



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PLAN DE MEJORA EN EL PROCESO DE PREPARACIÓN DE CONSERVAS EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA APLICANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA

TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

INVESTIGADORES:

FRANCISCO VACAS

JUAN LOAYZA

2009



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PLAN DE MEJORA EN EL PROCESO DE PREPARACIÓN DE CONSERVAS EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA APLICANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA

TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

DIRECTOR:

Ing. Víctor Pumisacho Álvaro, MSc.

INVESTIGADORES:

FRANCISCO VACAS

JUAN LOAYZA

2009

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema y tomando en cuenta la Guía de Trabajos de Titulación correspondiente”.

Ing. Víctor Pumisacho, MSc.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

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

Francisco Vacas Duran

Juan Manuel Loayza

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento sincero a las siguientes personas, quienes facilitaron la elaboración de este trabajo y sobre todo hicieron que el ambiente de trabajo en la empresa sea lo más acogedor posible:

Ing. Mauricio Burbano de Lara

GERENTE DE PLANTA

Ing. Víctor Idrovo

JEFE DE PLANTA

Ing. Valeria Almeida

JEFE DE PRODUCCIÓN

Bqf. Ana María Hidalgo

JEFE DE LABORATORIO

Colaboradores del proceso de producción

Dedicatoria

Este proyecto, se lo dedico a mis padres, por su amor, comprensión extrema hacia mi forma de ser, entrega y dedicación diaria en hacer de mi un hombre de bien y desarrollarme de acuerdo a los valores inculcados durante toda mi vida.

A mis hermanas por ser un apoyo y por siempre velar por mi bienestar.

A mi cuñado por ser un apoyo incondicional para mi, y porque ha sabido comprenderme en todo momento.

Una dedicatoria especial a mis amigos, los cuales han salido darme la fuerza para salir adelante y sobretodo entenderme tal cual soy y saberme apoyar en los buenos y malos momentos, sin ellos esta meta no hubiera sido alcanzada.

Francisco Xavier Vacas Duran

Dedicatoria

Este proyecto, se lo dedico a toda mi familia por el apoyo brindado durante toda mi vida en especial a mis padres y abuelos por enseñarme a ser una persona de bien.

A mi novia Silvana por estar siempre en todos momentos, sean buenos o malos.

A todos mis amigos universitarios por los momentos compartidos y hacer la vida universitaria sin tristezas.

Juan Manuel Loayza Freire

ÍNDICE

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
Dedicatoria	5
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Definición de Seis Sigma	3
1.2 Importancia de la metodología de Seis Sigma.....	4
1.3 Objetivos de Seis sigma.....	7
1.3.1 Auténtica orientación al cliente.....	7
1.3.2 Gestión orientada a datos y hechos	8
1.3.3 Orientación a procesos, gestión por procesos y mejora de procesos.....	8
1.3.4 Gestión proactiva	9
1.3.5 Colaboración sin fronteras	9
1.3.6 Búsqueda de la perfección, tolerancia a los errores	9
1.4 Variabilidad del Proceso.....	10
1.5 Conceptos de Probabilidad	13
1.5.1 Variables aleatorias.....	14
1.5.2 Distribuciones de probabilidades.....	14
1.5.2.1 Distribución Binomial.....	15
1.5.2.2 Distribución de Poisson.....	15
1.5.2.3 Distribución Normal.....	16
1.6 Fases de metodología Seis Sigma.....	16
1.6.1 Etapa Definir	17

1.6.1.1	Definir el foco de mejora	17
1.6.1.2	Identificar las características críticas	18
1.6.1.3	Definir objetivo de mejora.....	18
1.6.1.4	Formalizar el proyecto de mejora.....	18
1.6.2	Etapa Medir.....	19
1.6.2.1	Mapear el proceso	19
1.6.2.2	Definir y validar la medición	19
1.6.2.3	Determinar la estabilidad / capacidad del proceso	19
1.6.2.4	Confirmar el objetivo del proyecto de mejora	19
1.6.3	Etapa Analizar.....	20
1.6.3.1	Identificar las causas potenciales.....	20
1.6.3.2	Seleccionar las causas primarias.....	20
1.6.4	Etapa Mejorar	21
1.6.4.1	Generar / seleccionar soluciones	21
1.6.4.2	Validar la solución	21
1.6.5	Etapa Control	21
1.6.5.1	Estandarizar las mejoras.....	22
1.6.5.2	Finalizar el proyecto de mejora	22
1.7	Herramientas y Técnicas de Seis Sigma.....	22
1.7.1	Capacidad del Proceso Cp.....	22
1.7.2	Índice de capacidad real	23
1.7.3	Defectos por millón	23
1.7.4	Matriz de priorización	25
1.7.5	Análisis de Pareto	25
1.7.6	Mapa y análisis SIPOC	26
1.7.7	Análisis causa – efecto.....	27
1.7.8	Lista de comprobación de cada una de las etapas.....	28

1.7.9	Muestreo de procesos y poblaciones	28
1.7.10	Gráficos de muestreo diario y semanal	28
1.7.11	Gráfico de tendencia	29
1.7.12	Histograma o gráfico de frecuencia.....	29
1.7.13	Diagrama de dispersión o diagrama de correlación.....	30
1.7.14	Gráficos estratificados.....	31
1.7.15	Gráficos de control	31
1.8	Razones para el fracaso de Seis sigma	32
CAPÍTULO 2.....		34
SISTEMA PRODUCTIVO		34
2.1	Antecedentes	34
2.2	Planificación de producción.....	35
2.3	Sistema Productivo.....	35
2.4	Distribución de Planta	38
2.4.1	Pesaje.....	39
2.4.2	Preparación.....	40
2.4.3	Envasado	42
2.4.4	Etiquetado.....	43
2.4.5	Despacho.....	44
CAPÍTULO 3.....		45
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA		45
3.1	Definición del proyecto	45
3.1.1	Definición del foco de mejora	45
3.1.2	Identificación de las características críticas.....	48
3.1.3	Definición de parámetros de desempeño	52
3.1.3.1	Micro parámetros	52
3.1.3.2	Macro Parámetros.....	54

3.1.4	Diagrama SIPOC - NIVEL MACRO	55
3.1.5	Formalización del proyecto.....	55
3.2	Medición del Proceso	57
3.2.1	Diagrama SIPOC- NIVEL DETALLADO	57
3.2.2	Sistema de medición del proceso productivo	58
3.2.3	Análisis de la capacidad del proceso.....	64
3.2.3.1	Capacidad del proceso de preparación de salsas	65
3.2.3.2	Capacidad del proceso de preparación de mayonesas	71
3.2.3.3	Capacidad del proceso de preparación de mermeladas.....	76
3.3	Análisis del proceso	81
3.3.1	Determinación de entradas críticas potenciales.....	82
3.3.1.1	Procedimiento para la realización del diagrama causa efecto	82
3.3.2	Análisis de fallas potenciales.....	87
3.3.2.1	Procedimiento para la realización del análisis de fallas potenciales	87
3.4	Mejora del proceso.....	90
3.4.1	Comparación de la forma de preparación por operarios.....	91
3.4.2	Plan e implementación de mejoras.....	92
3.4.2.1	Definición de objetivos y medios	92
3.4.2.2	Plan de mejora	94
3.5	Control de proceso.....	96
3.5.1	Plan de control final.....	96
3.5.2	Análisis de estabilidad y capacidad del proceso.....	97
3.5.2.1	Análisis de nueva capacidad del proceso para salsas.....	99
3.5.2.2	Análisis de nueva capacidad del proceso para mayonesa	102
3.5.2.3	Análisis de nueva capacidad del proceso para mermelada	105
CAPITULO 4.....		109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		109

4.1	Conclusiones.....	109
4.2	Recomendaciones	110
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
	ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Respuesta de los programas de mejora.....	5
Figura 1.2 Respuesta de los programas de mejora.....	5
Figura 1.3 Respuesta de los programas de mejora.....	6
Figura 1.4. Reducción de la variación	10
Figura 1.5. Fuentes de variabilidad.....	11
Figura 1.6 Resumen de las fases DMAMC	17
Figura 1.7 Niveles sigma	24
Figura 1.8 Grafico análisis de Pareto.....	26
Figura 1.9. Ejemplo de diagrama Causa Efecto.....	28
Figura 1.10 Ejemplo de gráfico de tendencia	29
Figura 1.11 Ejemplo Histograma.....	30
Figura 1.12 Ejemplo de gráfico de Correlación	31
Figura 1.13 Ejemplo de Gráficos de control	32
Figura 2.2 Flujo de procesos.....	39
Figura 3.1 Características críticas de satisfacción.....	49
Figura 3.2 Diagrama SIPOC nivel macro de la producción en general.....	55
Figura 3.3 Charter del proyecto Seis Sigma en el proceso de preparación de conservas	57
Figura 3.4 Diagrama SIPOC macro del proceso de preparación.....	58
Figura 3.5 pH-metro. Instrumento para determinar pH.....	60
Figura 3.6 Sustancias Buffer.....	60
Figura 3.7 Tiras para medir pH	61
Figura 3.8 Consistómetro Bostwick.....	62
Figura 3.9 Refractómetro manual.....	63
Figura 3.10 Escala graduada en el interior del lente del refractómetro manual	63
Figura 3.11 Refractómetro ABBE.....	64
Figura 3.12. Calibración de la sombra en el lente calibrador.....	64
Figura 3.13. Análisis de la variable consistencia de salsas	66
Figura 3.14 Análisis de capacidad para la variable consistencia en salsa.....	67
Figura 3.15 Análisis de la variable Brix de salsas	68
Figura 3.16 Análisis de capacidad para la variable brix en salsa	69
Figura 3.17 Análisis de la variable pH de salsas.....	70
Figura 3.18 Análisis de capacidad para la variable pH en salsa.....	71

Figura 3.19 Análisis de la variable consistencia de mayonesas	72
Figura 3.20 Análisis de capacidad para la variable consistencia mayonesa.....	73
Figura 3.21 Análisis de la variable pH de mayonesas	74
Figura 3.22 Análisis de capacidad para la variable pH en mayonesa.....	75
Figura 3.23 Análisis de la variable consistencia de mermeladas.....	76
Figura 3.24 Análisis de capacidad para la variable consistencia mermelada	77
Figura 3.25 Análisis de la variable brix de mermeladas	78
Figura 3.26 Análisis de capacidad para la variable brix mermelada	79
Figura 3.27 Análisis de la variable pH de mermeladas.....	80
Figura 3. 28 Análisis de capacidad para la variable pH mermelada	81
Figura 3.29 Diagrama de pescado para mayonesa.....	84
Figura 3.29 Diagrama de pescado para salsas	86
Figura 3.30 Diagrama de árbol de objetivos.....	93
Figura 3.31. Análisis de la nueva capacidad para la variable consistencia de salsa	99
Figura 3.32 Análisis de diagrama de caja de la variable consistencia de salsas	100
Figura 3.33 Análisis de la nueva capacidad para la variable consistencia de salsa	100
Figura 3.34 Análisis de diagrama de caja para la variable Brix de salsa	101
Figura 3.35 Análisis de la nueva capacidad para la variable pH de salsa	101
Figura 3.36 Análisis de diagrama de caja para la variable pH de salsa.....	102
Figura 3.37 Análisis de la nueva capacidad para la variable consistencia de mayonesa	103
Figura 3.38 Análisis de diagrama de caja para la variable consistencia mayonesa.....	103
Figura 3.39 Análisis de la nueva capacidad para la variable pH de mayonesa	104
Figura 3.40 Análisis de diagrama de caja para la variable consistencia mayonesa.....	104
Figura 3.41 Análisis de la nueva capacidad para la variable consistencia de mermelada	105
Figura 3.42 Análisis de diagrama de caja para la variable consistencia mermelada	106
Figura 3.43 Análisis de la nueva capacidad para la variable brix de mermelada.....	106
Figura 3.44 Análisis de diagrama de caja para la variable brix mermelada	107
Figura 3.45 Análisis de la nueva capacidad para la variable pH de mermelada.....	107
Figura 3.46 Análisis de diagrama de caja para la variable pH mermelada	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Defectos por millón según el nivel sigma	24
Tabla 1.2 Ejemplo de tabla análisis de Pareto.	25
Tabla 1.3 Ejemplo tabla para análisis SIPOC	27
Tabla 2.1 Ejemplo de orden de adición de los ingredientes según distintos operarios	41
Tabla 3.1 Matriz de priorización criterios.....	46
Tabla 3.2 Matriz de priorización para el criterio densidad adecuada	47
Tabla 3.3 Matriz de priorización para el criterio pH adecuado.....	47
Tabla 3.4 Matriz de priorización para el criterio Brix adecuado	47
Tabla 3.5 Matriz de priorización para el criterio Color característico	47
Tabla 3.6 Matriz síntesis para la determinación del proceso crítico.....	48
Tabla 3.7 Matriz de características CTS	50
Tabla 3.8 Tabla de especificación de productos	54
Tabla 3.9 Calificación del índice de severidad	87
Tabla 3.10 Calificación del índice de ocurrencia	88
Tabla 3.11 Análisis de fallos potenciales.....	90
Tabla 3.12 Orden de preparación de distintos operarios.....	91
Tabla 3.13 Plan de mejora.....	95
Tabla 3.14 Nuevos parámetros de especificaciones de los productos	98

INTRODUCCIÓN

El proyecto se realiza en una planta procesadora de conservas, la cual existe hace 50 años, esta empresa es un icono de progreso, fuente de trabajo y sobre todo cumple los compromisos que tiene con la sociedad. Esta organización ha salido adelante gracias a sus políticas de trabajo, teniendo un ambiente laboral agradable para todos los trabajadores, esto se debe a la estabilidad laboral que se da a la mano de obra y gracias a esta seguridad cada integrante se siente a gusto en sus puestos de trabajo.

La empresa tiene alrededor de 200 empleados que trabajan en dos turnos diarios y cuando la época lo requiere trabajan hasta tres turnos, funcionando las 24 horas del día. La demanda de estos productos se incrementa en diciembre, ya que en este mes las empresas realizan la entrega de canastas navideñas a sus empleados, por lo que las máquinas y los obreros son escasos para la producción demandada por los supermercados, empresas, tiendas de barrio entre otros clientes importantes. Al tener una mayor demanda, la producción es planificada desde el mes de agosto para empezar a fabricar los pedidos desde septiembre, teniendo en cuenta la proyección de ventas y pedidos del año anterior incluso de años anteriores, considerando las nuevas exigencias del mercado, de esta forma se puede cumplir con la exigencia de los clientes. Durante estos meses se contrata personal temporal por cuatro meses para lograr tener mayor cantidad de mano de obra que ayude a cumplir con los pedidos, de esa forma no agotan a los empleados que se encuentran en la planta todo el año.

La planta de conservas es la encargada de realizar los procesos de fabricación y envasado de varios productos que son entregados a nivel nacional e incluso a mercados internacionales como Argentina, España y Colombia. La línea de conservas está distribuida adecuadamente para la producción de cada uno de sus productos, cada área está libre de impurezas, esto se da gracias a la constante limpieza que se da a cada sección, equipos, y a la correcta capacitación de los obreros para cumplir normas de limpieza y seguridad dentro de la planta. Todos estos procedimientos tienen la certificación de BPM, Buenas Prácticas de Manufactura, las cuales son cumplidos a cabalidad y con exigencia, por el simple hecho de estar trabajando con alimentos se requiere tener una salubridad excelente para evitar problemas en el futuro relacionados con multas por parte del municipio o incluso problemas con los consumidores.

El trabajo de mejoramiento continuo ayuda a la industria a tener mayor satisfacción en los clientes, reducir los costos notablemente, lo que conlleva a la empresa a tener un mayor progreso. Aquí toman importancia las herramientas Seis Sigma ya que ayudarán a cumplir con lo anteriormente expuesto. Un proyecto de Seis sigma asegura un mejor control de los procesos para no volver a cometer los mismos errores con el fin de seguir mejorando cada día.

Seis Sigma busca continuamente llegar a eliminar total o parcialmente los errores, incluye una cantidad de herramientas de análisis las cuales ayudan a determinar causas y alternativas de solución.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

El objetivo de este capítulo es dar a conocer los conceptos de los términos y fundamentos del siguiente proyecto. Se describe paso a paso la metodología Seis Sigma y las herramientas de cada uno de ellos, al igual que se describe la importancia de esta metodología en la actualidad.

1.1 Definición de Seis Sigma

La teoría Seis Sigma es una estrategia designada a la mejora empresarial la cual está enfocada a la mejora de los productos, procesos y resultados. Esta herramienta permite a las empresas mejorar su rendimiento eliminando procesos ineficientes y defectos de los productos.

Según el instituto de investigaciones Juran dice que la metodología Seis Sigma evoluciono por la necesidad de las empresas de mantener a largo plazo el cambio efectuado en algún proceso, también dice que Seis Sigma es una herramienta que asegura el mejoramiento continuo siempre y cuando las empresas se adapten al cambio y sepan cómo mantener el mismo. Esta teoría no es del todo nueva, ya que combina algunas de las mejores herramientas del pasado junto con nuevos pensamientos empresariales.

El término de Seis Sigma hace referencia al objetivo de reducir los defectos a casi cero. Sigma es una letra griega que se utiliza en estadística para nombrar a la desviación estándar. Mientras más variación exista mayor será la desviación estándar.

Para poder establecer y entender bien un proyecto de Seis Sigma hay que conocer varios términos importantes para la elaboración e implementación de la mejora del producto o proceso. La terminología más importante para Juran es la siguiente:¹

¹ De Feo J. y Barnard W. Más allá del seis sigma. Juran Institutes. Traducción Mc Graw Hill. Madrid 2004.

- *El propósito de una organización* es servir las necesidades de los clientes dándoles productos y servicios a un costo óptimo más bajo y de alta calidad.
- *Producto* pueden ser bienes tangibles o servicios de información los cuales se generan por diferentes procesos.
- *Proceso* es la secuencia de eventos o tareas que crean una salida o producto.
- *Cliente* es quien recibe el resultado de un proceso o de una parte del mismo. Existe dos tipos de clientes, los externos y los internos. Los primeros son los clientes que pagan por el resultado y se encuentran fuera de la organización. Mientras que los clientes internos son los que no pagan y se encuentran dentro de la empresa. *Producto de alta calidad* es el resultado de un proceso que satisface a un cliente. La calidad se mide comprando los atributos positivos vs. los problemas, atributos negativos o deficiencias del producto.
- *Características del producto* son los atributos o propiedades que satisface al cliente.

1.2 Importancia de la metodología de Seis Sigma

Según la historia las empresas mejoraban cuando tenían la necesidad de hacerlo, en la actualidad las industrias deben mejorar para ser más competitivos y ser permanentes en el mercado. Existe muchos programas o herramientas que permitieron realizar mejoras en las organizaciones las cuales fueron cambiando según las necesidades de las empresas para satisfacer mucho más a los clientes, y dado que los clientes son más exigentes hoy en día las empresas se ven obligadas a cambiar y mejorar su servicio. A continuación se detalla los distintos programas que existen para mejorar y como fue su evolución en el tiempo:²

² De Feo J. y Barnard W. Más allá del seis sigma. Juran Institutes. Traducción Mc Graw Hill. Madrid 2004.

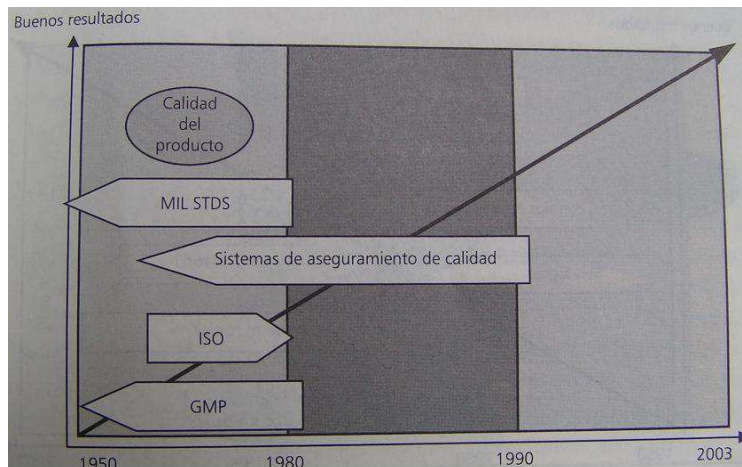


Figura 1.1 Respuesta de los programas de mejora³

Las primeras iniciativas de mejora en las empresas fueron GMP (Good Manufacturing Protocols), ISO y la técnica MIL, las cuales se volvieron de uso común ya que la mayoría de las industrias se dieron cuenta que la calidad de sus productos eran deficientes y los clientes estaban migrando a los productos de la competencia. Los resultados de estos programas fueron mejor satisfacción del cliente, menores costos y rentabilidad superior.

