (Auto inspección)	El operario inspecciona el producto que él mismo procesa.	Prevenir y corregir defectos.	Durante las diferentes etapas del proceso de producción del caramelo.	Parte de la ocurrencia de un error o defecto.	Operario

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

Aplicación al caramelo de las cantidades requeridas de colorante amarillo, azul y rojo para lograr los colores correspondientes a la figura de la fruta a diseñar						
Inspección del caramelo que se encuentra parcialmente terminado en un grado intermedio de producción dentro de las máquinas						
Supervisión y control de la máquina cortadora al momento del corte de las barras de caramelo	Informativa (Auto inspección)	El operario inspecciona el producto que él mismo procesa.	Prevenir y corregir defectos.	Durante las diferentes etapas del proceso de producción del caramelo.	Parte de la ocurrencia de un error o defecto.	Operario
Encendido de la bomba de vacío justo después de finalizar la cocción, e inspección de la presión de vacío						
Control en la construcción y moldeamiento de la figura de la fruta en versión gigante con el caramelo previamente dividido por colores y ensamble de todas las partes según instrucciones						
Control del peso en kilogramos de la cantidad requerida de azúcar, glucosa, agua y saborizante según la orden de producción						
Control de la medida exacta de colorantes y del peso de la cantidad de gramos de ácido cítrico a usar en cada orden de						

*Aplicación de Seis Sigma en el proceso de producción de caramelos
de la Empresa Swikar en la ciudad de Cali.
Trabajo Dirigido - Universidad EAN*

producción						
Análisis Weibull del rendimiento de las máquinas con diferentes kilogramos de caramelo por parte de los ingenieros de mantenimiento, y asignación de actividades preventivas a los operarios	En la fuente	El analista descubre errores y condiciones que aumenten los defectos, y se enfoca en prevenir que el error se convierta en defecto, esta inspección es utilizada para prevenir los defectos más que para corregirlos.	Permite identificar errores de manera previa y prevenir defectos.	En cualquier momento del proceso de producción, incluso previo o posterior.	Previo a la ocurrencia de un posible error o defecto.	Analista (Ingeniero mecánico y directivos de SWIKAR)
Análisis Weibull de mantenimiento para a través de probabilidades determinar los tiempos que debe tener la cortadora para el cumplimiento óptimo de su función						
Análisis de políticas de pedidos a proveedores de empaques y búsqueda de alianzas estratégicas	En la fuente	El analista descubre errores y condiciones que aumenten los defectos, y se enfoca en prevenir que el error se convierta en defecto, esta inspección es utilizada para prevenir los defectos más que para corregirlos.	Permite identificar errores de manera previa y prevenir defectos.	En cualquier momento del proceso de producción, incluso previo o posterior.	Previo a la ocurrencia de un posible error o defecto.	Analista (Ingeniero mecánico y directivos de SWIKAR)
Análisis de cada etapa del proceso de producción, y del transporte del producto en proceso						
Evaluación periódica del cumplimiento de metas de los operarios y realización de actividades de motivación, empoderamiento y sentido de pertenencia						

Fuente. Elaboración propia, basado en Giraldo (2013)

Gracias a los sistemas Poka Yoke se pudo definir el modo correcto de inspección, así como la retroalimentación y acción inmediata cuando sucedieron los defectos o errores, con la aplicación de la herramienta AMEF se establecieron mejoras en pro de la disminución del desperdicio con el fin de mejorar la productividad reduciendo o anulando los defectos a través de los mecanismos a prueba de falla.

II. CONCLUSIONES

- ✓ Por medio de la implementación de la metodología Seis Sigma utilizando el método DMAIC, se estableció en la etapa de definir la modelación del contexto productivo a través del SIPOC lo que permitió identificar las etapas que conforman el proceso de producción del caramelo.
- ✓ Después de realizar caracterización de las etapas del proceso de producción del caramelo, se logró definir como problema principal la generación del desperdicio lo cual conllevó a una baja productividad en la empresa causada por el recurso humano limitado, maquinas críticas en el proceso de producción, planes de trabajo sin organización y planificación, apariencia, sabor e higroscopicidad del caramelo no conforme y producción del caramelo sin estandarización.
- ✓ Con referencia a la etapa de Medir del método DMAIC, se establecieron las variables que cuantificaron las métricas de Seis Sigma asociadas a defectos en partes por millón, nivel sigma y rendimiento de cada una de las etapas del proceso de producción del caramelo de la empresa SWIKAR lo cual permitió identificar los costos de no calidad de las mismas
- ✓ Teniendo en cuenta la recolección de información histórica del desperdicio caramelo referente al año 2016 y 2017, y el cálculo de las métricas en la etapa de medir se obtuvo que la etapa de estiramiento y corte del caramelo, y la etapa de empaque no se consideran aceptables ya que tienen un desempeño por debajo de tres sigma.
- ✓ Se obtuvo en la etapa de Medir que para el año 2016 los defectos en partes por millón fueron de 170.000 para la etapa de estiramiento y corte del caramelo, y para la etapa de empaque de 120.000, asimismo, para el año 2017 los defectos en partes por millón fueron de 190.000 para la etapa de estiramiento y corte del