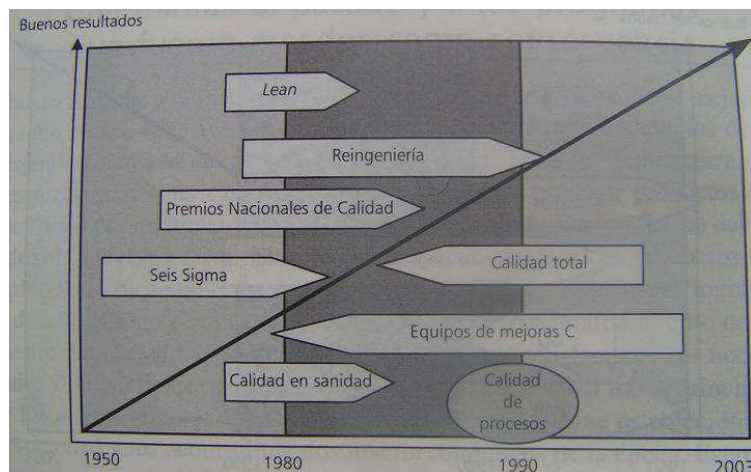


Figura 1.2 Respuesta de los programas de mejora⁴

Con los programas de la figura 1.1 las empresas si estaban mejorando, pero los eventos macroeconómicos los seguían asechando y debido a estos eventos las demandas de los artículos bajaban lo que muchas empresas comenzaron a tener nuevas iniciativas de

³ De Feo J. y Barnard W. Más allá del seis sigma. Juran Institutes. Traducción Mc Graw Hill. Madrid 2004.

⁴ Idem 3

mejora como indica la figura 1.2. Esto se dio debido a una tasa de mejora insuficiente, una falta de entendimiento sobre los factores determinantes para que los clientes compren o no su producto y sobre todo una actitud ganadora por parte de las empresas.

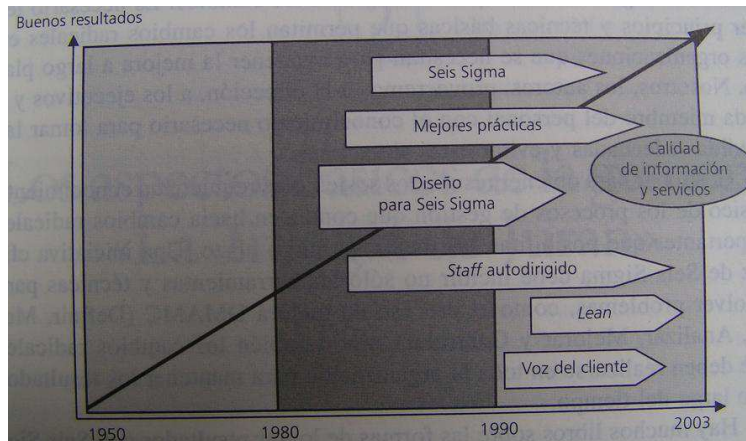


Figura 1.3 Respuesta de los programas de mejora⁵

En últimos años las organizaciones han entendido que es conveniente mejorar individualmente y no esperar mejorar globalmente como país, esto ayudará a que los impactos macroeconómicos no tengas tanta influencia sobre una industria, es por esto que las organizaciones han tratado de mejorar en todo sentido ya no solo en la calidad del producto ni en la de los procesos si no se han preocupado de mejorar la calidad de información con los programas establecidos en la figura 1.3. Claro está que no se puede evitar ni controlar los eventos macroeconómicos pero si se puede controlar la reacción que se tenga a ellos y se puede crear organizaciones que se adapten a los cambios.

Cada programa o evento detallado en las figuras tienen su objetivo de mejora. Como se puede ver en la figura 1.1 los programas establecidos son para mejorar la calidad del producto, en la figura 1.2 los eventos son para mejorar la calidad de los procesos y en la actualidad los programas indicados en la figura 1.3 son para mejorar la calidad de información y servicios. En la actualidad los programas de mejora abarcan mucho mas ya no solo mejoran ciertas partes de las organizaciones.

⁵ De Feo J. y Barnard W. Más allá del seis sigma. Juran Institutes. Traducción Mc Graw Hill. Madrid 2004.

En conjunto la tres figuras indican la importancia de las herramientas Seis Sigma en la actualidad, cuyos programas están dirigidos a mejoras que son directamente receptadas o dirigidas al cliente, todas las herramientas Seis Sigma están dirigidas a la satisfacción de la razón de ser de la organización es decir toda mejora está dirigida al cliente.

1.3 Objetivos de Seis sigma

El objetivo fundamental de Seis Sigma es mejorar radicalmente el desempeño de los procesos empresariales, enfocándose en reducir la variación de parámetros claves para la satisfacción del cliente.

Los ingredientes necesarios para llegar al nivel Seis Sigma en una organización son:⁶

1. Autentica orientación al cliente
2. Gestión orientada a datos y hechos
3. Orientación a procesos, gestión por procesos y mejora de procesos
4. Gestión proactiva
5. Colaboración sin fronteras
6. Búsqueda de la perfección, tolerancia a los errores

1.3.1 Autentica orientación al cliente

Si bien es cierto que las empresas siempre buscan la satisfacción del cliente, lo que generalmente se hace es tratar de convencer al cliente que su producto es aquel que va a cumplir con sus necesidades lo cual no es lo óptimo ya que pasa a ser por una parte un engaño ya que se disfraza la necesidad con un producto que no es del total agrado del cliente.

El nivel Seis Sigma está orientado directamente a la satisfacción del cliente y su influencia se mide de acuerdo al nivel de satisfacción y la incidencia que este representa a la empresa en su proceso de producción, buscando cada vez mas tener un cliente satisfecho con su producto e identificado con la marca directamente sin la posibilidad de dudar.

Para el instituto Juran la satisfacción no es el opuesto de la insatisfacción por lo que definieron a este dilema de la siguiente forma:

⁶ Pande P. Neuman R. y Cavanagh R. Las claves prácticas de Seis Sigma. Mc Graw Hill. Madrid 2004.

“Satisfacción e insatisfacción no son opuestas. Son dimensiones diferentes de la reacción del cliente. Reducir la insatisfacción no genera satisfacción, solamente disminuye la insatisfacción. Aumentar la satisfacción no merma la insatisfacción, solo genera satisfacción. De esta manera, no se puede hacer que clientes insatisfechos por defectos del producto estén menos insatisfechos y más felices dándoles más prestaciones del producto”⁷

Un ejemplo claro de esto sería los usuarios descontentos por el servicio de una compañía de telefonía móvil. La compañía puede regalar minutos a sus clientes insatisfechos, estos clientes estarán agradecidos por esos minutos gratis pero seguirán insatisfechos por el servicio de la red.

Una organización puede maximizar la satisfacción del cliente; produciendo económica las principales características del producto; y pueden minimizar la insatisfacción; reduciendo o eliminando deficiencias y los costos derivados de la baja calidad (desperdicios) asociados con las deficiencias.

1.3.2 Gestión orientada a datos y hechos

La información hoy en día está al alcance de cualquier persona a través del Internet, librerías, revistas, noticiarios, etc. Pero esto no quiere decir que las decisiones tomadas por las empresas son las más adecuadas ya que no es suficiente tener información acerca de un tema o simplemente confiar en instintos o en la experiencia para la solución de un problema recurrente en una empresa. El Seis Sigma es una herramienta que aclara los puntos de vista directos que se deben tomar en cuenta para la mejor solución a los problemas:

- Cómo lo estamos haciendo en realidad?
- Cómo estamos teniendo en cuenta donde queremos estar?
- Qué datos necesito para contestar a las otras preguntas?

1.3.3 Orientación a procesos, gestión por procesos y mejora de procesos

Todo tipo de mejora en una organización se centra en los procesos continuos que está realizando diariamente, Seis Sigma se enfoca directamente en el proceso para la toma de decisiones y explica a los directivos de la organización la importancia de la incidencia de

⁷ De Feo J. y Barnard W. Más allá del seis sigma. Juran Institutes. Traducción Mc Graw Hill. Madrid 2004.

los procesos en la satisfacción del cliente mostrando cuales son los procesos claves y los lineamientos necesarios para los cumplimientos de un proceso adecuado.

1.3.4 Gestión proactiva

Este punto de vista es muy importante ya que debido a la extremada competencia que existe hoy en día la gente proactiva es la que triunfa versus la gente reactiva. Ser proactivo es adelantarse a los hechos de acuerdo a estudios realizados y proyecciones estadísticas de los hechos ocurridos, mientras que la gente reactiva es la que actúa de acuerdo a los hechos actuales, llamados también apaga incendios, es decir resolver el problema inmediatamente y solucionar por el problema momentáneamente, lo cual lo esta mal pero no se debe pensar en el corto plazo.

La gente proactiva está enfocada en el largo plazo y tiene puestas sus expectativas en sus propuestas de cambio y mejora continua a lo largo del tiempo para beneficio de la organización.

1.3.5 Colaboración sin fronteras

Este punto se refiere al rompimiento de barreras empresariales que muchas veces son el motivo de que la organización impida su desarrollo. Seis Sigma lo que busca es llegar a encontrar un consenso dentro de la organización para mejorar cada una de las áreas y enfocarse en el único punto importante: el cliente. Muchas de las veces por culpa de las luchas burocráticas internas se pierde tiempo y dinero en lugar de llegar a un consenso de mejora conjunta de la organización.

1.3.6 Búsqueda de la perfección, tolerancia a los errores

Seis Sigma busca continuamente llegar a eliminar total o parcialmente los errores, incluye una cantidad de herramientas de análisis las cuales determinan las tendencias que siguen los errores en la organización. Ayuda a entender que lo que se está haciendo actualmente no está permitiendo reducir la variación por ende se requiere tomar acciones que lleven directo hacia una mejora continua en la organización, como indica la figura 1.4 es lo que busca la organización reducir la variación de parámetros de calidad que afectan a la satisfacción del cliente. Tomar la decisión de entrar a un proyecto Seis Sigma requiere tomar ciertos riesgos que a largo plazo van a ser de beneficio para la empresa ya que se estaría actuando de manera proactiva y sobretodo se mantendría proyectados todos los resultados posibles dentro de la variación de los parámetros determinantes en un negocio.

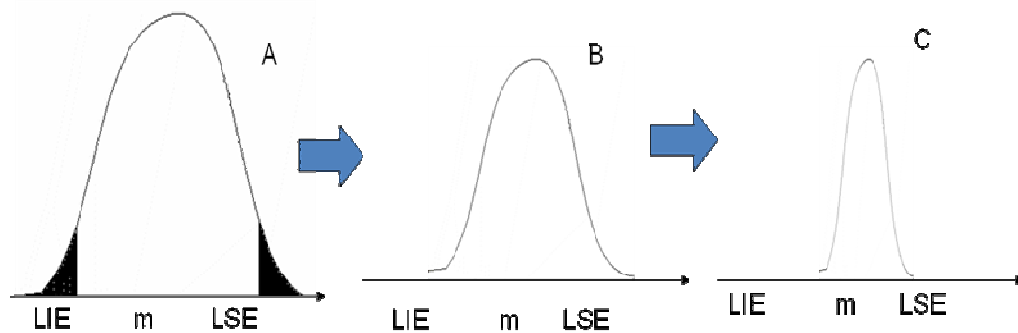


Figura 1.4. Reducción de la variación⁸

1.4 Variabilidad del Proceso

La variabilidad es tan común que todo en nuestro entorno está en constante variación, desde el clima hasta circunstancias de la vida cotidiana como el número de accidentes al día en una cierta intersección, las ventas de los vendedores de cierta empresa, entre otros.

Toda variación es causada por alguna causa o razón, cada uno de los resultados de esta variación es individual sin embargo un grupo de resultados, originado por el mismo grupo de causas puede ser previsible, siguiendo un cierto patrón pero cuando este conjunto de causas se ve afectado por causas externas el patrón se ve modificado.

La variación de los parámetros que caracterizan a un producto afecta directamente a la calidad del mismo. La fluctuación de los valores que determinan estas características de calidad puede ser causada por varias razones. Estos valores de las características de calidad de un producto son el resultado que depende de combinaciones de variables o parámetros y los factores presentes en un proceso productivo.

Las fuentes de variabilidad de una característica de calidad son todos los factores que intervienen en un proceso productivo como son: maquinaria, personal, medición, método y materia prima, como se indica a continuación en la figura 1.5

⁸ MOURA Eduardo. Guía seminario formación de especialistas Seis Sigma, Green Belt. Qualiplus, Quito, Febrero 2008.

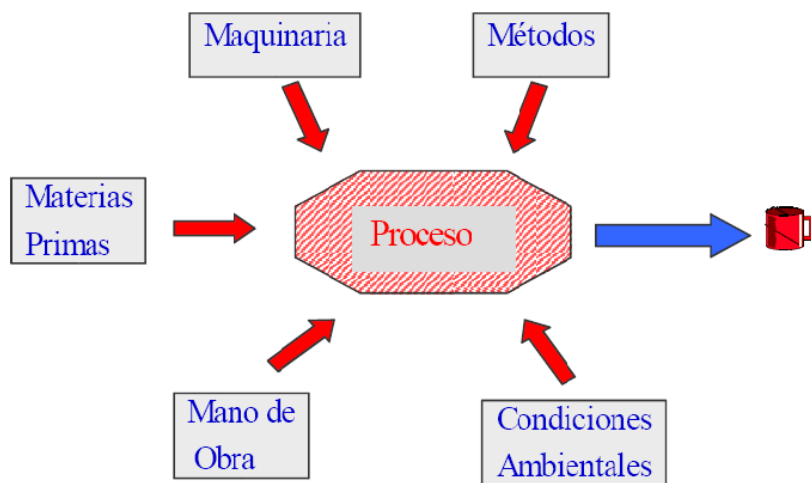


Figura 1.5. Fuentes de variabilidad⁹

Existen dos tipos de variación:

Controlada es aquella que tiene un patrón de variación estable y constante a lo largo del tiempo. Este tipo de variación está asociada por las causas comunes.

No controlada es aquella que no tiene un patrón y que a lo largo del tiempo presenta cambios. Este tipo de variación está asociada con las causas especiales.

Por esta razón es necesario identificar cuáles son las causas comunes y especiales, para no errar en la toma de decisiones y saber cuáles atacar:¹⁰

- *Causas Comunes*: Es el conjunto de todas aquellas causas que pertenecen al proceso, las cuales determinan un patrón típico de variación del proceso, estas pueden ser previsibles y son las responsables de los problemas en una planta. De acuerdo a la toma de muestras de los datos se pueden realizar diagramas de dispersión muestral para realizar las pruebas que nos indiquen si el proceso está bajo control o no. Este tipo de causas determinan la estabilidad de un proceso de acuerdo a la dispersión de los datos respecto a la media, algunas de las

⁹ MOURA Eduardo. Guía seminario formación de especialistas Seis Sigma, Green Belt. Qualiplus, Quito, Febrero 2008.

¹⁰ Idem 9

mediciones pueden estar cerca de los límites de control y un punto dos puede estar fuera de los límites de control.

Para determinar este tipo de causas se debe hacer:

- ✓ Realizar un análisis de un número "n" de muestras determinado de acuerdo a estudios estadísticos de estabilidad de procesos.
 - ✓ Tener un conocimiento amplio sobre el proceso en el cual se va a realizar la mejora
 - ✓ Tener el apoyo de los miembros de la organización para la realización de cambios para el proceso de mejora continua
 - ✓ Tener un amplio conocimiento de los métodos y herramientas que se van a aplicar para la determinación de las diferentes variables propias del proceso
- *Causas especiales*: Este tipo de causas son aquellas que se diferencian fácilmente de las causas comunes que siguen un determinado patrón, este tipo de causas son fácilmente identificables y pueden ser aisladas fácilmente debido al brusco movimiento que sufre el patrón que determina la estabilidad del proceso, el apareamiento de estas vuelve al proceso inestable, imprevisible debido al apareamiento de puntos fuera de los límites de control.

Para determinar este tipo de causas se debe hacer:

- ✓ Eliminarlas en el momento de su aparición inmediatamente
- ✓ Debido a que este tipo de causas son fácilmente identificables los estudios que se deben hacer son: tener una base de datos lo suficientemente confiable, comprobar si el apareamiento de una causa es especial, investigar cual es el motivo del apareamiento de esta causa para a futuro prevenir su aparición y estar preparados para su eliminación inmediata.

En el momento de determinación de causas se debe tener mucho cuidado ya que pueden ocurrir dos tipos de errores graves en la identificación, estos son:

- ✓ Tratar a las causas comunes como causas especiales.
- ✓ Tratar a las causas especiales como causas comunes.

Las consecuencias de tratar las causas comunes como especiales son:

- ✓ Falsa determinación de los límites de control debido ajuste indebido del proceso.
- ✓ Las soluciones no son validas debido a que está desperdiciando tiempo, dinero, energía en tratar problemas que no son determinantes para la estabilidad del proceso.
- ✓ Se tiene la sensación de que el proceso está bajo control, pero ese control no es el que se está dando realmente en el proceso.
- ✓ Aumento de los costos de producción debido a la reducción de la productividad
- ✓ Se pierde la confianza en los directivos debido a que los esfuerzos de los operarios no son valorados y no son reconocidos adecuadamente.

Mientras las consecuencias de tratar causas especiales como comunes son:

- ✓ Cada oportunidad de mejora es falsa, debido a que no estableció adecuadamente los estudios y por ende no va a representar una ganancia para la empresa, sino más bien una perdida inexplicable de tiempo y dinero.
- ✓ La empresa se acostumbra a lidiar con este tipo de problemas en teoría fáciles de solucionar, pero lo que no se sabe es que se está ocultado la verdadera causa de los problemas y el momento en que se den cuenta podría ser muy tarde para la toma de acciones.
- ✓ Comienza a existir pérdida de confianza en el equipo de calidad debido al caos generado de acuerdo a las decisiones tomadas.

1.5 Conceptos de Probabilidad

La probabilidad se la puede definir como la medida de ocurrencia de un evento futuro o la frecuencia que se espera para que ocurra un evento. El concepto de probabilidad nace con el deseo del hombre de conocer con certeza los eventos futuros.¹¹

¹¹ UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE. Manual de Control Estadístico de Procesos. Dirección de investigación y postgrado Vicerrectorado Luis Caballero. Venezuela 2001.

Existen varias formas para determinar la probabilidad de ocurrencia. Entre los cuales está el enfoque clásico, es cual se enfoque en una suposición a priori, este enfoque permite calcular el valor de la probabilidad antes de ver cualquier evento. Otro enfoque para la probabilidad es el enfoque de frecuencia relativa también llamado enfoque empírico, ya que para poder el valor de probabilidad no se basa en la suposición si no en la observación y recopilación de datos. Pero cualquiera de los dos enfoques dan valores objetivos de la probabilidad dando a conocer a largo plazo la tasa relativa de ocurrencia del evento.

Existe también otro tipo de enfoque para dar el valor de la probabilidad y es el subjetivo, el cual se basa en los grados de creencia que tenga un individuo para que ocurra un evento. Este enfoque no es tan seguro ya que se depende del juicio de la persona.

1.5.1 Variables aleatorias

Las variables aleatorias son funciones que dan un valor numérico único a cada uno de los posibles resultados que existan en un espacio muestral.

Según el tipo de valor que puede tomar las variables se clasifican en:

- *Variable aleatoria discreta*, son las variables cuantitativas que pueden tomar un solo valor contable.
- *Variable aleatoria continua*, son las variables cuantitativas que pueden tomar varios valores dentro de una misma escala contable.

1.5.2 Distribuciones de probabilidades

Son funciones de probabilidad en las cuales la variable aleatoria toma valores y se puede determinar las probabilidades de cada evento en una situación aleatoria.

Las distribuciones de probabilidad más importantes que se encuentran en un control estadístico son: distribución Binomial, de Poisson y Normal.

1.5.2.1 Distribución Binomial

Este tipo de distribución es aplicable cada vez que se suponga que un proceso de muestreo conforma un proceso Bernoulli. Es decir que aplica cuando ocurra en un proceso muestral en el cual:¹²

- ✓ Hay dos resultados posibles mutuamente excluyentes en cada ensayo u observación.
- ✓ La serie de ensayos u observaciones constituyen eventos independientes.
- ✓ La probabilidad de éxito permanece constante de ensayo a ensayo, es decir el proceso es estacionario.

Para aplicar esta distribución en el cálculo de la probabilidad se necesita de tres valores el número de éxitos (m); el número de ensayos y observaciones (n); y la probabilidad de éxito en el ensayo. Es decir la probabilidad que ocurran m éxitos en un experimento de n ensayos es:

$$P(x = m) = nCm \times P^m(1 - P)^{n - m}$$

Donde nCm es el número de combinaciones posibles de m elementos en un conjunto de n elementos. Donde la función queda expresada de la siguiente forma

$$P(x = m) = \frac{n!}{\{m!(n - m)!\}} p^m(1 - p)^{n - m}$$

1.5.2.2 Distribución de Poisson

Este tipo de distribución sirve para calcular la probabilidad de un número determinado de éxitos cuando ocurren en una misma unidad de espacio y tiempo.

Solo se requiere un valor para determinar la probabilidad de un número designado de éxitos en un proceso de Poisson: el número promedio de éxitos para la dimensión específica de tiempo o espacio de interés. Este número promedio se representa generalmente por δ . La expresión matemática de la distribución de Poisson es:

$$P(x|\delta) = \delta^x e^{-\delta} \frac{1}{x!}$$

¹² UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE. Manual de Control Estadístico de Procesos. Dirección de investigación y postgrado Vicerrectorado Luis Caballero. Venezuela 2001.

1.5.2.3 Distribución Normal

Es una distribución de probabilidad continua simétrica. La curva que representa la distribución de probabilidad normal se describe generalmente en la forma de campana.

Esta distribución es importante en inferencia estadística por tres razones diferentes:

- Se sabe que las medidas producidas en muchos procesos aleatorios siguen esta distribución.
- Las probabilidades normales pueden utilizarse generalmente para aproximar otras distribuciones de probabilidad, tales como las distribuciones binomial y de Poisson.
- Las distribuciones estadísticas tales como la media de la muestra y la proporción de la muestra, siguen a menudo la distribución normal, sin tener en cuenta la distribución de la población.

Los valores de los parámetros de la distribución normal puede tomar dos números es decir $\delta = 1$ o $\delta = 0$.

Cualquier conjunto de valores "X" normalmente distribuido pueden convertirse en valores normales estándar "z" por medio de la formula:

$$Z = \frac{X - \delta}{\sigma}$$

1.6 Fases de metodología Seis Sigma

Toda metodología tiene sus pasos a seguir, Seis Sigma no es la excepción ya que tiene un orden lógico y pasos que deben ser realizados una a continuación del otro de caso contrario podría ser un fracaso y se no se tomaría las decisiones adecuadas.

Los pasos de esta metodología se conoce como el ciclo DMAIC cuyas siglas están en ingles traducidas al español como DMAMC. Todo proyecto Seis Sigma se desarrolla siguiendo las 5 fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

La metodología DMAMC¹³ permite el uso integrado de varios métodos y herramientas en proyectos de mejora cuyo objetivo es reducir la variabilidad en el desempeño de los atributos o parámetros relevantes para la satisfacción del cliente. En el siguiente gráfico se puede resumir las 5 fases de la metodología.

¹³ MOURA Eduardo. Guía seminario formación de especialistas Seis Sigma, Green Belt. Qualiplus, Quito, Febrero 2008.

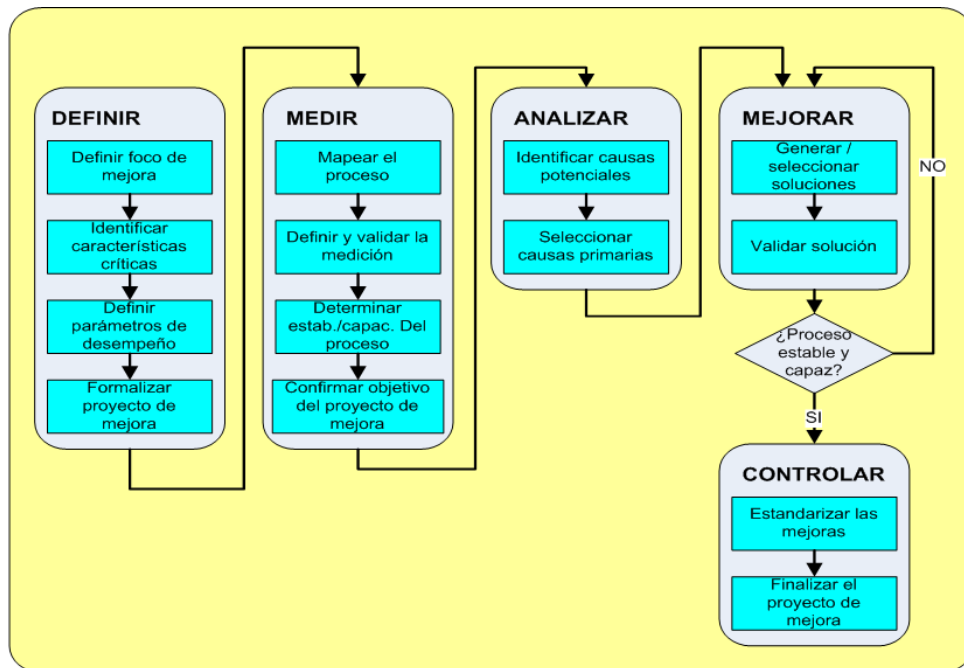


Figura 1.6 Resumen de las fases DMAMC ¹⁴

1.6.1 Etapa Definir

Esta etapa es el punto de partida del proyecto, el marco conceptual que fundamenta las razones de la realización del proyecto, describe las acciones que se van a realizar y cada uno los aspectos fundamentales a tomarse en cuenta para el desarrollo adecuado del plan de mejora continua.

En esta etapa se toman en cuenta 4 aspectos fundamentales como una secuencia lógica de avance los cuales son:

1.6.1.1 Definir el foco de mejora

El tema que debe elegirse debe ser de suma importancia para el cumplimiento de los objetivos de la empresa enfocados siempre hacia el consumidor final, este debe ser específico y sumamente claro, fácilmente entendible por la dirección de la empresa la cual es la encargada de la aprobación y dirección del proyecto, por lo que se debe contar con el apoyo de cada uno de los integrantes directivos.

¹⁴ MOURA Eduardo. Guía seminario formación de especialistas Seis Sigma, Green Belt. Qualiplus, Quito, Febrero 2008.

1.6.1.2 Identificar las características críticas

En base a encuestas hechas a consumidores finales, se debe explicar cuáles son los requerimientos del cliente respecto al tema seleccionado. Con el término “críticas” se refiere al impacto en la satisfacción del producto en el cliente, estas características se determinan de acuerdo al método CTS (Critical To Satisfaction / Críticas para la satisfacción), más conocidos como: “voz del cliente” que determina su satisfacción con el producto. Las CTS a su vez se derivan en parámetros de desempeño de producto/servicio, que son las CTY (Critical To Product / Críticas para el producto) las cuales son ¹⁵:

- CTQ (Critical To Quality / Críticas para la calidad)
- CTC (Critical To Cost / Críticas para el costo)
- CTD (Critical To Delivery / Críticas para la entrega)

1.6.1.3 Definir objetivo de mejora

Este es el punto más importa ya que es el inicio y el enfoque de toda la investigación. El objetivo debe ser expresado de forma clara en una sola frase y debe contener 3 elementos:

- Sentido de la mejora
- Indicador numérico de desempeño
- Referencia a un producto o proceso

1.6.1.4 Formalizar el proyecto de mejora

Este punto es la conclusión de cada una de etapas de DMAMC. En esta etapa este informe debe contener:

- Descripción clara del alcance y foco de mejora
- Justificación teórica del proyecto
- Proyección del impacto económico estimado
- Integrantes del grupo de investigación
- Cronograma de actividades
- Requerimientos e insumos necesarios para la investigación

¹⁵ MOURA Eduardo. Guía seminario formación de especialistas Seis Sigma, Green Belt. Qualiplus, Quito, Febrero 2008.

Una vez analizados estos 4 pasos de la etapa definir el equipo debe estar claro con lo que quiere conseguir con su trabajo, tener una visión adaptada a la realidad de la empresa, interpretar adecuadamente cuales son las necesidades del cliente y contar con el apoyo de la parte directiva y operativa de la empresa.

1.6.2 Etapa Medir

Esta etapa tiene como objetivo identificar cuáles son los clientes potenciales de la organización, cuáles son sus necesidades con el producto, para poder determinar cuáles con las necesidades del producto respecto a la calidad y lograr un diseño adecuado del proceso para cumplir con lo propuesto. Para esto se debe seguir una secuencia lógica la cual es:

1.6.2.1 Mapear el proceso

Analizar adecuadamente el proceso, realizando un estudio detallado de cada una de las áreas de la organización, las cuales incluyen: suministradores, entradas, actividades, salidas y clientes; es decir la secuencia lógica de transformación de materia prima.

1.6.2.2 Definir y validar la medición

En esta parte se debe identificar cual va a ser la técnica de recolección de datos para poder determinar exactitud y precisión de cada una de las muestras. Definir cuales van a ser las variables a ser medidas en el proceso.

1.6.2.3 Determinar la estabilidad / capacidad del proceso

Una vez identificado el proceso adecuadamente se debe realizar la recolección de datos de acuerdo a los requerimientos estadísticos necesarios, en caso de obtener datos correctos se debe comenzar a determinar la variabilidad del proceso y verificar si el proceso es capaz de sufrir los cambios necesarios.

1.6.2.4 Confirmar el objetivo del proyecto de mejora

En esta etapa se debe comparar la relación entre las variables medidas con las variables establecidas al inicio del proceso, de acuerdo con la información obtenida se debe revisar el objetivo de mejora, para determinar si la recolección de datos cumple con los parámetros establecidos en el inicio del proyecto.

Una vez realizados cada uno de los puntos establecidos en esta etapa el equipo de ser capaz de tener las siguientes conclusiones:

- Saber cual es el comportamiento real del proceso y cual es la secuencia lógica de la materia prima en el proceso de transformación desde su recepción hasta la entrega al consumidor final.
- Tener establecidas cuales son las variables determinantes del proceso a ser sometidas a un estudio para el proceso de mejora.
- Contar con un sistema de medición adecuado para cada una de las observaciones muestrales y sobretodo que soporte cada uno de los ensayos establecidos.
- Saber la capacidad de producción real del proceso.
- El objetivo de mejora debe estar verificado y revisado detalladamente para continuar adecuadamente con el avance adecuado del proyecto.

1.6.3 Etapa Analizar

En esta etapa se evalúa una cantidad de diseños de alto nivel para comparar cual es el más adecuado para el continuo avance del proyecto. Esta etapa cuenta con dos puntos fundamentales los cuales son:

1.6.3.1 Identificar las causas potenciales

El equipo debe concentrarse en el proceso para determinar el “know-how” y elaborar todas las relaciones posibles de causa y efecto y se debe analizar experimentos para comprobar las hipótesis planteadas en etapas anteriores.

1.6.3.2 Seleccionar las causas primarias

En esta parte el equipo debe determinar la influencia de las variables tanto económicamente como en el proceso y seleccionar cuales van a ser las mas optimas para la reducción de la variabilidad dentro de la investigación.

Una vez concluida esta etapa el equipo es capaz de:

- Entender cuál es el comportamiento del proceso
- Priorizar la variación de las variables para la aplicación del proceso de mejora de acuerdo al impacto financiero que estas representan.

1.6.4 Etapa Mejorar

Una vez concluidas las tres etapas anteriores, ya se tiene una visión clara acerca del objetivo de la investigación lo único que falta por hacer es llegar a implementar los estudios realizados previamente para esto se requiere seguir dos etapas fundamentales que son:

1.6.4.1 Generar / seleccionar soluciones

En este punto se comienza a elaborar en teoría como se aplicarían los diversos tratamientos para las causas analizadas con anterioridad, se identifica el impacto de cada una de las soluciones generadas con respecto al problema y de acuerdo a esto se calcula si representa realizar dicha solución con respecto al impacto económico de la organización y se desecha las soluciones que no generen o no produzcan un relevante impacto económico.

1.6.4.2 Validar la solución

Una vez estudiadas las soluciones se analiza detalladamente cada una, determinando cual será su aporte al proceso y en caso de no funcionar cual sería el complemento ideal para cada solución. Aprobadas las soluciones se procede a la realización de pruebas piloto para determinar la nueva capacidad del proceso. Si el resultado es positivo se comienza a generar el plan de implementación para la resolución de los problemas existentes y si el caso es negativo se debe volver a las etapas anteriores para generar nuevas soluciones que sean capaces de reducir la variabilidad en el proceso y cumplan con los objetivos planteados inicialmente.

Una vez aplicados estos dos pasos el equipo es capaz de realizar las siguientes acciones dentro del proceso:

- Realizar un plan detallado del proceso de implementación de la solución eficaz para alcanzar el objetivo de mejora deseado por el equipo.
- Detallar cada solución tomada y su plan de acción para reducir los problemas generados por el proceso.

1.6.5 Etapa Control

Una vez concluidas las cuatro etapas anteriores el equipo debe llevar un seguimiento continuo al proyecto para garantizar su funcionamiento y su correcta aplicación dentro de la planta, para esto debe seguir dos pasos fundamentales:

1.6.5.1 Estandarizar las mejoras

En esta parte equipo tiene claro cada una de las actividades que se tienen que realizar para el plan de mejora, lo que resta es hacer un cronograma de aplicación y control, mantener una revisión periódica y continua de los cambios que deben estar documentados correctamente, entrenar al personal involucrado en los cambios del proceso y por ultimo evaluar cual ha sido el resultado de toda la investigación realizada por el equipo.

1.6.5.2 Finalizar el proyecto de mejora

Si el proyecto ha sido aplicado adecuadamente, la tarea final del equipo es detallar cada una de las actividades realizadas por el equipo incluido el nuevo proceso implementado en la secuencia lógica del proceso, detallar los beneficios obtenidos tanto en reducción de variabilidad como el impacto económico obtenido. Por último se deben estudiar nuevos procesos de mejora para que la organización siempre tenga presente en sus mentes la mejora continua del proceso y realizar una retroalimentación constante.

El equipo ha logrado implementar adecuadamente su proyecto y cumplir el objetivo propuesto y planteado a la directiva de la organización sacando como conclusión de su trabajo los siguientes aspectos:

- Implementación del plan de mejora con resultados palpables
- Satisfacción por parte de la directiva al conocer que la decisión del plan de mejora trajo buenos resultados a la empresa
- Cumplimiento de los estándares requeridos por parte del consumidor final

1.7 Herramientas y Técnicas de Seis Sigma

La metodología de Seis Sigma se basa en herramientas básicas del control de calidad junto con parámetros de desempeño los cual hay que alcanzar o acercarse para tener cambio significativo en la empresa los cuales se verán reflejados en costos. Los parámetros de desempeño son: Cp (Capacidad del proceso), Cpk (índice de capacidad real), Ppm (defectos por millón).

1.7.1 Capacidad del Proceso Cp

Es la medida del comportamiento del proceso cuando este dentro del estado de control para producir dentro de los límites de especificación, este índice determina cuantas unidades del producto, cuyas características de calidad están dentro de los límites de

especificación los cuales son dados por el cliente. Cuanto mayor es la estabilidad y uniformidad del proceso, menor es la necesidad de mediciones y mantenimiento frecuentes.

El valor de éste índice para el nivel Seis Sigma es:

$$Cp=2 \text{ (capacidad del proceso)}$$

Y se lo determina con la siguiente fórmula:

$$Cp = \frac{\textit{Tolerancia especifica}}{\textit{Tolerancia natural}} = \frac{LSE - LIS}{6\sigma}$$

1.7.2 Índice de capacidad real

Este índice se lo utiliza cuando la distribución normal no está centrada y esto ocurre en la realidad, este índice indica el desplazamiento de la media en relación a la tolerancia.

El valor de éste índice para el nivel Seis Sigma es:

$$Cpk=1,5 \text{ (índice de capacidad real)}$$

Y se lo determina con la siguiente fórmula (analizando el mínimo de los dos valores resultantes):

$$Cpk = \min \left\{ \frac{LSE - \mu}{3\sigma} ; \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right\}$$

1.7.3 Defectos por millón

Este índice indica cuantos productos están fuera de los límites de especificación. Los niveles sigma para este índice es de 3,4 el cual quiere decir que tienen 3,4 unidades fuera de los límites de especificación por cada millón de unidades producidas.

$$Ppm=3,4 \text{ (partes por millón)}$$

En la metodología Seis Sigma hay que llegar a tener estas características de desempeño antes mencionadas o acercarse lo que más se pueda a ellas. Estas características se dan por la variación de los parámetros del proceso, los cuales hay que reducirlos para tener un desempeño óptimo del proceso analizado.

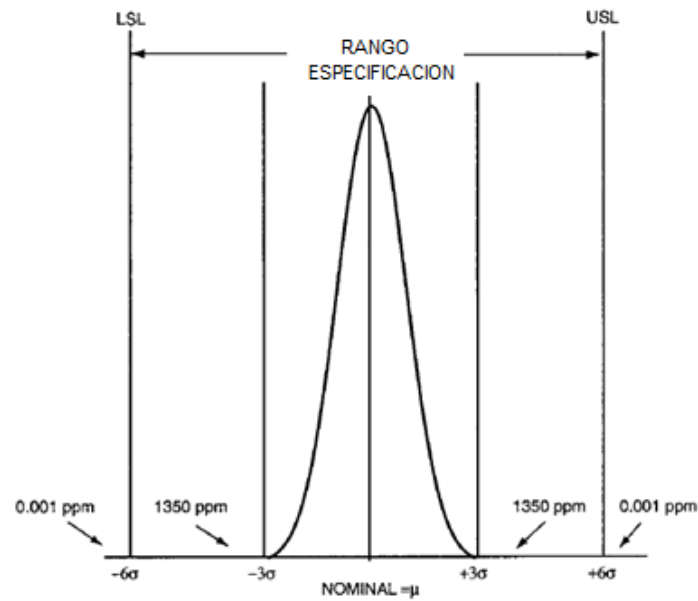


Figura 1.7 Niveles sigma ¹⁶

La figura 1.7 indica cual es la métrica Seis Sigma, según con la métrica de esta teoría dice que los niveles sigma llegan a tener 3,4 ppm, esto quiere decir que por cada millón de producto que salga 3 productos van hacer defectuosos, en otras palabras se tendrá una eficiencia del 99.99%.

Los niveles Sigma		
<i>Sigma</i>	<i>Defectos</i>	<i>Defectos por millon</i>
1	69%	691,462
2	31%	308,538
3	6.7%	66,807
4	0.62%	6,210
5	0.023%	233
6	0.00034%	3.4
7	0.0000019%	0.019

Tabla 1.1 Defectos por millón según el nivel sigma ¹⁷

¹⁶PYZDEK Th. The Six Sigma Handbook. Mc Graw Hill. USA. 2003.

¹⁷GYGI C, DE CARLO N y WILLIAMS B. Six Sigma for Dummies. Wiley Publishig. Canada .2005.

1.7.4 Matriz de priorización

Es una matriz que se utiliza para establecer prioridades entre varias alternativas planteadas por el equipo de investigación, establece una decisión unánime por parte del equipo por ende la decisión tomada tiene un sustento de aplicación.

Existen varios métodos de establecer una matriz de priorización siendo el objetivo el mismo, lo que se busca comparar los diversos criterios respecto a un problema, contra varias alternativas de solución para cada criterio logrando determinar cuál es la alternativa más adecuada para la resolución del criterio de más influencia dentro del mal funcionamiento del proceso de la organización.

1.7.5 Análisis de Pareto

Esta herramienta es muy útil ya que compara el impacto de los diferentes problemas relevantes en un proceso. Permite la solución a muchas incógnitas respecto a cuál es la más apropiada a ser resuelta dentro de la investigación de un problema, esto se logra gracias al principio de Pareto: “pocas vitales, muchas triviales”, en otras palabras muchas veces los problemas se resuelven con el estudio de una variable relevante del proceso mas no del estudio de cada variable no determinante.

Establece prioridades, define acertadamente problemas u oportunidades de mejora y muchas de las veces puede determinar la causa raíz del problema. Un gráfico de Pareto necesita una base de datos en la cual se detallen los datos continuos divididos por categorías con su respectiva incidencia porcentual. Ejemplo:

CAUSA	FRECUENCIA	%	ACUMULADO %
A	56	36.8	36.8
B	48	31.6	68.4
C	30	19.7	88.2
D	10	6.6	94.7
E	5	3.3	98.0
F	3	2.0	100.0
TOTAL	152	100.0	

Tabla 1.2 Ejemplo de tabla análisis de Pareto.