caramelo, y 180.000 para la etapa de empaque, considerándose este último año el más crítico en cuanto a la mayor generación de desperdicio.

- ✓ Con referencia a la etapa de medir se tuvo como resultado que para el año 2016, la implicación económica para la empresa con respecto a los costos de no calidad fue de aproximadamente \$86.630.400 pesos colombianos, y para el año 2017 la pérdida incrementó y fue de aproximadamente \$108.750.000 pesos.
- ✓ Con base en la etapa de análisis se determinó que el requisito más importante para los clientes fue el buen sabor del caramelo y el menos importante fue la diversidad de sabores e inclusión de nuevos sabores frutales, considerándose este último poco irrelevante para los clientes al momento de adquirir los caramelos.
- ✓ A partir del análisis en la casa de la calidad (QFD) con respecto a los requerimientos del cliente y los requerimientos técnicos se identificó que SWIKAR dirige la mayoría de sus esfuerzos a lograr cumplir con el requerimiento del cliente denominado “caramelo en buen estado y con un diseño de acuerdo al estándar”.
- ✓ A partir del análisis de la casa de la calidad (QFD) se identificó que los requerimientos técnicos con mayor correlación fueron el buen rendimiento de los operarios en cuanto a las metas de producción, el manejo de la temperatura del caramelo, apariencia del caramelo final acorde al estándar, la inspección del estiramiento del caramelo y el mantenimiento preventivo de las maquinas.
- ✓ A partir del análisis y evaluación de objetivos de diseño en el QFD, se identificó que el control de la humedad del caramelo, el punto óptimo de cocción de caramelo y el desempeño de los operarios son fundamentales para la satisfacción de la mayor cantidad de requisitos del cliente.
- ✓ Mediante la aplicación del diagrama de Ishikawa se identificaron las causas que generaron las no conformidades, la generación de desperdicio y consigo la baja productividad de la empresa SWIKAR.
- ✓ A través del análisis realizado en el diagrama de árbol se establecieron mediante los CTQ acciones a desarrollar con el fin de minimizar las causas que generan el desperdicio y la baja productividad.

- ✓ Haciendo referencia a la etapa de mejora, por medio de la elaboración de la matriz de modo y efecto de la falla (AMEF), a partir de la identificación de los modos de falla potenciales más críticos se propusieron acciones de mejora tales como, desarrollo de planes de contingencia haciendo el corte del caramelo manual cuando la cortadora presente problemas en su funcionamiento, supervisión exhaustiva por parte de los operarios cuando el caramelo está en proceso de fabricación dentro de las maquinas, elaboración de múltiples pruebas a la maquina cortadora para determinar la cantidad de kilogramo y temperatura óptima para su correcto funcionamiento, e implementación de actividades de pausas activas a través de la ARL.
- ✓ Con relación a la etapa de control, gracias a los sistemas Poka Yoke se pudo definir el modo correcto de inspección, así como la retroalimentación y acción inmediata teniendo en cuenta los requerimientos técnicos estipulados por la empresa.
- ✓ Finalmente, se verificó el cumplimiento de los objetivos propuestos en este trabajo aplicativo, donde por cada objetivo se desarrollaron las etapas de la metodología DMAIC del Seis Sigma.

Inicialmente, por medio del SIPOC se caracterizó el proceso de producción del caramelo y se definió el desperdicio de caramelo como el problema principal, posteriormente se definieron las métricas de seis sigma donde se identificaron las etapas críticas permitiendo optimizar el proceso de producción del caramelo mediante la disminución del desperdicio de caramelo, lo cual se pudo lograr a través del desarrollo de propuestas de mejora por medio del análisis de modo, efecto y falla (AMEF) y por los controles establecidos mediante la aplicación de mecanismos a prueba de falla cualitativos lo cual garantizó propuestas de mejora coherentes que se han ido materializando poco a poco en la empresa SWIKAR logrando así una mejora continua, la disminución del desperdicio y un incremento gradual de la productividad.

III. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a la empresa SWIKAR seguir las propuestas de mejora definidas mediante análisis de modo y efecto de la falla con el fin de mejorar los niveles sigma y disminuir los defectos en partes por millón de las etapas identificadas como críticas correspondientes a la etapa de estiramiento y corte del caramelo, y a la etapa de empaque, logrando disminuir los costos de no calidad.
- ✓ De acuerdo a la ordenes de producción planificadas, y teniendo en cuenta la cantidad de kilogramos de caramelo a producir, se debe definir en un documento la temperatura optima que debe tener el caramelo en cada etapa del proceso de producción.
- ✓ Se debe planear una mayor cantidad de revisiones periódicas de las máquinas y se deben hacer constantes pruebas del funcionamiento de las mismas a través de la subcontratación de un ingeniero mecánico con el fin de no sobre utilizar o subutilizar las maquinas que intervienen en el estiramiento y corte del caramelo.
- ✓ Se deben establecer estrictas actividades de control e inspección del estiramiento del caramelo cuando se encuentra dentro de las máquinas.
- ✓ Se deben definir las necesidades de producción, y respecto a eso con la subcontratación de un ingeniero mecánico se deben calcular y ajustar los tiempos con que la cortadora funcionará óptimamente, para esto es indispensable programar mediciones frecuentes del rendimiento de la cortadora.
- ✓ Se debe mejorar la ambientación de la planta de fabricación y asimismo, se debe realizar una adecuada distribución de la misma con el fin de incrementar la seguridad y satisfacción de los trabajadores.
- ✓ A través de la ARL se recomienda a la empresa implementar actividades de pausas activas las cuales tendrán como objetivo la prevención de alteraciones psicofísicas causadas por la fatiga física y mental, mejoramiento del funcionamiento cerebral incrementando la productividad y el rendimiento laboral, disminución del estrés laboral y físico, aumento de la armonía laboral, alivio de tensiones laborales por

inadecuadas posturas y rutina laboral, y aumento del rendimiento en el puesto de trabajo. (Torres y Martínez, 2004). El desarrollo de pausas activas es fundamental ya que el recurso humano es el más importante en una organización, la satisfacción de la labor realizada se traduce en la mejora de la competitividad y un incremento en la productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya, J. (Ed.). (2015). *Logística Integral La gestión operativa de la empresa*. Madrid: Esic
- Arauke, J. (2014). AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla. (n.d.). Retrieved from <http://nuevagerencia.com/wp-content/uploads/2014/10/AMEF-Resumen.pdf>
- Brenes-Valverde, K. (2016). Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en las técnicas de Mantenimiento Autónomo, Control Visual y Metodología Cinco Eses (5S) en la planta productiva de Grupo Espartaco. Retrieved from <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6566>
- Buj, A., Girado, C., y Luna, J. (2017). *Implementación de la metodología seis sigma como herramienta de gestión en el proceso de manejo de equipajes en la empresa JETBLUE*. Universidad de Cartagena, Cartagena.
- Cano Olivos, P., Orue Carrasco, F., Luis Martínez Flores, J., Mayett Moreno, Y., & López Nava, G. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría y Administración*, 60, 181–203. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(15\)72151-0](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(15)72151-0)
- Chevez, F. (2008). El blog del Six-Sigma: METRICAS SIX SIGMA. Retrieved from <https://6sigma-improvement.blogspot.com/p/metricas-six-sigma.html>
- Chua, R. (2018). *Fundamentos de Six Sigma*. Retrieved from <https://www.video2brain.com/mx/tutorial/los-niveles-sigma>
- Cohen, L. (Ed.). (1995). *Quality function deployment: How to make QFD work for you*.