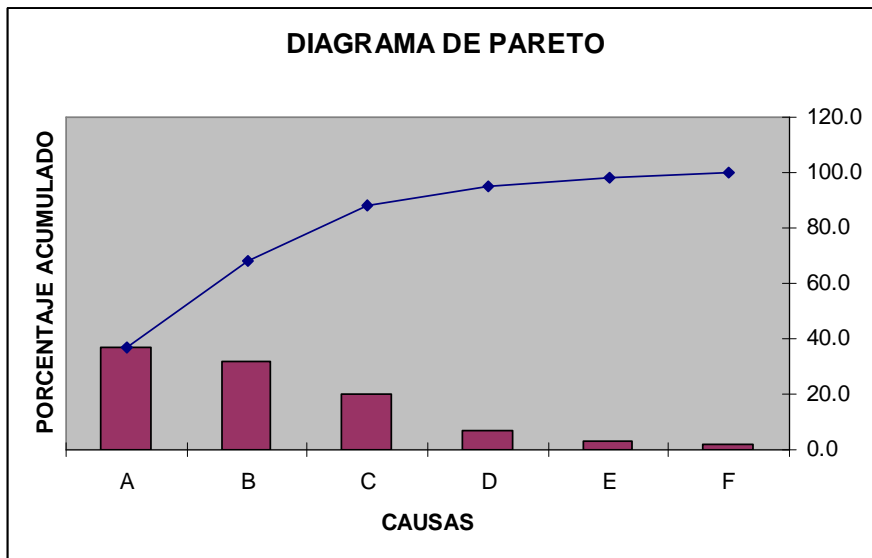


Figura 1.8 Grafico análisis de Pareto.

El análisis posterior se lo realiza de acuerdo al impacto económico de la resolución de las causas vitales y si su tratado justifica una inversión recuperable en un plazo aceptable para la organización.

1.7.6 Mapa y análisis SIPOC

Esta herramienta proporciona una perspectiva de alto nivel de las principales etapas del proceso además de sus proveedores, entradas, salidas y clientes dentro de la secuencia de transformación que sufre la materia prima dentro del proceso operativo de la organización. Esta herramienta es usada básicamente para:

- Identificar los límites del proceso, sus puntos de partida y hacia donde se dirigen a lo largo del proceso.
- Comprender la capacidad del proceso y cuál va a ser el alcance de la mejora propuesta.
- Identificar la relación entre cada una de las partes integrantes en la secuencia de transformación del producto. Se ilustra de la siguiente forma:

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
Suministradores directos (Internos/Externos)	Entradas del proceso (informaciones y materiales)	Etapas básicas del proceso	Salidas del proceso (materiales e informaciones)	Clientes del proceso (Internos/Externos)

Tabla 1.3 Ejemplo tabla para análisis SIPOC

1.7.7 Análisis causa – efecto

Esta herramienta ayuda a identificar la causa de un problema aplicando la experiencia y conocimiento de un grupo de personas a través de una tormenta de ideas estructuradas. También puede utilizarse para identificar posibles formas de conseguir un efecto deseado. Las principales aplicaciones de esta herramienta son:

- Determinar las causas principales
- Determinar las potenciales causas raíz
- Determinar las posibles soluciones
- Planificar e implementar un cambio en el proceso o un solución

El gráfico generalmente se divide en seis aspectos que usualmente son las derivaciones de los procesos que ayudan a determinar un problema y llegar a la causa raíz del problema, la solución se determina de acuerdo al mayor número de ramificaciones o en este caso conocidas como espinas, ya que se ha detallado tanto un problema que llega a ser la causa que nos está afectando dentro del proceso. El gráfico se lo estructura de la siguiente manera:

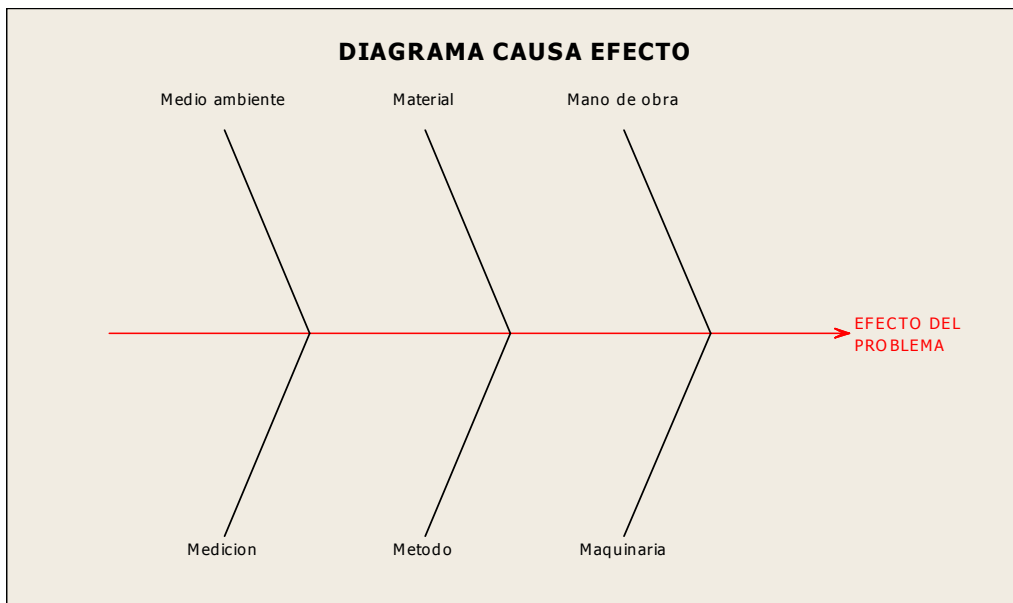


Figura 1.9. Ejemplo de diagrama Causa Efecto

1.7.8 Lista de comprobación de cada una de las etapas

Esta herramienta ayuda a realizar el cierre formal de la etapa del proyecto, se la utiliza para monitorear los progresos en la etapa y para comprobar que se hayan realizado las tareas esenciales para concluir adecuadamente la etapa y poder pasar a la siguiente y continuar su trabajo correctamente.

Se la realiza a través de una lista de preguntas a manera de un check list para cumplir con los requerimientos de cada una de las etapas de DMAMC.

1.7.9 Muestreo de procesos y poblaciones

Esta herramienta ayuda a decidir cuándo se debe tomar los datos de un proceso y cuantos datos son necesarios para la validación de una medición.

Se la utiliza para cualquier situación en la que no sea necesario medir cada una de las salidas del proceso o todos los elementos integrantes de la población.

1.7.10 Gráficos de muestreo diario y semanal

Esta herramienta se utiliza en la recolección de datos para categorizar y medir cual es la frecuencia de los elementos tomados en cuenta para la medición, causas, deficiencias en la productividad, etc.

Es el punto de partida de las herramientas de tipo grafico (Pareto, control, media, etc.) ya que determinan cuales son las tendencias de los procesos y como estos afectan a la producción. Ayuda a recoger los datos de una forma adecuada, reconocer cuales son las posibles oportunidades de mejora dentro del proceso, identificar las causas que están causando el problema e investigar a profundidad cual es el motivo del apareamiento de los problemas dentro de la planta.

1.7.11 Gráfico de tendencia

Esta herramienta ayuda a monitorear las mediciones en un proceso continuo a lo largo del tiempo. También ayuda a determinar problemas en una línea o líneas del proceso a través de la forma grafica que presentan los datos de acuerdo a los parámetros de control, identificando cual podría ser la causa raíz de dicho problema en la línea.

Permite realizar una investigación profunda sobre los resultados obtenidos en el proceso y poder tomar una decisión basados en fundamentos muestrales.

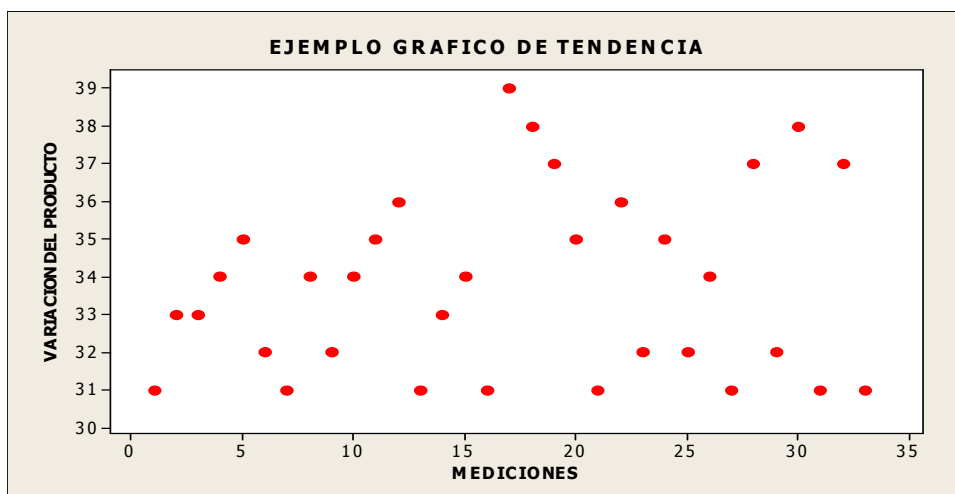


Figura 1.10 Ejemplo de gráfico de tendencia

1.7.12 Histograma o gráfico de frecuencia

El objetivo de esta herramienta es mostrar las características de variación de un grupo de datos y agruparlos de manera grafica para poder ser interpretados adecuadamente.

Ayuda a visualizar el rango de una serie de datos y cuál es su distribución a lo largo del tiempo.

Compara la variación del proceso con los requerimientos del cliente y del proceso (límites de especificación y límites de control), para determinar su aceptación en la toma de muestras continuas de la línea de producción.

Permite identificar los defectos de un mismo grupo de datos de un producto para tomar acciones respecto al problema suscitado.

Comprueba la ubicación o distribución de los datos en un plano gráfico y permite identificar cual es la causa de dicha forma y de acuerdo a estudios tomar acciones de acuerdo a la forma expresada en el gráfico.

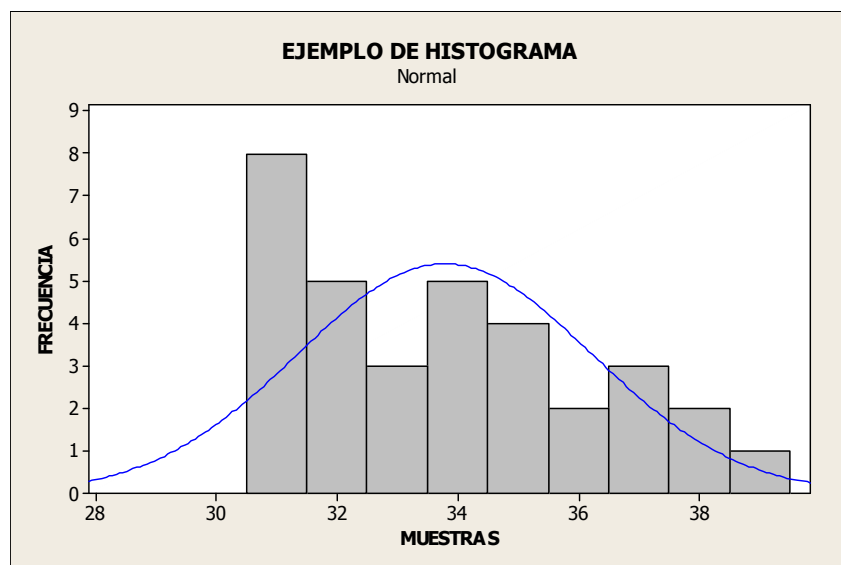


Figura 1.11 Ejemplo Histograma

1.7.13 Diagrama de dispersión o diagrama de correlación

El objetivo principal de esta herramienta es determinar la posible relación entre dos variables para determinar su incidencia en el proceso.

Proporciona datos para la comprobación de hipótesis planteadas por el equipo y determinar el impacto de la relación de dos variables.

Determina el grado de incidencia de las relaciones de las variables y ayuda a fundamentar los análisis de causa efecto realizados por el equipo.

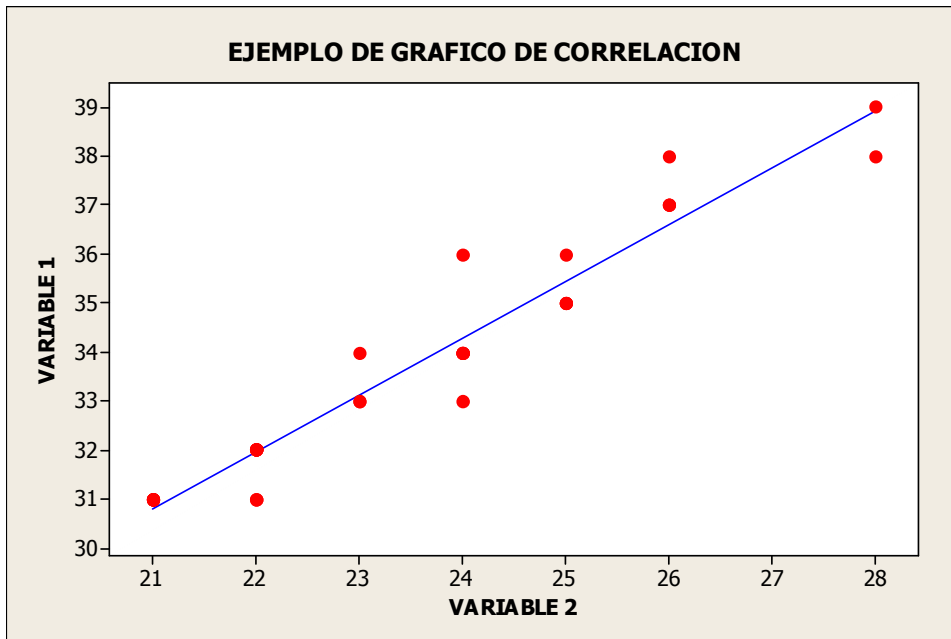


Figura 1.12 Ejemplo de gráfico de Correlación

1.7.14 Gráficos estratificados

El objetivo de esta herramienta es buscar las tendencias de los datos y cual sería su relación con la causa raíz del problema.

Se la utiliza para la comprobación de hipótesis planteadas por el equipo en la determinación de tendencias y límites de control del proceso.

1.7.15 Gráficos de control

Esta herramienta es muy útil ya que permite monitorear un proceso de manera continua y determinar una variación en la línea de producción.

Esta permite establecer los límites de control y de especificación del proceso, para cumplir con los requerimientos del cliente y de proceso.

Permite analizar detalladamente el día, hora y fecha que ha ocurrido la variación para poder tomar acciones de acuerdo a estudios de causas de variación en el proceso.

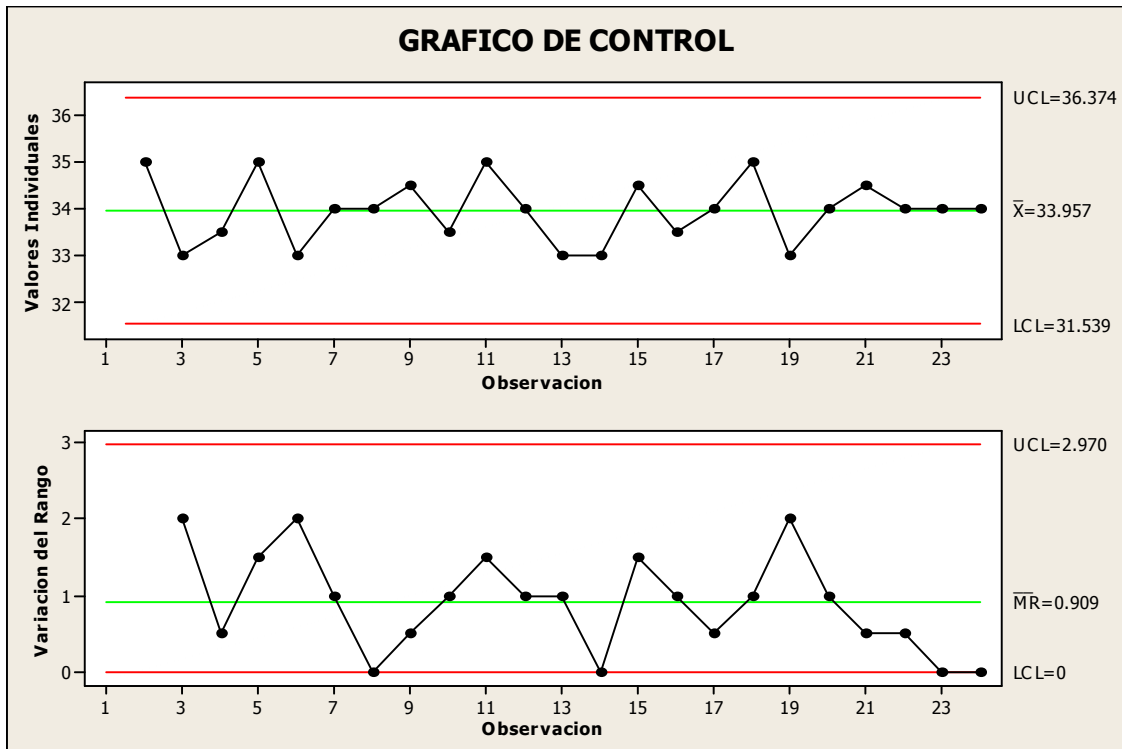


Figura 1.13 Ejemplo de Gráficos de control

1.8 Razones para el fracaso de Seis sigma

Se ha identificado seis razones para estos fracasos, muchas de las cuales son por razones macro y no micro. A continuación se detallan las razones.¹⁸

- a) *Triunfalismo.* Cuando una empresa se ha convertido el líder del mercado, al tener mayor porcentaje de ventas e incrementar el número de clientes, los directivos se olvidan totalmente de la mejora continua y creen que al implementar un cambio la empresa ya no necesita más transformaciones porque está bien, cuando debe ser todo lo contrario las industrias deben estar en constante revisión y cambio.
- b) *Un cambio en el liderazgo.* Al tener un cambio de directivo, el nuevo director deja de realizar la iniciativa del anterior gerente. Esto se da por que el nuevo líder quiere implementar iniciativas creadas por él y deja de lado las anteriores iniciativas. Los nuevos directivos tienen buenas intenciones de cambiar pero no saben cuál es el impacto que tendrían los cambios del anterior directivo, es por

¹⁸ De Feo J. y Barnard W. Más allá del seis sigma. Juran Institutes. Traducción Mc Graw Hill. Madrid 2004.

esto que se debe tener políticas de empresa bien establecidas, se debe continuar con el trabajo del anterior directivo.

- c) *La organización se cansa de la iniciativa vigente y pasan a otro programa demasiado rápido.* La organización no da tiempo suficiente para que exista cambios radicales en ella. Cuando los directivos dicen; “Que esperan que se acabe esta iniciativa Seis Sigma estarán felices porque volverán a sus actividades habituales”, si esta frase se escucha demasiado, la directiva está creando una barrera al cambio el cual es transmitido a todas las personas que intervengan en la implementación de la transformación.
- d) *La compañía no mantiene una infraestructura para formar continuamente a los empleados a lo largo del tiempo.* Al implementar un cambio la empresa debe crear comités de seguimiento de la iniciativa, los cuales deberán dar seguimiento, entrenamiento de las nuevas técnicas, herramientas implementadas, el proceso de despliegue de los objetivos y el cumplimiento de los mismos. Cuando una empresa no ha manejado así la implementación del cambio quiere decir que no le da la importancia necesaria a la iniciativa lo que dará resultado al fracaso de la implementación.
- e) *La organización se fusiona o es adquirida.* En el caso de que la empresa se fusione con otra o es adquirida por otra persona, este acto ocasiona un impacto directo en el cliente, ya que por lo general este tipo de transacciones se dan solo en el papel y la nueva empresa o el nuevo dueño o sociedad no saben los verdaderos objetivos de la organización recién adquirida o fusionada. Esto podría afectar a la calidad, a la cadena de distribución lo que ocasiona una insatisfacción al cliente. Cuando una empresa ha iniciado una iniciativa Seis Sigma y se ve frente a una fusión o es adquirida, esta iniciativa se ve temporalmente suspendida o incluso se elimina esta iniciativa, lo cual afectara a la mejora continua de la industria.
- f) *Los eventos macroeconómicos impactan en las organizaciones más fuertes y más rápidamente que nunca antes en la historia.* Todas las iniciativas deben convivir con estos cambios en el mundo y deben estar sujetas a nuevos programas que deben ser implementados constantemente.

CAPÍTULO 2

SISTEMA PRODUCTIVO

Los objetivos de este capítulo es describir los procesos que tiene la industria alimenticia y como está organizada con respecto a su producción y distribución según los procesos.

2.1 Antecedentes

El proyecto se realiza en una planta procesadora de conservas, la cual existe hace 50 años, esta empresa es un icono de progreso, fuente de trabajo y sobre todo cumple los compromisos que tiene con la sociedad. Esta organización ha salido adelante gracias a sus políticas de trabajo, teniendo un ambiente laboral agradable para todos los trabajadores, esto se debe a la estabilidad laboral que se da a la mano de obra y gracias a esta seguridad cada integrante se siente a gusto en sus puestos de trabajo.