Reading, MA: Addison-Wesley

- Concha, J. (2013). *Colombia en el mundo de [la confitería y la chocolatería](#)*. America Economía. Retrieved from <https://www.video2brain.com/mx/tutorial/los-niveles-sigma>
- De Mercado, E. (2014). *Colombia endulza al mundo Centro de Comercio e Inversión*. Retrieved from <http://www.amchamcolombia.co/images/docs/endulza.pdf>
- Fontalvo, T. (2009). Un caso práctico del enfoque sistémico convergente de la calidad (ESCC) en vidrios templados. *Escenarios*, 12(2), 7 -18
- Garza, R., González, C., Rodríguez, E., y Hernandez, C. (2016). *Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio*. *Revista de Métodos Cuantitativos para La Economía y La Empresa*, (22), 19-35.
- Gonzales, R., y Jimeno, J. (2012). *POKA YOKE – Diseño a prueba de errores*. Retrieved from <https://www.pdcahome.com/poka-yoke/>
- Giraldo, M. (2013). *Poka Yoke, Herramientas de control*. Retrieved from http://poka-yoke0020unal.blogspot.com/2013/11/blog-post_2125.html
- Guerra, J. (2016). *SIPOC – La definición de tu proceso en una hoja*. Retrieved from http://www.sadamweb.com.ar/news/2016_08Agosto/SIPOC-La_definicion_de_un_proceso_en_una_pagina.pdf
- Heizer, J y Render, B. (Ed.). (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. México: Pearson Educación.
- Herrera, R., y Fontanvo, T. (2011). *Seis sigma. Métodos estadísticos y sus aplicaciones*. Retrieved from www.eumed.net/libros/2011b/939/
- Hidalgo, A. (2005). *Manual AMEF Análisis de modo y efecto de fallas potenciales*. Retrieved from <https://www.gestiopolis.com/manual-amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-fallas-potenciales/>

- Icoval (2018). *Glosario de definiciones de legislación alimentaria*. Retrieved from <http://tododefinitionesalimentarias.icoval.org/diccionario/productos-de-confiteria/>
- ISO 31000 (2016). *Gestión del riesgos*. Retrieved from <https://www.iso31000.com.mx/2013/10/14/amef-an%C3%A1lisis-de-modo-y-efecto-de-la-falla/02/6/2016>
- Jirón, N. (2018). *¿En qué consiste la metodología DMAIC?* Retrieved from <https://www.cicerocomunicacion.es/en-que-consiste-la-metodologia-dmaic/>
- LEGISCOMEX (2009). *Confitería en México/Inteligencia de mercados*. Retrieved from https://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/est_confites_mex_14.pdf
- Logística y competitividad de las PYME (2007).. *Ministerio de Industria Turismo y Comercio*. Retrieved from <http://www.ipyme.org/publicaciones/logisticacompetitividadpyme.pdf>
- Mejorado, N (2006). *Confitería*. Industria Alimentaria. Retrieved from <https://confiteria.wikispaces.com/file/view/TECNOLOGIA+Confiteria.pdf>
- Moreano, A., y Cáceres, P. (2010). *Diseño para la Implementación de la Metodología Seis Sigma en una Línea de Producción de Queso Fresco*. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Ecuador.
- Minitab (2017). *¿Qué es DPU, DPO y DPMO?* Retrieved from <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/capability-analysis/supporting-topics/capability-metrics/what-are-dpu-dpo-and-dpmo/>
- Procolombia (2014). *El sector de la confitería Colombiana*. Retrieved from <http://www.procolombia.co/compradores/es/explore-oportunidades/sector-de-la-confiter>

- Programa de Transformación Productiva (2018). *Cacao y sus derivados*. Retrieved from <https://www.ptp.com.co/ptp-sectores/agroindustria/cacao-y-sus-derivados>
- Programa de Transformación Productiva (2018). *Cacao y sus derivados*. Retrieved from <https://www.ptp.com.co/ptp-sectores/agroindustria/cacao-y-sus-derivados>
- Pyzdek, T. (2003). *The Six-Sigma Handbook*. McGraw-Hill, ISBN 0-07-141596-3.
- Reyes, P. (2004). *Mediciones para Seis Sigma*. Retrieved from <http://www.icicm.com/files/MedicionesSS.doc>
- Salazar, B. (2016). *Nivel Sigma y DPMO*. Retrieved from <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/>
- Sandrine, S. (2016). *Formación Lean 6 Sigma Green Belt Online, Definición de SIPOC*. CALETEC. Retrieved from <https://www.caletec.com/glosarios/sipoc/>
- Sanz, José. (2010). *Calidad*. Madrid: Paraninfo S.A. ISBN – 978 – 84- 9732 – 804 - 3.
- Talavera, C. (Ed). (2013). *Métodos y Herramientas de Mejora aplicados en la Administración Pública*. Granada: Unión Iberoamericana de Municipalitas.
- Tejeda, A. (2011). *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos*. Revista Ciencia y Sociedad, 36(2), 276 -310
- Torres, S., y Martínez, M. (2014). *Activa tu Pausa Activa*. Retrieved from <https://www.colmenaseguros.com/arl/gestion-conocimiento/reconocimientos/Documents/orp-2014/arquidiosesis-ACTIVA-TU-PAUSA-ACTIVA-II.pdf>
- Trias, M., González, P., Fajardo, S., y Flores, L. (2009). *Las 5 W + H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos*. Laboratorio Tecnológico del Uruguay
- Yuiján Bravo, D. E. (2014). *Mejora del área de logística mediante la implementación de Lean six sigma en una empresa comercial*. *Repositorio de Tesis - UNMSM*. Retrieved from <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3933>