La planta industrial no ha tenido inversiones fuertes por parte de sus dueños, quienes no se han preocupado por invertir en mejoras de la fábrica tal como, mejorar los sistemas de control y máquinas para la automatización de la planta. Por todo esto la organización ha decidido mejorar sus instalaciones y tener maquinaria con tecnología de punta. Se instalará otra máquina para la elaboración del producto “doy pack”; el cual es un envase tipo sachet pero de mayor volumen, los cuales tienen una base que permite poner vertical al envase; así se envasan mermeladas, salsa de tomate y mayonesa. El gusto o preferencia de los clientes por este tipo de empaque está creciendo, el departamento de marketing ha realizado estudios para ver cuáles son las tendencias del mercado nacional, los mismos que concluyen que ha incrementado la demanda de productos envasados en este tipo de empaque. También se instalará nuevas máquinas envasadoras para tener un envasado automático sin depender tanto del operario. Pero es importante mejorar en otros aspectos, porque al instalar nuevas máquinas no se está atendiendo a los problemas principales que tiene la planta, los que hay que mejorar, reducirlos al máximo o incluso eliminarlos para tener un mejor desempeño de toda la planta.

2.2 Planificación de producción

La industria establece su planificación de producción según los pedidos de los diferentes clientes, los clientes más frecuentes de la organización son los supermercados que requieren alta cantidad de productos, los cuales son los mega distribuidores de los productos, existen también micro distribuidores que son las tiendas de barrio. Los pedidos de estos clientes tienen que cumplirse al igual que los requerimientos de las marcas privadas.

Los planes de producción se los realizan a través de los pedidos realizados, con los cuales se planifican las horas de trabajo semanal y mensual para cada producto dentro de la planta. Esta planificación se lo realiza con los jefes de los departamentos de Producción y Logística, este último se encarga de contactarse con los proveedores para adquirir a tiempo todo lo relacionado a materias primas de cada producto.

La planta tiene cinco áreas principales: bodega de materias primas, preparación, envasado, etiquetado y bodega de producto terminado. Cada una de estas áreas tiene su importancia porque una depende de la otra y todas están ligadas, ya que si bodega de materias primas no despacha con tiempo los productos el área de preparación no puede continuar con sus trabajos lo que provoca un atraso en el pedido de producción a todas las áreas restantes. Cada área cumple con la entrega de su producto semielaborado cumpliendo con los requerimientos del área siguiente.

2.3 Sistema Productivo

La industria tiene varios productos y marcas reconocidas en el mercado, lo que implica la entrega y responsabilidad por cada uno de los empleados para elaborar productos de alta calidad, esto lleva a tener un control de calidad estricto en todos los procesos de conservas. Este control actualmente no se lo realiza con exigencia, esto ocasiona desperdicio en la materia prima, en envases y en especial en producto terminado que tiene que ser devuelto para reproceso, lo que aumenta los costos de la producción. El único control que se tiene durante el proceso, es el de los pesos, los mismos que deben estar dentro de parámetros para cada producto, los cuales se controlan tomando muestras cada cierto tiempo ya establecido para comprobar los pesos del artículo; lo que se refiere al control de calidad de los envases, fabricados por una segunda empresa; se realiza una selección de muestras de los empaques, si esas muestras están en buenas condiciones se aprueba el lote de dichos empaques. Esto ha dado grandes problemas ya

que no todos los envases son iguales, hay algunos envases que vienen mal sellados de fabrica o simplemente la válvula dosificadora de cada empaque viene mal ajustada. Al igual que los pesos y los envases se realizan pruebas de laboratorio con ciertas muestras de los semielaborados para comprobar los parámetros establecidos de los alimentos, como son densidad, consistencia, vida útil, ph entre otras pruebas químicas, de esta forma se tendrá satisfechos a los clientes con productos buenos y de alta calidad, ya que si se tiene continuamente productos con características dentro de los parámetros de calidad, habra clientes fieles a las distintas marcas, con esto se logrará que el nivel de ventas no baje y que las marcas de la competencia no crezcan más. Es por estas razones que se debe realizar el trabajo de mejoramiento continuo para seguir siendo una empresa líder en el mercado nacional y entrar a otros mercados internacionales con mayores exigencias.

En la planta se procesan los siguientes productos que tienen marcas de fabricante y productos con marcas conocidas como privadas, las cuales son establecidas por el distribuidor:

- Sals.Tomate395g
- Sals.Tomate650g
- Sk.Sals.Toma.360g
- Tarj.Sals.Tom.40gx12u
- SP.Sals.Tom.100g
- Fd.Sach.Sals.Tom 100ux10g
- Sals.Tomate4200g
- Sals.Tom. 1Kg
- Sals.Tom. 4200g
- Sals.Tom.Spag.500g
- Past.Tomate250g
- Past.Tomate500g
- Past.Tomate4000g
- SalsaBBQ500g
- Sk.Cheese310g
- Sk.Sals.BBQ380g
- Sk.Sals.Golf340g
- Fd.Sach.Sals.Golf10g
- Sach.Chees10g
- SalsaGolf1Kg
- Salsa Vinagreta4000g
- Sals.Inglesa4200g
- Mayonesa220g
- Mayonesa440g

- Sach.Mayones.10g
- Sk.Mayonesa300g
- Tarj.Mayon.40gx12u
- SP.Mayones.100g
- Fd.Sach.Mayo.100x10g
- Mayonesa3700g
- Mayonesa1Kg
- Mostaza240g
- Sk.Mostaza350g
- Fd.Sach.Most.100x10g
- Mostaza4000g
- Aji100g
- Aji.4200g
- Ajiconajo170g
- M.Mora300g
- M.Frutilla300g
- M.Frutimora300g
- M.Piña300g
- M.Guayaba300g
- M.Frambues.300g
- M.Tropical300g
- M.Frutilla600g
- M.Frutimora600g
- M.Piña600g
- M.Mora600g
- M.Guayaba600g
- M.Mora5000g
- M.Frutilla5000g
- M.Frutimora5000g
- M.Piña5000g
- M.Guayaba5000g
- Aceitun.hues.250g
- Aceitun.rellen250g
- Aliños250g
- Salsa Barbacoa 1Kg
- Salsa china
- Vinagre
- Aceitunas

NOTA: Tarj: Tarjetero, Sk: skuisi, SP: stand pack, Sach: sachet, Fd: funda, M: mermelada.

El stock de cada producto es de 15 a 20 días dependiendo del nivel de ventas que tenga, esto se realiza según una planificación mensual de producción con los pronósticos de ventas que tiene cada producto y la planificación anual que se ha realizado, es por eso que todos los departamentos de la empresa están comunicados continuamente para tener una respuesta rápida en la entrega de pedidos de los diferentes clientes

2.4 Distribución de Planta

La planta cuenta con cinco procesos fundamentales para la fabricación de los distintos productos, estos procesos son: pesaje materia prima, preparación, envasado, etiquetado y despacho. Los cuales están distribuidos en cinco zonas de la planta como se puede ver en la figura 2.1. Cada uno de los procesos anteriores son desarrollados en diferentes áreas así el pesaje es realizado en el área de bodega de materia prima. En la figura que esta a continuación se detalla donde se realizan cada uno de los cinco procesos anteriores.

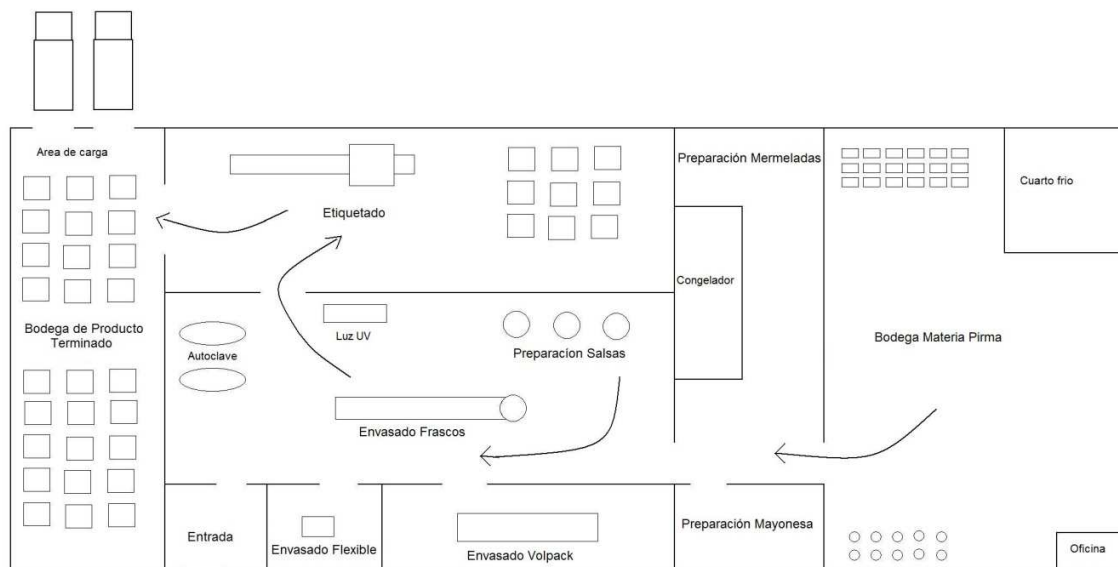


Figura 2.1 Diagrama de planta

Como se expuso anteriormente cada proceso se lo realiza en diferentes áreas, en la figura 2.2 se detalla el flujo de los procesos.



Figura 2.2 Flujo de procesos

2.4.1 Pesaje

Este proceso se lo realiza en el área de bodega de materia prima en donde se encuentra todas las materias primas para la elaboración de las distintas salsas, mermeladas y mayonesas. Es aquí en donde se tienen que pesar cada uno de los ingredientes para la preparación de los distintos productos. Cada ingrediente tiene que ser estrictamente pesado para tener un producto de alta calidad. Los pesos de cada materia prima están establecidos según la capacidad de los envases de preparación, de los rendimientos de las marmitas y sus tuberías de transporte. Por lo general los rendimientos cambian por producto ya que una salsa es más espesa que otra por lo que tiende a pegarse más en la marmita y en las tuberías. Es por esto que el proceso de pesado en la bodega debe ser exacto para tener la cantidad requerida de producto terminado luego de la preparación. Otra razón para que las cantidades de las materias primas sean correctas es para tener siempre un producto homogéneo según con la formulación dada, si un ingrediente va en mayor cantidad que la establecida en la fórmula las características de las salsas pueden variar por esta falta o sobre peso que tuvo uno de los ingredientes.

El pesaje se lo realiza en un balanza electrónica, el proceso de pesaje se lo realiza con la orden de producción (diaria) del producto que se va a realizar, cada producto tiene sus ingredientes y sus pesos que son entregados por un programa ya establecido, que imprime los pesos de las materias primas que se necesitan pesar para cumplir con la cantidad requerida por el cliente. Este programa calcula los pesos que deben despachar de la bodega incluyendo el rendimiento de cada producto.

Una vez entregado esta orden de trabajo o de producción el encargado de la bodega puede entregar las materias primas al proceso de preparación de caso contrario el trabajador no puede entregar ningún ingrediente. Con la hoja de pesos entregado por el programa el obrero calcula cuantas paradas grandes o pequeñas necesita para cumplir con la cantidad pedida solo en el caso de las salsas ya que estas son las únicas que se clasifican en paradas pequeñas o grandes, en el caso de las mermeladas es una sola

parada. Cuando se habla de parada significa cuantas marmitas grandes o pequeñas van a preparar o cuantos batch se elaboraran de mermelada para cumplir con la cantidad solicitada. El operario tiene los pesos de cada materia prima según las capacidades de las marmitas y del concentrador en el caso de las mermeladas, es decir si la marmita pequeña tiene 350 Kg. el operario sabe que peso debe tener cada ingrediente para esa capacidad. Ya concluido el pesaje de todas las materias primas el material es entregado a la siguiente área.

En resumen se puede decir que los pesos de las materias primas se establecen según la capacidad de las marmitas, concentrador en el caso de mermeladas y de los rendimientos de los diferentes productos.

2.4.2 Preparación

Este procesos se lo realiza en tres áreas diferentes según el producto: preparación de mermeladas, salsas que son elaboradas en las marmitas y el área de mayonesa que es muy aparte de las demás zonas ya que éste es un producto que se daña fácilmente por lo que hay que tratarlo con mucho cuidado para evitar su desperdicio; ya que puede ser rechazada por mala textura, por incumplimiento de las características establecidas en la norma e infección de bacterias perjudiciales para los clientes. En el caso de preparación de las salsas hay tres operarios que trabajan en esta área, esto implica que cada operario tiene su propia forma de preparar la salsa pero similares entre sí. Los operarios añaden los diferentes ingredientes en un orden no estandarizado.

En la tabla se detalla un ejemplo en la preparación de salsa de tomate.

OPERARIO 1	OPERARIO 2
1) Añadir agua	1) Añadir agua
2) Vinagre	2) Inicia el calentamiento con el vapor
3) Sal y parte de la azúcar	3) Color caramelo
4) Pasta de tomate	4) Sal y parte de la azúcar
5) Color caramelo	5) Benzoato
6) Pasta de tomate	6) Pasta de tomate
7) Benzoato	7) Gomas mezcladas con el azúcar
8) Gomas mezcladas con el azúcar	8) Vinagre
9) Almidón previamente mezclado	9) Almidón previamente mezclado
10) Dejar cocinar 6 a 7 minutos	10) Dejar cocinar 5 a 6 minutos
11) Apagar el vapor	11) Apagar el vapor

Tabla 2.1 Ejemplo de orden de adición de los ingredientes según distintos operarios

En el proceso de preparación se controlan todos los parámetros físicos y químicos de la salsa como son la consistencia, el pH (nivel de acidez), Brix (cantidad de sólidos que se encuentran en la salsa). Todos estos parámetros están establecidos por la norma INEN los cuales son vigilados por control de calidad y pueden ser modificados por el operario o el preparador, a excepción del pH, el cual no puede ser modificado una vez elaborada la salsa, esto quiere decir que si el control de calidad encuentra un brix muy alto el trabajador simplemente añade agua o viceversa, si se encuentra un brix bajo se añaden espesantes, la consistencia se controla mediante el tiempo de cocción del almidón. El pH no puede ser modificado por el operario ya que este parámetro se controla con el ácido acético si se cocina mucho tiempo la salsa tiende a hacerse más básica, de lo contrario la salsa tiende a hacerse más ácida y una vez revisados los parámetros no se puede modificar el pH.

Ya preparada la salsa el preparador llama al personal de control de calidad para que revise o controle los parámetros antes mencionados. Control de calidad hace una prueba rápida de las diferentes características para ver si se encuentran dentro de los rangos permitidos, si la salsa tiene las características establecidas en la norma INEN y bajo los límites de control, la misma será liberada al proceso de envasado. Cuando el producto es mermelada se envasa primero en bidones de 50Kg, los cuales ingresan al autoclavado antes de envasar la mermelada. Después del proceso de autoclavado la mermelada es desembasada en un tanque pulmón, del cual el producto es succionado hacia la envasadora. A su vez cuando el producto es salsas, están son bombeadas directas al tanque pulmón para ser envasadas.

La planta tiene tres marmitas, de las cuales dos son pequeñas, esto quiere decir con una capacidad de 400 Kg y una con capacidad de 700Kg. También cuenta con un pasteurizador de huevos, estos son la base para la preparación de la mayonesa y todos sus subproductos. La pasterización de huevos es un proceso crítico ya que hay que controlar minuciosamente la temperatura, de caso contrario los huevos se pueden cocinar y no sirve para la elaboración de mayonesa.

2.4.3 Envasado

En algunos de los productos el envasado es manual, y la planta cuenta con una envasadora grande la cual sirve para el resto de los productos, a excepción de la mayonesa, la cual tiene su propia envasadora.

Esta única envasadora está en constante trabajo. Por ejemplo hay días que se está envasando salsa china, una vez envasado toda la salsa se lava y se desinfecta el equipo para empezar a envasar pasta, salsa de tomate o incluso mermelada. La línea pasa a un proceso de lavado y desinfección para el envasado de cada producto.

La planta cuenta con envasadoras pequeñas que sirven para las presentaciones de ají o incluso para salsa de tomate, mayonesa skuisi, entre otros. Todo lo que es sellado de frascos de cualquier presentación es realizado manualmente, las mismas personas que están efectuando el tapado de los frascos también controlan el llenado de los mismos.

Los productos tienen varias presentaciones una de ellas es la llamada "doy pack", la cual es envasada en una maquina (Volpack) totalmente automatizada, esta máquina se encarga de envasar los productos que salen al mercado en la presentación antes mencionada. La calibración de la maquina es realizada por el operario. Cuando se

necesita cambiar de producto, este equipo se lo lava, desinfecta y enjuaga para que quede totalmente esterilizado para empezar a envasar un nuevo producto.

En el área de envasado existe otra máquina pequeña para el envasado de todas las presentaciones tipo sachet (sacheteadora), este equipo al igual que la Volpack es calibrada por el operario. Tanto la máquina sacheteadora como la Volpack tienen tanques pulmón donde está el producto a envasar. El tanque pulmón es acoplado a una bomba que se encarga de transportar el producto a los dosificadores.

En este proceso también entra el personal de control de calidad los cuales toman 5 muestras cada 15 minutos para comprobar si el producto está cumpliendo con el peso neto adecuado establecido en la etiqueta y poder establecer las tendencias de pesos diarias de cada producto. En algunas presentaciones de salsa la envasadora dosifica cierta cantidad de producto, el cual no es el adecuado y se lo completa a mano con jarras. Es por esto que al producto se lo lleva al autoclave para evitar que se encuentren bacterias que puedan ocasionar problemas microbiológicos en los usuarios de los productos. El autoclavado es un proceso térmico en donde se da calor a cierto producto por un tiempo determinado según el producto que sea, de esta forma se matan a las bacterias que posiblemente estén en los frascos o incluso en el producto. En el caso de frascos transparentes se realiza un tratamiento con luz UV previamente al envasado. Los frascos pasan por una luz UV la cual mata a cualquier bacteria que se encuentren en los mismos. Cuando los productos han terminado de ser envasados se dirigen al área de etiquetado.

2.4.4 Etiquetado

Este proceso se encarga de todo lo que son las etiquetas, armado de cajas, impresión de los lotes, fechas de elaboración, caducidad y embalado en pack; el número de unidades en cada pack varía según el producto.

El trabajo de pegado de etiquetas se lo realiza de dos formas según el tipo de adhesivo que estas tengan: el primero son las etiquetas que son tipo sticker y el otro son las etiquetas de papel que se coloca con goma común. En esta zona también se colocan las cintas de seguridad de las tapas, estas cintas aseguran al cliente que el producto no ha sido abierto antes de haber sido adquirido por él, esto ayuda a la confianza y satisfacción de los usuarios ya que éste tipo de cinta confirma que el producto está en buenas condiciones y puede ser adquirido y consumido con tranquilidad.

En este proceso el producto está listo para su despacho a los distintos distribuidores, una vez que los productos están etiquetados y embalados son transportados a la bodega de producto terminado.

2.4.5 Despacho

Como su nombre lo indica este proceso se encarga de despachar los productos a los distintos distribuidores. Este proceso se realiza en la bodega de producto terminado, en esta área se encuentran todos los productos listos para su distribución en todo el país. Pero no solo son almacenados los productos terminados si no que por falta de espacio en el área de etiquetado existen productos por etiquetar en esta bodega, también existen productos retenidos por control de calidad e incluso producto devuelto de los centros de distribución. Los productos terminados son almacenados en estanterías grandes de aprox. 8mts. de altura. Dentro de esta área los productos son transportados en un montacargas eléctrico el cual permite colocar los palets tanto en la parte inferior como en la parte superior de las estanterías. Según los pedidos que haga el jefe de bodega da la orden para el despacho de los productos. Como se mencionó anteriormente esta bodega tiene un stock de 15 hasta 20 días como máximo. Los productos al ser despachados deben tener un 40 % menos de vida útil, es decir que los productos llegan a los centros de distribución con un 60% de vida útil lo que asegura un tiempo prudente para que logren vender y llegue a los usuarios con características óptimas para el consumo.

CAPÍTULO 3

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA

El objetivo del proyecto es aplicar la metodología Seis Sigma en una industria alimenticia, para reducir la variación en el proceso de preparación de conservas.

El objetivo de este capítulo es describir los pasos que se debe seguir para la aplicación de un proyecto Seis Sigma, basado en la metodología DMAIC: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

3.1 Definición del proyecto

En esta fase se determina en que proceso hay oportunidades de mejora y como definir estas oportunidades, estas mejoras son planteadas buscando la satisfacción del cliente, en el caso de esta industria no se tienen parámetros definidos por el cliente externo ya que para salsas el cliente lo único que le importa es la densidad, por lo que se definió las características de la calidad según el cliente interno, éste cliente retiene o suelta un producto si cumple estas características físico químicas.

3.1.1 Definición del foco de mejora

Para poder verificar si pesaje, preparación, envasado, etiquetado o despacho es el proceso más crítico, se realizó una matriz de priorización para establecer que proceso es el que más influencia tiene en el cumplimiento de las normas INEN ya que la planta elabora productos a granel, esto quiere decir que no se produce productos en pocas cantidades. Al no tener límites de especificación por parte de los clientes el único parámetro a cumplir es los establecidos por el INEN, es por esto que se realizó la matriz para identificar en cuál de todos los procesos interviene el control de estos parámetros, y en donde se tendrá un mayor impacto al realizar un proyecto Seis Sigma.

Los criterios de selección definidos fueron:

- a) Densidad adecuada
- b) pH adecuado
- c) Brix apropiado

d) Color característico

Todos éstos criterios fueron comparados entre si y calificados según su importancia, los valores de importancia se considera comprobando la entrada horizontal vs la entrada vertical. En la celda de comparación se coloca una valoración de la importancia según la escala detallada a continuación:

- Mucho más importante = 9
- Más importante = 7
- Igualmente importante = 5
- Menos Importante = 3
- Mucho menos importante = 1

	A	B	C	D	SUMA	PORCENT.
Densidad adecuada		5	5	9	19	31,7%
pH adecuado	5		5	9	19	31,7%
Brix apropiado	5	5		9	19	31,7%
Color característico	1	1	1		3	5,0%
					60	100,0%

Tabla 3.1 Matriz de priorización criterios

Después de analizar los criterios se estableció las alternativas, las cuales deben cumplir con el criterio, para lo cual se debe analizar cada alternativa con cada criterio. Los mismos que se detallan a continuación:

- a) Técnica adecuada de preparación.
- b) Almacenar adecuadamente los productos.
- c) Pesar correctamente las materias primas.
- d) Envasar adecuadamente el producto.

Para calificar a las alternativas si cumple o no con el criterio se usó la siguiente escala:

- Cumple mucho más = 9
- Cumple más = 7

- Cumple igualmente = 5
- Cumple menos = 3
- Cumple mucho menos = 1

Densidad adecuada		1	2	3	4	Suma	Porcen
1	Técnica adecuada de preparación		9	5	7	21	35,00%
2	Almacenar adecuadamente los productos	1		3	5	9	15,00%
3	Pesar correctamente	5	7		7	19	31,70%
4	Envasar adecuadamente el producto	3	5	3		11	18,30%
						60	100,00%

Tabla 3.2 Matriz de priorización para el criterio densidad adecuada

pH adecuado		1	2	3	4	SUMA	PORCENT.
1	Técnica adecuada de preparación		9	7	7	23	38,30%
2	Almacenar adecuadamente los productos	1		3	3	7	11,70%
3	Pesar correctamente	3	7		9	19	31,20%
4	Envasar adecuadamente el producto	3	7	1		11	18,30%
						60	100,00%

Tabla 3.3 Matriz de priorización para el criterio pH adecuado

Brix apropiado		1	2	3	4	SUMA	PORCENT.
1	Técnica adecuada de preparación		9	7	7	23	38,30%
2	Almacenar adecuadamente los productos	1		3	3	7	11,70%
3	Pesar correctamente	3	7		9	19	31,70%
4	Envasar adecuadamente el producto	3	7	1		11	18,30%
						60	100,00%

Tabla 3.4 Matriz de priorización para el criterio Brix adecuado

Color característico		1	2	3	4	SUMA	PORCENT.
1	Técnica adecuada de preparación		9	5	5	19	31,70%
2	Almacenar adecuadamente los productos	1		3	5	9	15,00%
3	Pesar correctamente	5	7		7	19	31,70%
4	Envasar adecuadamente el producto	5	5	3		13	21,70%
						60	100,00%

Tabla 3.5 Matriz de priorización para el criterio Color característico

Después de analizar cada una de las alternativas se elaboró la matriz resumen la que da una síntesis del cumplimiento de cada alternativa con cada criterio.

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4		
Importancia	31,70%	31,70%	31,70%	5,00%	Porct.	Orden
Técnica adecuada de preparación	35,00%	38,33%	38,33%	31,66%	37,0%	1
Almacenar adecuadamente los productos	15,00%	11,66%	11,66%	15,00%	12,9%	4
Pesar correctamente	31,66%	31,17%	31,66%	31,66%	31,5%	2
Envasar adecuadamente el producto	18,33%	18,33%	18,33%	21,66%	18,5%	3
					100,0%	

Tabla 3.6 Matriz síntesis para la determinación del proceso crítico

Considerando los resultados de la tabla resumen se puede determinar que las alternativas 1 y 3 son las que más cumplen con los criterios que se tienen que cumplir en la planta y así evitar el reproceso. Las alternativas son: técnica adecuada de preparación y pesar correctamente las materias primas.

Las dos primeras alternativas son posibles de que se cumplan en el proceso de preparación y en pesaje de las materias primas es por esta razón que las oportunidades de mejora se podrán dar en estos dos procesos, tanto en preparación como en bodega de materia prima

3.1.2 Identificación de las características críticas

En este paso de la metodología se busca establecer cuáles son las características que los clientes buscan encontrar en el producto. Este tipo de características se las conoce como críticas para la satisfacción CTS (critical to satisfaction).

Por política la de empresa no es posible tener información detallada del cliente sobre estas características.

Debido a que la empresa produce salsas y aderezos el equipo de investigación del proyecto estableció los principales CTS son: densidad, sabor, precio y presentación, los cuales están bien definidos por el departamento de mercadeo, por lo que no hay como intervenir en ese aspecto. Estas características son conocidas como organolépticas las cuales son receptadas por los sentidos de las personas; por estas razones no fue posible tener acceso a este tipo de información debido a las políticas de confidencialidad que se manejan dentro de la empresa; esto quiere decir que el cliente analiza las características

intrínsecas del producto mas no las relevantes para la liberación del mismo, en lo que se refiere al pH y Brix el cliente no es capaz de captar estos parámetros ya que se necesita ser un perfecto catador para darse cuenta de la variación de éstos parámetros, pero, son importantes para la empresa ya que gracias a éstos se determinan variables físico-químicas que deben estar por exigencia dentro de todos los productos que se fabrican dentro de la planta, es por esto que no se pudo realizar un estudio preciso sobre las CTS ya que los requerimientos del cliente se manejan de forma restringida y los parámetros que cumple la planta son los parámetros alimenticios que propone el INEN en cada una de las normas de cumplimiento para la liberación de producto elaborado a granel.

Por lo anteriormente expuesto se decidió realizar un diagrama de árbol de las CTS básica, de las características que le importa al cliente.

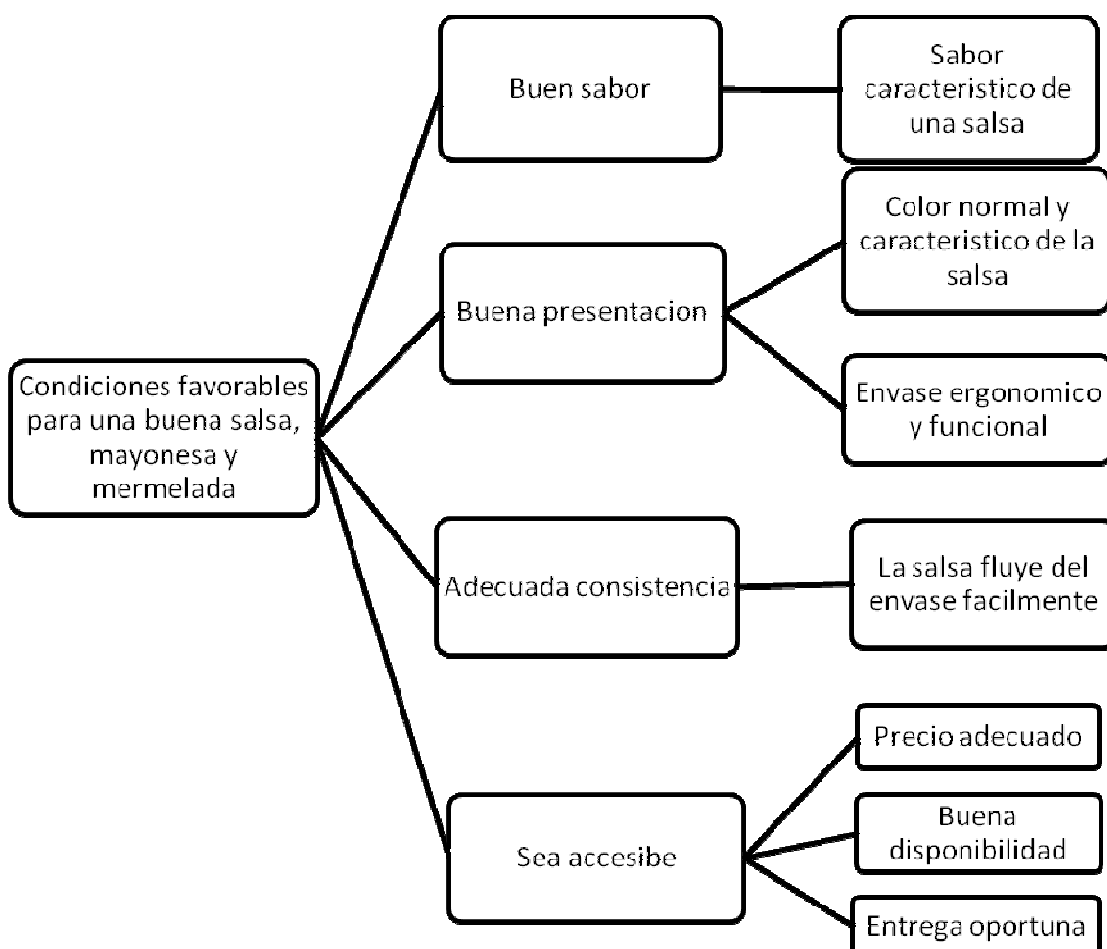


Figura 3.1 Características críticas de satisfacción

Analizada la matriz CTS hay que calificar las características de satisfacción obtenidas considerando el índice de importancia del cliente (IC) y el grado de no conformidad (NC). El producto de estos dos índices es el índice de prioridad. La escala se utilizó para ser el análisis de prioridad es la siguiente.

- *Índice de importancia del cliente.*
- *Grado de no conformidad*

Mucho más importante = 9

Muy alto = 9

Más importante = 7

Alto = 7

Igualmente importante = 5

Medio = 5

Menos Importante = 3

Bajo = 3

Mucho menos importante = 1

Muy bajo = 1

Atributos	IC	NC	Prioridad
Sabor característico de una salsa	9	7	63
Color normal y característico	7	7	49
Envase ergonómico y funcional	3	5	15
La salsa fluye del frasco fácilmente	9	9	81
Precio adecuado	5	5	25
Buena disponibilidad	5	5	25
Entrega oportuna	5	5	25

Tabla 3.7 Matriz de características CTS

Después de hacer este análisis se puede determinar que para el cliente lo más importante es la forma en la que la salsa fluya o salga del frasco seguido por el sabor y terminando en el color característico de la salsa.

El sabor está determinado por la materia prima, la misma que se ha mantenido durante todos estos años; el sabor también podría verse afectado por las cantidades de azúcar o sal que se añadan al producto, por lo que no existe variación de sabor en estos productos a menos que exista un error grande en el pesaje de materias primas.

El color al igual que el sabor está determinado por la materia prima no depende de los procesos de la fábrica ya que si una materia prima no tiene el color necesario por cuestiones ajenas y desconocidas; se devuelve el mismo al proveedor de esta materia prima.

La densidad si es una característica que está ligada directamente al proceso ya que depende del tiempo de cocción de la salsa. La densidad como se dijo anteriormente es uno de los parámetros de control dentro de la planta.

El parámetro de pH sirve para control el crecimiento de microorganismos perjudiciales para el consumo humano por lo que a pesar de que el cliente no capta esta característica es importante para su consumo por ende es un parámetro critico para la satisfacción del cliente.

Como se puede ver en la tabla 3.6 las alternativas 1 y 3 son las que tienen mayor incidencia en el control de los parámetros establecidos por el INEN, estos parámetros son las únicas especificaciones de clientes que se tiene.

- ✓ Alternativa 1: Tener una técnica adecuada de preparación de los alimentos.

Como se expuso anteriormente hay que cumplir las normas INEN que dan parámetros de las características que tienen las distintas salsas. En el único proceso en donde hay como controlar estas características es en el proceso de preparación, es aquí en donde se toman muestras de las salsas para verificar su estado para comprobarlos con los límites de control establecidos por el departamento de control de calidad. Los cuales se ven obligados a retener producto que no cumplen con la norma.

- ✓ Alternativa 3: Pesar adecuadamente las cantidades de las materias primas.

Esta alternativa se refiere a que todos los ingredientes, de una salsa deben estar perfectamente pesados. Esto se debe a que la preparación de alimentos se la puede comparar con una receta de comida que si no se la sigue al pie de letra el producto final no va hacer el deseado. Por estas razones se deben agregar los pesos exactos de ingredientes que se detallan en la formulación de cada producto.

3.1.3 Definición de parámetros de desempeño

Los parámetros de desempeño para esta industria se dividen en dos grupos las micro y macro variables, se han clasificado de esta manera por su relación directa que tiene una de la otra, esto quiere decir que algunas de las micro parámetros dependen macro variables.

3.1.3.1 Micro parámetros

- **Consistencia:** Es la capacidad que tiene el producto (material viscoso) de fluir libremente bajo su propio peso en una superficie plana en un período de tiempo dado.
- **Brix:** (Sólidos solubles) significa el porcentaje en masa de sólidos solubles, determinado por el método refractométrico corregido a 20^o C. utilizando las escalas internacionales de sacarosa, pero sin introducir ninguna corrección para sólidos insolubles o ácidos.
- **pH:** es el grado de acidez que tiene una sustancia. El valor de pH se puede definir como el logaritmo común del número de litros de solución que contiene el equivalente de 1Gr de ión hidrógeno. Durante el almacenamiento y el deterioro de los alimentos, ocurren cambios por acción enzimática y desarrollo de bacterias. Estos cambios dependen de manera importante de la concentración de ion hidrógeno.

La estabilidad de las proteínas también depende de la actividad del ion hidrógeno; de aquí la medición del pH sea importante para conocer la eficacia de los conservadores y vigilar las operaciones de fabricación del alimento.

Como se explicó anteriormente estos tres parámetros son exigidos por el INEN, esto quiere decir que hay que cumplir estas características para tener un producto adecuado y bajo las normativas ecuatorianas. Estas normativas son muy generales y no dan características específicas.

El departamento de control de calidad ha establecido niveles de especificación de estos parámetros regido en las normas INEN (Ver ANEXO 1, 2, 3). Debido que el departamento de calidad determina los límites de especificación, hay que elaborar productos con dichos límites. Estas especificaciones fueron determinadas para tener un producto de alta calidad, bajo normas y sobre todo que a largo plazo mantenga las características debidas

para el consumo humano, en cuestiones microbiológicas y para que no se separen las fases de cada salsa, aderezo o mermelada.

Las especificaciones con las que se manejaba la planta son las siguientes:

Artículo	Bx	pH	Consistencia
Aceituna hueso de 250,2500 g.		3.4 - 3.6	
Aceituna rellena de 250,2500 g.		3.1-3.7	
Aceituna rubina negra de 470 g.		3.0 - 3.4	
Aceituna rubina rellena de 470 g.		3.1- 3.5	
Aceituna rubino con hueso de 470 g.		3.4 - 3.7	
Aceituna rubino sin hueso de 470 g.		3.4 - 3.7	
Aceitunas sin hueso de 2500 g.		3.1-3.7	
Aceitunas Negras de 2500 g.		2.8-3.0	
Aji con ajo 170g.	14.0 - 14.8	3.4 - 3.8	10.3 - 13.0
Ají Criollo 170 g	10.0 - 13.5	3.2 - 3.9	9.5 - 14.5
Aji habanero 170g.	12.0 - 15.0	3.0 - 3.6	10.3 - 15.5
Ají indio bravo plast. 100g.	12.0 - 15.0	3.4 - 3.9	10.0-14.0
Ají Tabasco 170g	10.0 - 13.0	3.6 - 3.9	10.0 - 14.0
Aliños 250g		3.8 - 4.0	5.0 - 6.0
Barbacoa 500g, 380g	33.0-35.0	4.0-4.4	5.0-8.0
Cheese spread 310 g		4.2-4.5	1.0-6.0
huevos pasterizados		3.8-4.2	
Mayonesa 3700 g		4.0 - 4.2	0.0-2.0
Mayonesa 10,40,100,250,500,1000,220		4.0 - 4.2	0.0-2.0
Mayonesa Light 300g		4.0 - 4.2	0.0-2.0
Mer. Light Frutilla 320g.	29.0-32.0	3.5-3.9	0.1-7.0
Mer. Light Frutimora 320g.	29.0-32.0	3.0-3.9	3.7-6.6
Mer. Light Guayaba 320g.	29.0-31.0	3.1-3.5	0.5-3.5
Mermelada de Frutilla 300,600, 5000g	63.0-65.0	3.5-4.0	4.0-8.0
Mermelada de Frutimora 300,600,5000 g	64.0-65.0	3.0-3.6	0.0-5.0
Mermelada de Guayaba 300, 600 g	62.0-63.0	3.6-3.9	0.1-2.0
Mermelada de Mora 300,600,5000g	64.0-66.0	3.1-3.4	1.0-4.0
Mermelada de Piña de 300,600,5000 g	64.0-65.0	3.4-4.0	1.3-7.0
Mostaza 240, 350,4000 g		3.2-3.7	0.5-4.0
Mostaza 4000g.		2.7-3.3	0.5-3.0

Mostaza miel 310 g		3.2-3.6	2.0-5.0
Pasta de tomate 4000 g, 250 g	18.0-20.0	4.2-4.5	1.5-4.0
salsa cesar		3.68-3.83	7.20-9.5
salsa china 4200g, 170g	39.0-42.0	4.3-4.9	17.0-20.0
Salsa de Tomate 10,40,100,250,395,650g	29.0-30.0	3.6-3.9	5.0-8.0
Salsa de tomate Kg.	24.0-26.0	3.5-3.9	3.0-9.0
salsa de tomate light	23.0-25.0	3.4-3.7	5.0-7.0
salsa de tomate para golf	25.0-28.0	3.4-3.8	5.0-6.0
Salsa de tomate 4200gr	24.0-26.0	3.2-3.8	3.0-6.0
Salsa Golf 340 g		3.6-3.8	5.0-8.0
Salsa Golf 8 gr		3.8-4.0	5.0-8.0
Salsa Inglesa 4200g, 170g	16.0-18.0	3.4-3.7	
Salsa pizza 490g	16.0-18.0	4.0-4.4	0.0-4.0
Salsa ranch		3.52-3.98	0.7-2.8
Salsa spaguet. Clasica 480g	17.0-19.0	4.0-4.4	2.0-6.0
Salsa spaguet. napolitana 480g	14.0-16.0	4.0-4.2	2.0-5.0
Salsa spagueti 500g	16.0-19.0	4.1-4.4	2.0-5.0
Vinagre Blanco 500 g		2.4-2.7	
Vinagre Blanco 4000 g		2.6-2.8	
Vinagre Kilo		2.6-2.8	

Tabla 3.8 Tabla de especificación de productos

3.1.3.2 Macro Parámetros

Como se definió anteriormente los parámetros micro dependen del control de las variables macro las cuales son:

- Tiempo de cocción.
- La temperatura cocción.
- Orden de adición de las materias primas.

Si se controla estos dos primeros macro parámetros se controla directamente los parámetros micro en el caso de las salsas o en los aderezos que en su preparación intervenga temperatura, en el caso de mayonesas no porque no interviene calor. El orden de adición de las materias primas también es muy importante para tener un proceso estándar y un producto similar en cada lote. Por ejemplo la consistencia depende de la temperatura de cocción y tiempo de la misma del almidón si este se cocina a una mayor

temperatura por un tiempo mayor el almidón se destruye y la consistencia se reduce. En cuestión del pH depende del tiempo y temperatura de cocción del ácido acético.

Por estas razones se identificó estos dos tipos de parámetros para un mejor estudio y analizar todas estas variables. Las variables macro son parámetros de control del proceso para estandarizar el mismo.

3.1.4 Diagrama SIPOC - NIVEL MACRO

El diagrama SIPOC ayuda a observar de forma sintética cuáles son las entradas, proveedores, actividades, salidas y los clientes que involucran al proceso de preparación de salsa y aderezos.