ANEXOS

Anexo 1. Actividades previas al proceso de cocción y vacío

1. Caldera encendida



2. Alistamiento del azúcar



3. Alistamiento de la glucosa



4. Preparación del colorante



Fuente. Swikar (2018)

Anexo 2. Actividades del proceso de cocción y vacío del caramelo

1. Adición de agua



2. Adición de glucosa



3. Adición de saborizante



4. Aplicación de masa desengrasante



5. Bomba de vacío encendida



6. Paso del caramelo del tacho al recipiente



Fuente. Swikar (2018)

Anexo 3. Actividades del proceso de coloreado del caramelo

1. Vaciado de caramelo



2. Aplicación y combinación de colores



3. Aplicación de colorante al caramelo finalizado



Fuente. Swikar (2018)

Anexo 4. Actividades del proceso de Armado de Figura del caramelo

1. Recorte de caramelo dividido



2. Heñido de caramelo en mesa de frio



3. Caramelo en mesa caliente



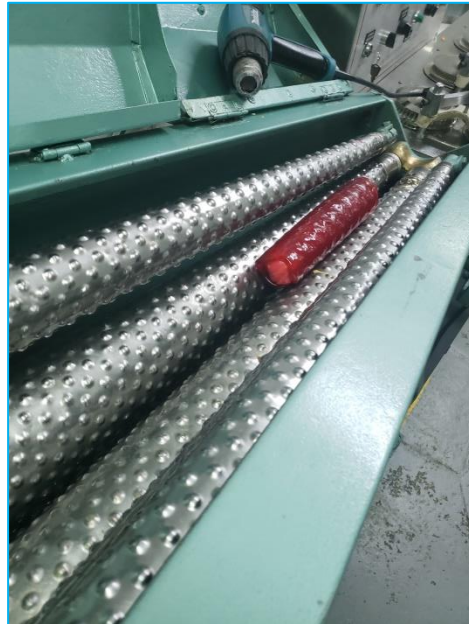
4. Armado de figura en mesa de frio



5. Aireado de caramelo



6. Uso del bastoneador en el armado



7. Armado en mesa caliente



8. Armado de figura del caramelo terminado



Fuente. Swikar (2018)

Anexo 5. Actividades del proceso de Estiramiento del Caramelo y Corte

1. Paso del caramelo armado al bastoneador



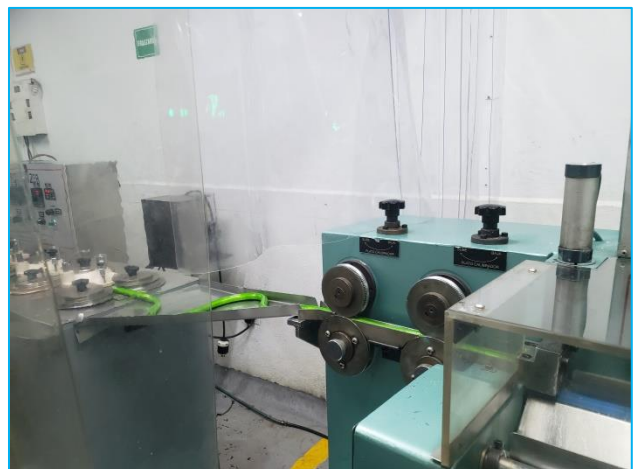
2. Uso de la pistola de calor



3. Inspección de la velocidad de los discos



4. Paso de caramelo a cortadora



5. Corte de barras delgadas de caramelo



6. Paso del caramelo al túnel de frío



7. Paso del caramelo cortado y terminado a canasta



Fuente. Swikar (2018)