Para la producción de los distintos productos de la empresa se tiene el diagrama SIPOC macro siguiente:

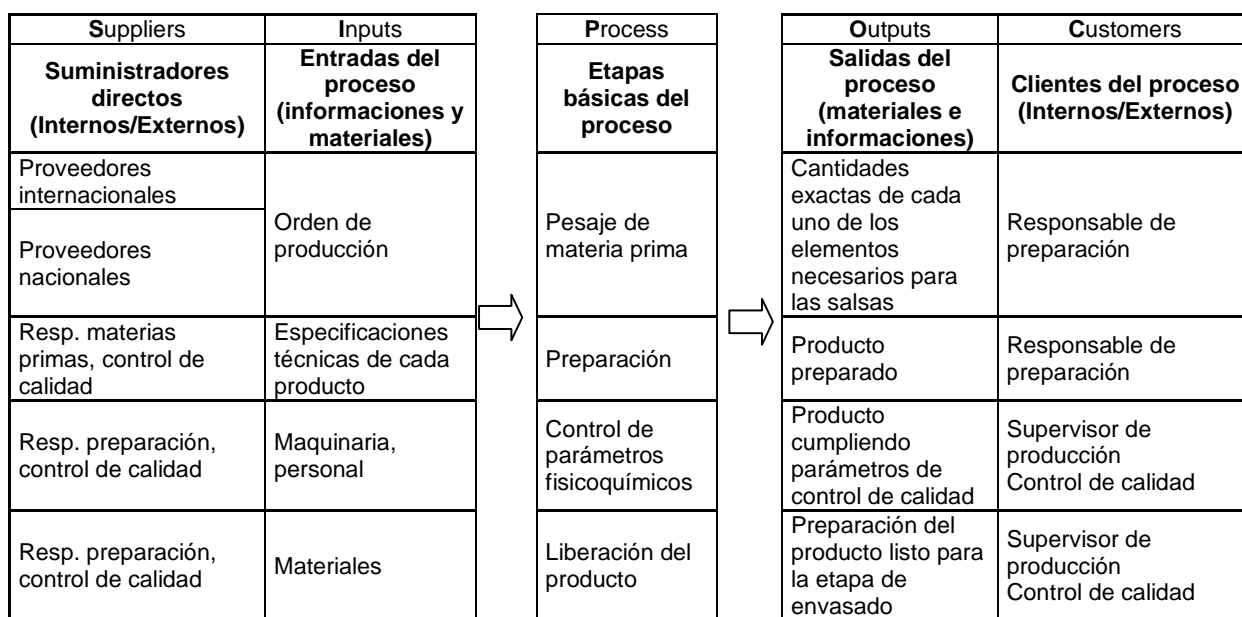


Figura 3.2 Diagrama SIPOC nivel macro de la producción en general

Con todo lo anteriormente expuesto en la fase definición se prosigue a formalizar el proyecto.

3.1.5 Formalización del proyecto

En esta etapa del proyecto se debe formalizar las atribuciones del equipo de proyecto por parte de la empresa. En este informe debe estar lo que se espera del equipo, las metas,

los objetivos. Este informe se lo conoce como Charter del proyecto en donde se resume los objetivos, los miembros del equipo, el alcance, beneficios y cronograma para el presente proyecto, como se lo detalla a continuación:

Champion	Ing. Victor Pumisacho	Green Belt	Francisco Vacas, Juan Loayza
Numero		Ubicación Planta	-----
Producto	Conservas	Ventas anuales	-----

Elemento	Descripción	Plan de equipo													
1. Proceso	Proceso en el cual existe oportunidades de mejora	Proceso de preparación de conservas													
2. Descripción del proyecto	Propósitos del proyecto y sus alcances	Con este proyecto se busca estandarizar el procesos de preparación de conservas entre operarios													
3. Declaración del problema	Salidas significativas que el equipo busca mejorar	Los parámetros fisicoquímicos varían mucho entre operarios y sus turnos de trabajo. La cantidad de productos retenidos para reproceso o dados de baja mensualmente													
4. Objetivo	¿Qué mejoramiento será buscado y cuál será el impacto en?: Variación de los parámetros Salsas homogéneas entre operarios con similares características	Reducir los Kg de producto retenido por no conformidad de parámetros fisicoquímicos <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Línea</th> <th>Kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mayonesa</td> <td>3290,1</td> </tr> <tr> <td>S Tomate</td> <td>4875</td> </tr> <tr> <td>Mermeladas</td> <td>866,1</td> </tr> <tr> <td>Varias</td> <td>478,35</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>9509,55</td> </tr> </tbody> </table>		Línea	Kg	Mayonesa	3290,1	S Tomate	4875	Mermeladas	866,1	Varias	478,35	TOTAL	9509,55
Línea	Kg														
Mayonesa	3290,1														
S Tomate	4875														
Mermeladas	866,1														
Varias	478,35														
TOTAL	9509,55														
5. Impacto en las utilidades	¿Cual el mejora en el desempeño comercial?	Reducción de costos por productos no conformes (reproceso, derogado o rechazado.)	ANUAL <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>TOTAL</td> <td>\$11200</td> </tr> </table>	TOTAL	\$11200										
TOTAL	\$11200														
6. Miembros del equipo	Nombres y función de los integrantes	Jefe de procesos Jefe Control de Calidad Jefe de Laboratorio Investigador 1 y 2 Green Belt													
7. Alcance del proyecto	¿Qué partes del proceso serán investigadas?	El análisis se realizara desde el pesaje de materia prima hasta el proceso de envasado													
8. Beneficios para el cliente	¿Cuáles son los distribuidores y los consumidores finales?	Supermercados Cantidad y plazos cumplidos Mayor calidad en los productos Usuarios Finales Uniformidad en los productos													
9. Cronograma	Inicio del proyecto	15 de septiembre del 2008													
	Finalización Definir	20 diciembre del 2008													
	Finalización Medición	15 enero del 2009													
	Finalización Análisis	30 enero del 2009													
	Finalización Mejora	20 febrero del 2009													

	Finalización Control	20 de marzo del 2009	
10.Apoyo	Lo necesario para el desarrollo del proyecto	Útiles de oficina	\$100
		Tinta impresora	\$120
		Libros	\$80
		Varios	\$150
		Total	\$450

Figura 3.3 Charter del proyecto Seis Sigma en el proceso de preparación de conservas

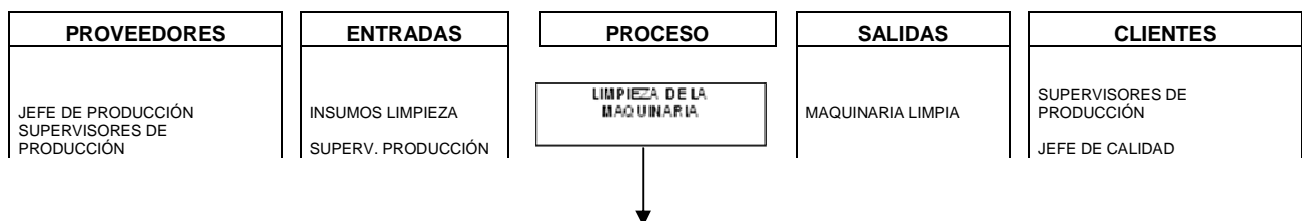
3.2 Medición del Proceso

En éste paso de un proyecto Seis Sigma se busca detallar el proceso para identificar las salidas críticas del mismo, también se define el sistema de medición y se toma datos reales para determinar el comportamiento actual del proceso.

3.2.1 Diagrama SIPOC- NIVEL DETALLADO

Para poder realizar un diagrama SIPOC detallado se debe seguir ciertos pasos de manera meticulosa para tener un mejor resultado y una visión más clara de los procesos. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Identificar el proceso.
- Identificar las actividades secuenciales del proceso.
- Enlistar las variables de salida críticas del proceso.
- Enlistar las variables de entrada del proceso.
- Identificar los proveedores de entradas y los clientes de las salidas.



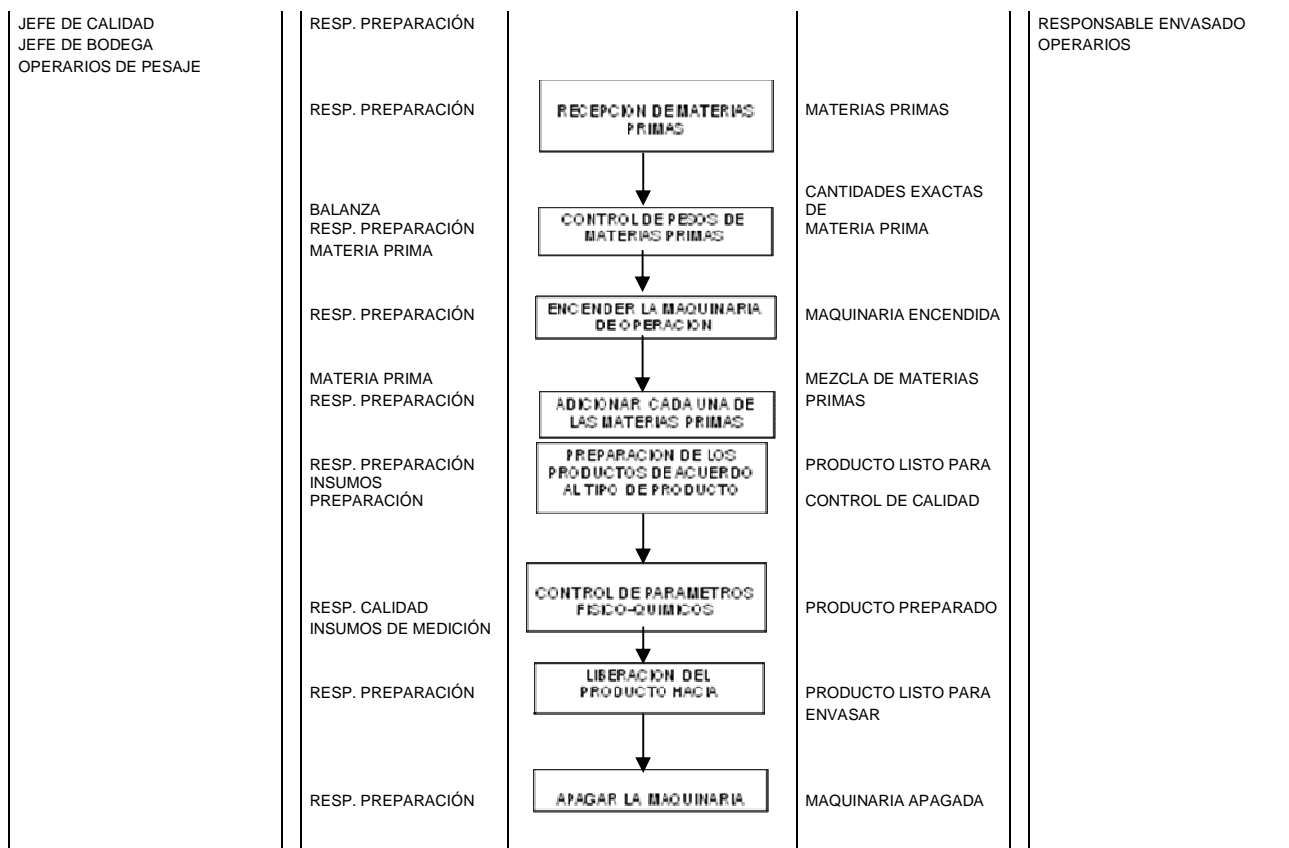


Figura 3.4 Diagrama SIPOC macro del proceso de preparación

Según los parámetros establecidos en la fase define se estableció que las mediciones se harán en estos parámetros fisicoquímicos de las salsas como son pH, brix, consistencia y en el pesaje de las materias primas para cada parada. Como se puede ver en el diagrama SIPOC, el control de estos parámetros se realizará en el pesaje de materias primas y lo que se refiere a los parámetros físico-químicos se lo controlará en el proceso de preparación.

3.2.2 Sistema de medición del proceso productivo

En la planta se cuenta con instrumentos de medición básicos para medir lo que son los parámetros críticos de los procesos. Como se vio anteriormente los parámetros críticos que son medidos y se presenta amplia variación son: pH, brix y consistencia. Para cada uno de estos existe un equipo diferente. Lo que se refiere a los macro parámetros no se tiene un sistema de medición por lo que la empresa se maneja midiendo solo los micro parámetros. A continuación se detalla el método para medir estos parámetros de control:

- **pH:** Esta medición se puede aplicar a muestras líquidas o semisólidas homogéneas que pueden ser materias primas, semielaborados, o producto terminado. Los medidores determinan la diferencia de potencial entre un electrodo de vidrio y un electrodo estándar de calomel, que forman parte de un electrodo de combinación y se calibran con soluciones amortiguadoras preparadas o comerciales de pH preciso y conocido. Esta medición se realiza con un instrumento llamado pH- metro detallado en la figura 3.5 el cual tiene dos partes el electrodo y el display donde aparece la medida. Para poder utilizar el instrumento hay que sacar el capuchón protector del electrodo lavarlo y secarlo, luego hay que introducir el mismo dentro de la muestra de tal forma que la membrana de vidrio se cubra, esperar que el equipo emita la señal cuando la medición haya finalizado. Las características del equipo son: rango 0.00-14.00; precisión (repetibilidad) 0.01; error máximo permisible (tolerancia 0.01).

La calibración de este equipo se lo realiza colocando el instrumento en modo de prueba, una vez establecido esta opción del equipo se procede hacer el análisis de las dos sustancias conocidas como amortiguadores que tienen el pH determinado y establecido. A estas sustancias también se le conocen como buffer las cuales son adquiridas a un proveedor de productos químicos, las cuales tienen un pH definido de 4 y la otra tiene un pH de 7 como muestra la figura 3.6. El equipo al estar en modo de prueba el mismo dice cuando poner la sustancia, por lo general la primera sustancia que solicita es el buffer de 4 una vez calibrado con este líquido el instrumento solicita colocar el buffer de 7, una vez estandarizado el equipo con estas dos buffer, el instrumento indica que está listo para usar. Una vez calibrado se coloca en modo para medir y se mide como anteriormente se explicó.



Figura 3.5 pH-metro. Instrumento para determinar pH



Figura 3.6 Sustancias Buffer

El instrumento indicado en la figura 3.5 es utilizado en los productos como mermeladas y mayonesas, para lo que es salsas se utiliza las tiras para medir pH. El pH es determinado por los colores que toma la tira al ser introducida a la sustancia como indican en la figura 3.7. Los colores tomados por la tira son comparados con los colores ya determinados en el frasco lo cual ya tienen establecidos los valores de pH. Esta técnica depende mucho del operario para poder comprara los colores y ver cuáles son los colores más parecidos para establecer el pH. Este tira en útil ya que el encargado de control de calidad en producción debe verificar solo si el operario de preparación coloco el acido acético o no, si lo ha puesto la tira da un color acido caso contrario da un color básico.



Figura 3.7 Tiras para medir pH

- **Consistencia:** es la capacidad de una sustancia para fluir bajo su propio peso. Esta característica es medida con un instrumento llamado consistómetro de Bostwich demostrado en la figura 3.8, el cual consta de un canal de acero inoxidable pulido y libre de ondulaciones, provisto de una escala graduada en centímetros y cerrado en los extremos. Uno de los extremos dispone de una cámara cerrada por una puerta la cual puede abrirse instantáneamente. El extremo más largo del instrumento es graduado en escala de 0.5 cm de paso empezando 1cm a de la puerta. Para poder medir la consistencia hay que seguir ciertos pasos como son: calibrar el consistómetro con ayuda de los tornillos niveladores; ajustar la temperatura de la muestra a $20^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$; envasar y enrasar la salsa manteniendo la puerta cerrada de la cámara; soltar súbitamente la puerta y tomar el tiempo; se deja la muestra caer por el canal por 30 segundos; luego de este tiempo se ve hasta que medida llega la salsa y esa es la lectura para dar la consistencia de la salsa. Una vez utilizado este equipo se lava con agua después de la cual hay que secarlo perfectamente sin dejar ninguna gota dentro del canal ni la cámara para colocar al muestra. Este equipo se utiliza para todos los productos sirve tanto para mermeladas, mayonesas y salsas.

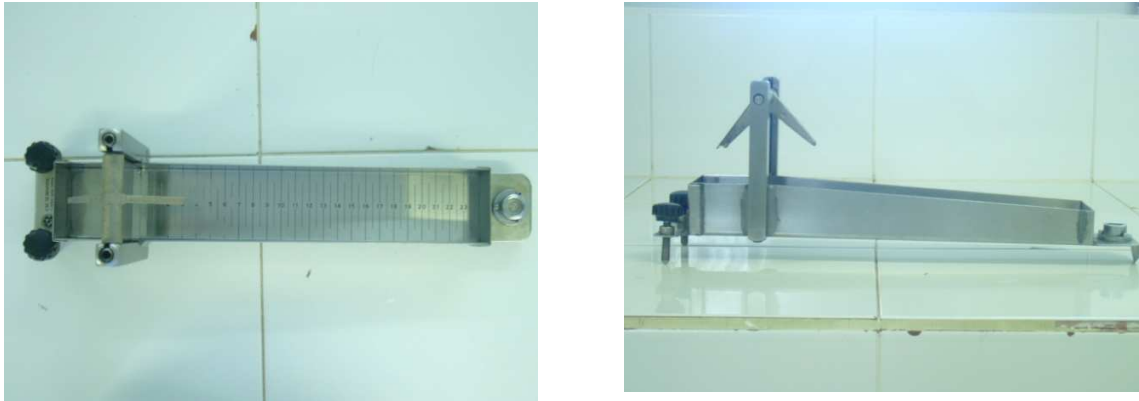


Figura 3.8 Consistómetro Bostwick

- **Brix (Sólidos solubles)** significa el porcentaje en masa de sólidos solubles, determinado por el método refractómetro corregido a 20⁰ C. utilizando las escalas internacionales de sacarosa, pero sin introducir ninguna corrección para sólidos insolubles o ácidos. Existen dos tipos de refractómetros en la planta: el ABBE y un refractómetro manual. El último de ellos se muestra en la figura 3.9 es utilizado en producción directamente por el preparador, mientras el primero detallado en la figura 3.11 se encuentra en el laboratorio y sirve para comparar la medida que dio en el refractómetro manual, por lo general este proceso de comparación se lo realiza con las mermeladas ya que necesita tener un brix más exacto que las salsas y aderezos. Para poder observar la medida del brix en el refractómetro manual se debe poner el producto a medir hasta cubrir totalmente el prisma, cerrar la tapa protectora del prisma para que el producto se esparza uniformemente sobre el mismo, mirar hacia la luz por el lente y observar la medida de la sombra que se ve en una escala graduada dentro del lente como indica la figura 3.10. Esta medida varía entre productos y como se verá también se depende del ojo del operario para ver en qué posición se encuentra la sombra.



Figura 3.9 Refractómetro manual



Figura 3.10 Escala graduada en el interior del lente del refractómetro manual

El proceso para medir con el refractómetro ABBE es parecido al del equipo manual pero con la diferencia que primero hay que observar el lente calibrador en donde hay que ajustar con el tornillo calibrador que la línea de la sombra pasa por la intersección de una X como indica en la figura 3.12. Una vez ajustado la línea de la sombra se observa el lente de la izquierda que es el de observación de la mediada en donde se encuentra una escala similar a la de la figura 3.10 pero en vez de sombra tiene una línea que indica la medida del brix. Estos dos equipos tienen un error permisible de 0.2 Bx.

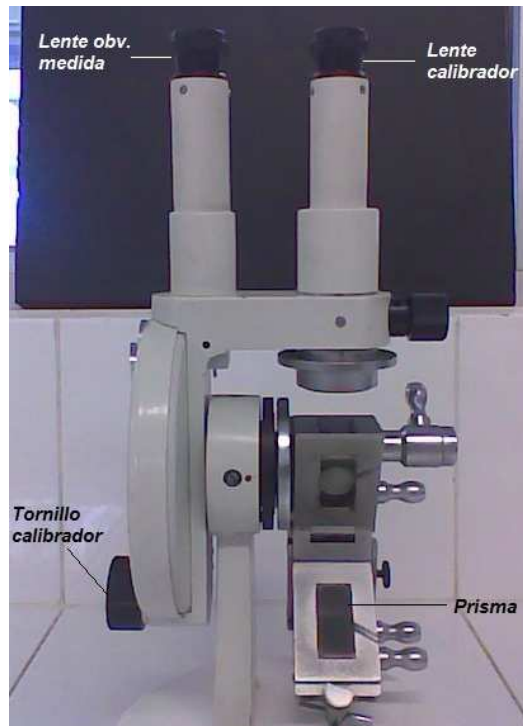


Figura 3.11 Refractómetro ABBE

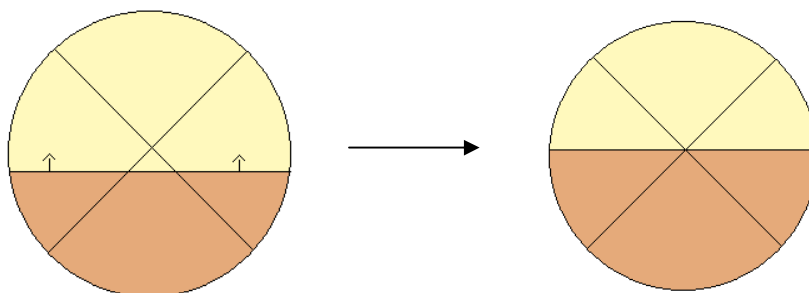


Figura 3.12. Calibración de la sombra en el lente calibrador

3.2.3 Análisis de la capacidad del proceso

En esta fase se analiza el comportamiento natural del proceso, pero este estudio se lo debe realizar cuando las causas especiales del proceso se hayan eliminado. Para tener un proceso capaz y reducir los errores en las características críticas, los valores de Cp, Cpk y Ppm deben ser mayor a 2 para llegar a ser proceso Seis Sigma.