Anexo 6. Empaque de caramelos terminados



Fuente. Swikar (2018)

Anexo 7. Principales empaques del producto terminado



Bolsas



Petite

Piggy

Monos x5

Max Mix



FRASCOS

Opciones de caramelos



Corazones

o

Frutas



Lovers



Diamante



Twister



Colección

Fuente. Obtenido del catálogo 2018 SWIKAR

Anexo 8. Desperdicio generado por la cortadora por desajuste de los tiempos de producción y daño eléctrico interno



Fuente. Foto Obtenida de SWIKAR

Anexo 9. Caramelo endurecido y paso incorrecto del mismo del bastoneador al egalizador



Fuente. Foto Obtenida de SWIKAR

Anexo 10. Caramelo retenido en el bastoneador



Fuente. Foto Obtenida de SWIKAR

Anexo 11. Desperdicio de caramelo en la etapa de empaque (Caramelo no conforme)




Fuente. Foto Obtenida de SWIKAR

Anexo 12. Encuesta ejecutada por SWIKAR para definir el nivel de prioridad de cada requisito definido por los clientes

Breve encuesta para contribuir a una mejora continua de nuestro delicioso caramelo

Estimado Cliente, para brindarte un mejor servicio y un caramelo con todos los estándares de calidad, ayúdanos a seguir mejorando diligenciando esta breve encuesta.

***Obligatorio**



Nombre del cliente *

Tu respuesta _____

¿Esta dispuesto a contribuir a la mejora continua de nuestro caramelo para disfrutar de experiencias inolvidables? *

SI

NO

Califique del 1 al 10 las expectativas que tiene con respecto al caramelo y su presentación, donde 1 es la mas importante y 10 la menos importante. *

De acuerdo

Buen sabor del caramelo *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Diseño atractivo del caramelo *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Caramelo con colores llamativos acordes al sabor frutal *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Entrega oportuna del pedido

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Mix atractivo de caramelos con sabores frutales *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Promociones y fidelización de clientes *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Caramelo en buen estado y con diseño de acuerdo al estándar. *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Innovación y creatividad en empaque y presentación

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Inexistencia de humedad en el caramelo *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Diversidad de sabores e inclusión de nuevos sabores frutales *

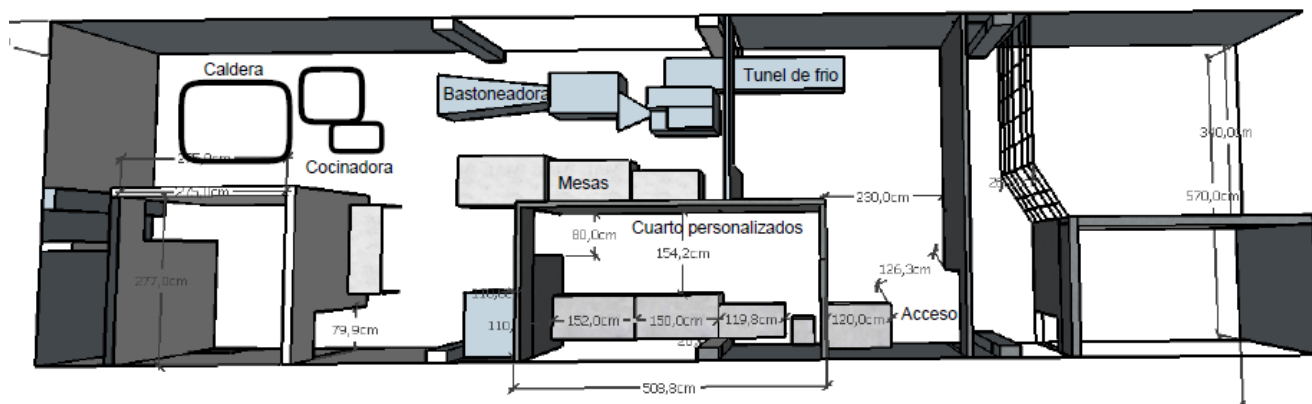
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Gracias por su atención y por su tiempo.

Tu respuesta

Fuente. Obtenido de la empresa SWIKAR

Anexo 13. Plano de la planta de fabricación de caramelos SWIKAR



Fuente. Obtenido de información suministrada por SWIKAR

Anexo 14. Kilogramos de Caramelo desechado por problemas en el control de la temperatura



Fuente. Foto Obtenida de SWIKAR