En el proceso de preparación de salsas, mermeladas y mayonesas se realizó el estudio a las mediciones de las características críticas de control, es decir se realizó el análisis en las mediciones de pH, consistencia y brix. Como la industria tiene más de 50 productos y

no todos se los elaboran todos los días se hizo el análisis de los datos históricos de cada uno de los productos.

El procedimiento para hacer el estudio es el siguiente:

- Se tomaron datos individuales históricos que control de calidad tiene almacenado de todo el año. Fue difícil tomar datos de los productos ya que no siempre se fabrican por esta razón se tomó los históricos que son datos individuales.
- Una vez analizados los datos históricos se eliminaron los datos que se encuentran fuera los límites permitidos por el control de calidad de cada uno de los productos.
- Una vez clasificados los datos se procede hacer el análisis de todos los productos.

3.2.3.1 Capacidad del proceso de preparación de salsas

Para el análisis de capacidad de preparación de salsa se tomó los datos históricos del producto más representativo de las salsas, éste es el producto que elaboran con más frecuencia y en mayor cantidad; y al realizar el análisis de todos los productos éste se tomo como ejemplo ya que los otros son muy similares y su capacidad de proceso es parecida a la de este producto. Como se definió anteriormente se analizaron tres parámetros que son consistencia, pH y brix. A continuación se detalla cada uno de las tres características de calidad.

Para el análisis de capacidad de las variables, hay que tomar en cuenta que los límites de control se encuentran a 3 desviaciones estándar (3σ) de la media. Este valor es tomado por default en el programa Minitab, el cual fue la herramienta fundamental para los análisis estadísticos del proyecto. Este valor fue tomado tanto para el estudio previo como para los resultados una vez implementadas las mejoras.

A) Análisis de consistencia

Como se definió anteriormente se tomaron los datos históricos de consistencia que el departamento de calidad maneja (Ver ANEXO 4).

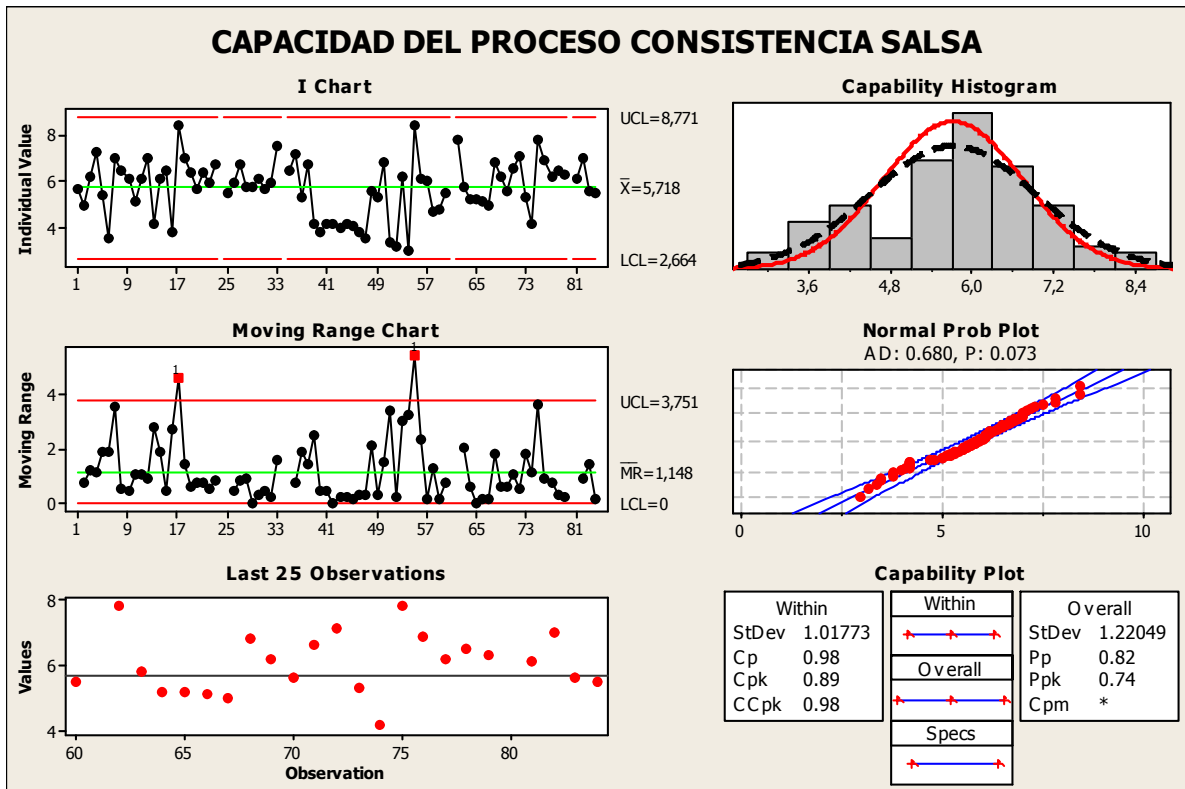


Figura 3.13. Análisis de la variable consistencia de salsas

Como se puede ver en la figura 3.14 la variable consistencia en salsas tiene distribución normal, se puede apreciar en el cuadro superior derecho, pero al analizar los límites de control naturales del proceso están muy cercanos o incluso afuera de los límites de las especificaciones que se aprecian en la figura 3.14.

Los indicadores de Seis Sigma están lejos del estándar. Cuando el Cp debe ser 2 o lo más cercano a este valor en este proceso se encuentra en 0.98 al igual que los demás indicadores muestran que existe oportunidades de mejoras, el Cpk es de 0,89 cuando debe acercarse a 1.5.

A continuación se detalla el grafico de capacidad del proceso para analizar cuantos defectos por millón se tiene en el proceso de preparación de salsa.

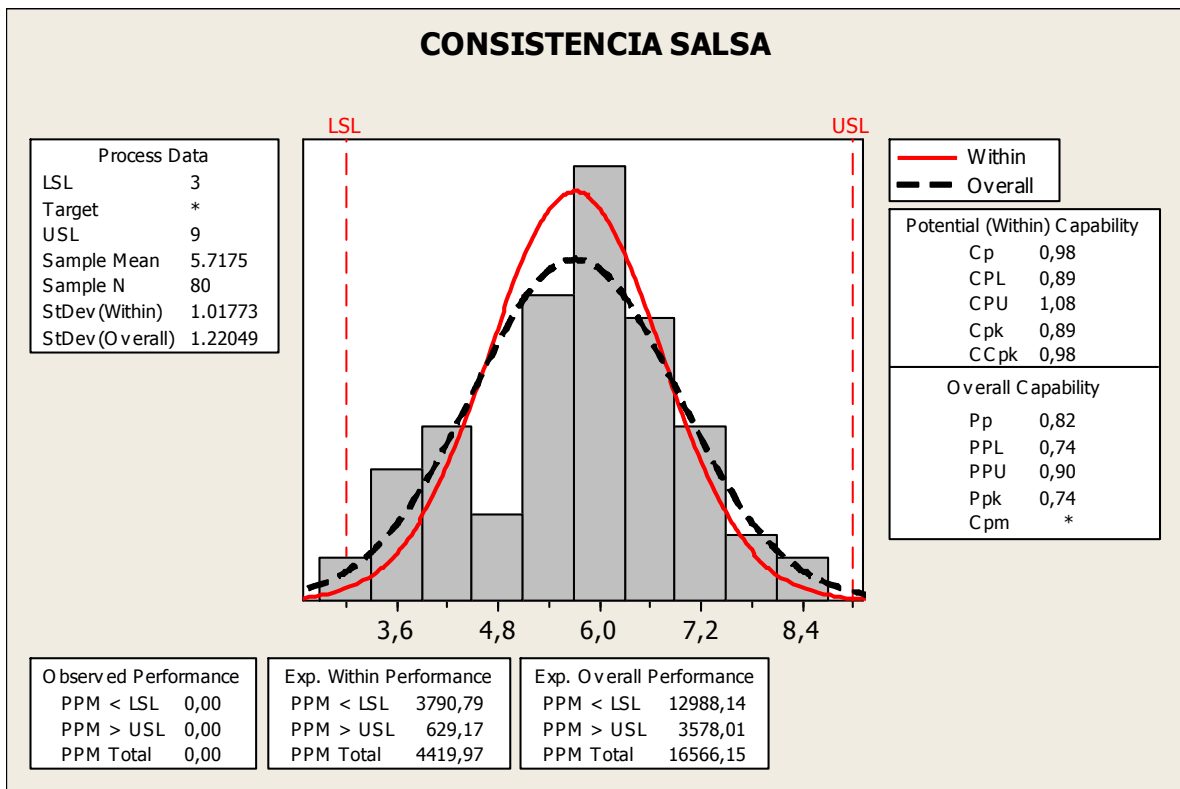


Figura 3.14 Análisis de capacidad para la variable consistencia en salsa

Según las especificaciones los límites para la consistencia de salsas es de 3 a 9 y en la figura 3.13 se ve que los límites de control están de 2,6 a 8,7; esto indica que existen datos que están fuera de control y que existe mucha variación en la consistencia. Para la variable consistencia se tiene 4419,97 defectos por cada millón producidos.

B) Análisis de brix

Una vez analizado el primer parámetro que es la consistencia se estudio el parámetro de brix, al igual que la consistencia él para el estudio del brix también se tomaron los históricos de individuales siguiendo el procedimiento para la toma de datos de cada uno de los parámetros.

A continuación se detalla el estudio realizado con los datos históricos (ver ANEXO 5) al igual que la consistencia son datos individuales.

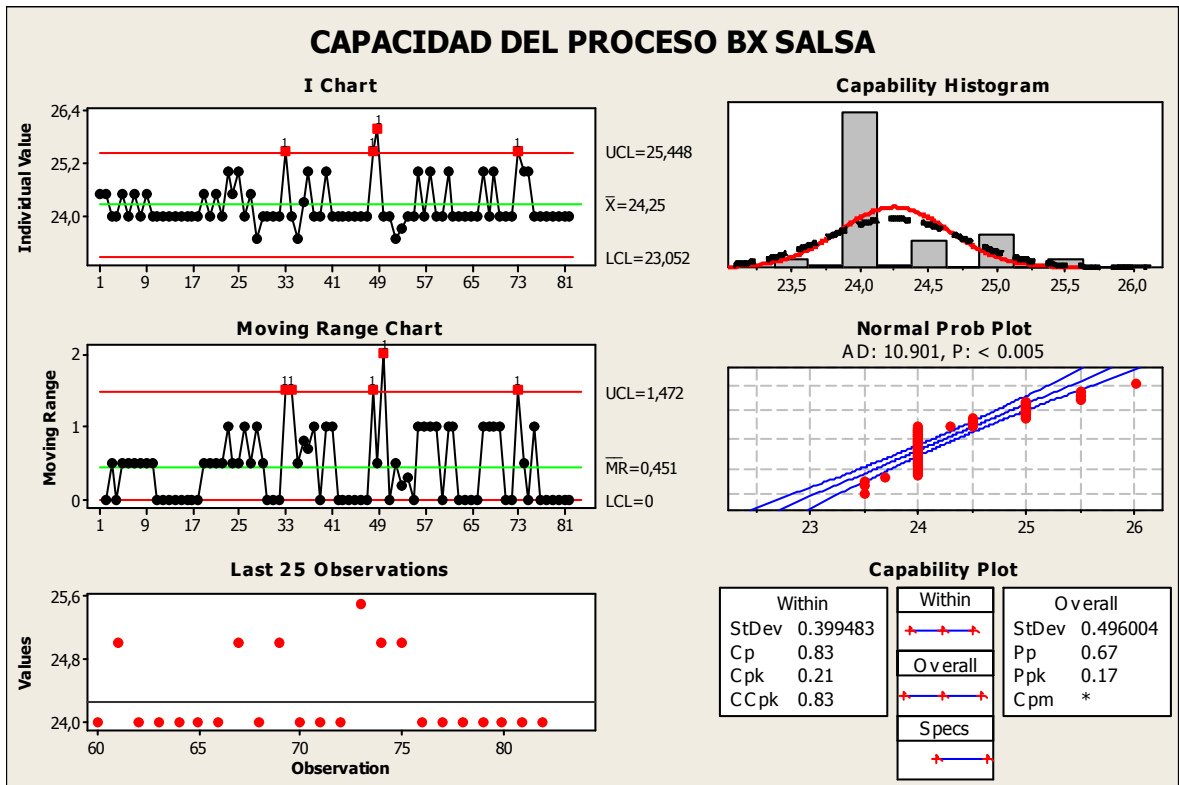


Figura 3.15 Análisis de la variable Brix de salsas

Como se puede ver en la figura 3.15 el capacidad natural de la variable brix está por debajo de los valores determinados por Seis Sigma. Como se puede ver el Cp es de 0,83 y un Cpk de 0,21; este último está demasiado bajo, cuando Seis Sigma indica que hay que tener un Cpk de 1,5 o acercarse a este valor, la variable brix está por debajo de 0,5 lo que indica que el proceso necesita una mejora urgente.

Para completar el análisis de este parámetro se realizó el histograma de los datos donde indican los ppm y los límites de especificación. En la figura 3.16 se detalla el histograma del brix de la salsa

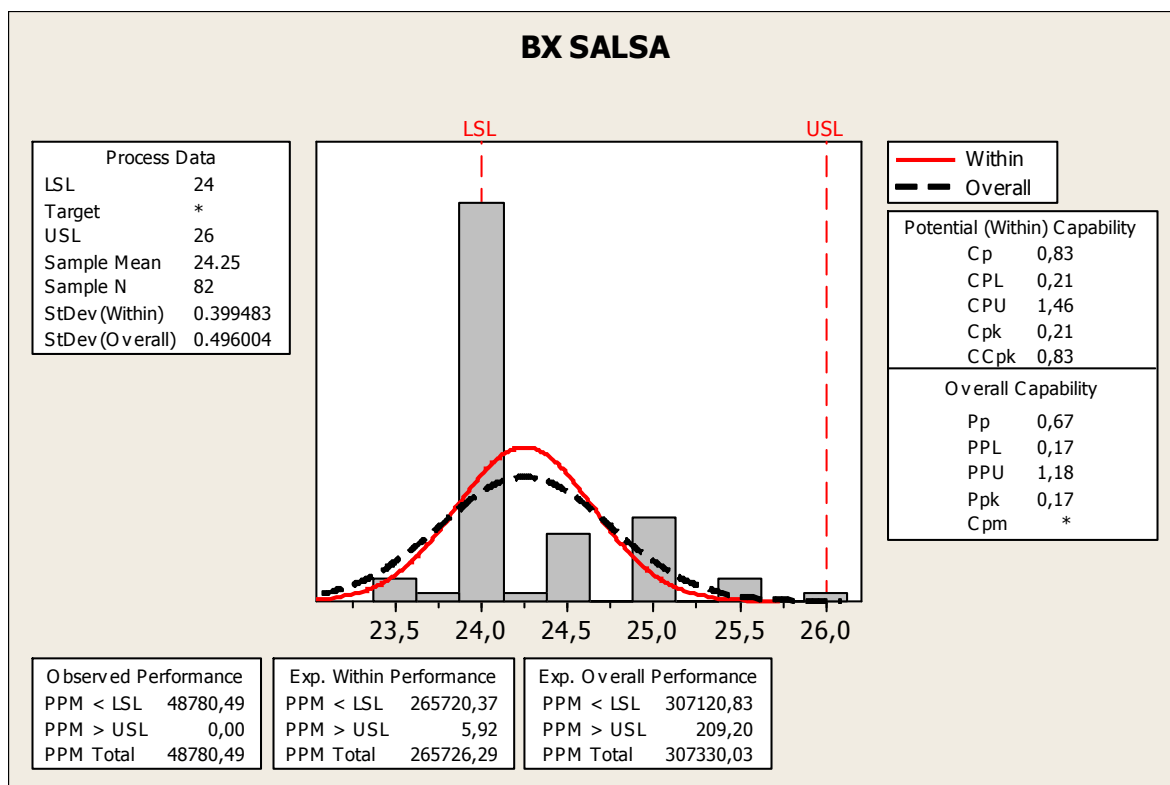


Figura 3.16 Análisis de capacidad para la variable brix en salsa

Como se puede observar en la figura 3.16 este parámetro tiene muchos errores ya que el ppm de 265726,29 productos defectuosos a corto plazo por cada millón producidos, mientras que los defectuosos a largo plazo están en 307330,03 esto quiere decir que si no se toma acciones de mejora cada vez estos defectuosos irán en aumento

C) Análisis de pH

Como se definió anteriormente se hizo el análisis de tres parámetros, el último por analizar es el pH, este parámetro como se estableció en el análisis de parámetros de desempeño, al igual ue los anteriores se analizó con el histórico (ver ANEXO 6) es importante para evitar la proliferación de bacterias que pueden ser dañinas para el consumo humano lo que está directamente sujeto a la satisfacción del cliente.

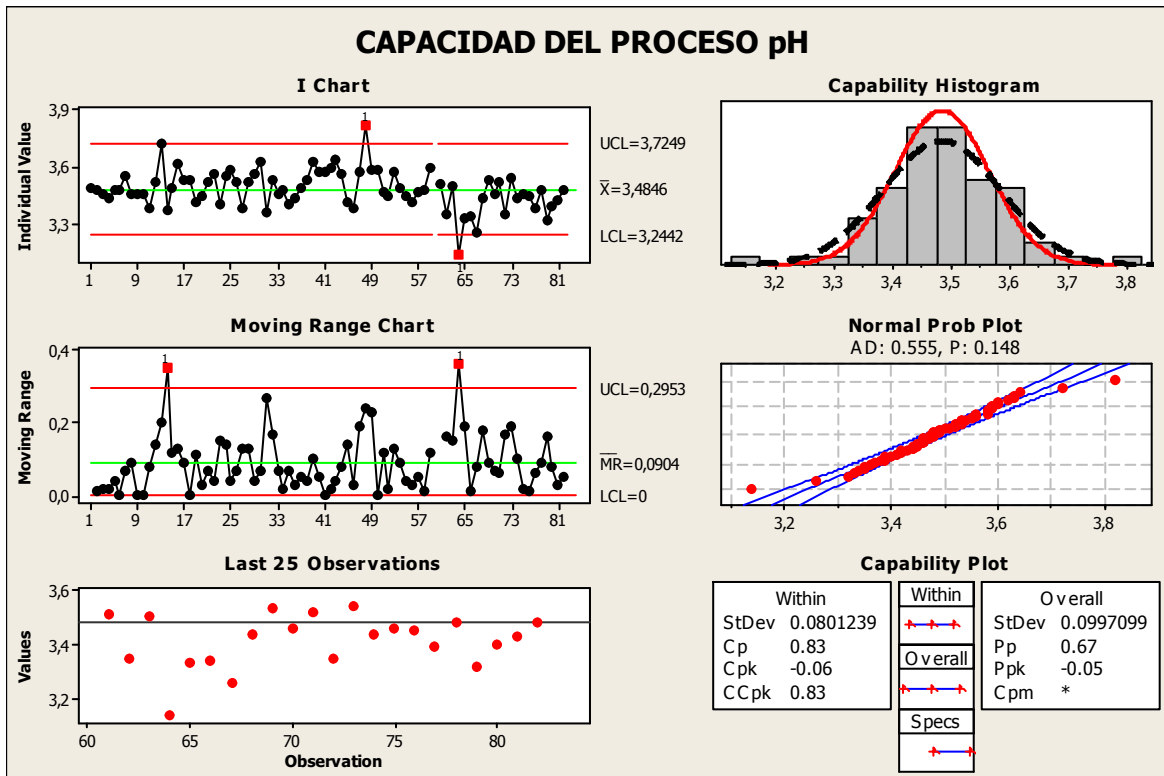


Figura 3.17 Análisis de la variable pH de salsas

Al igual que los anteriores parámetros los valores de los indicadores de Seis Sigma están por debajo de lo normal como los anteriores parámetros como se puede ver en la figura 3.17 el Cp está en 0,83 e incluso el Cpk llega a valores negativos lo que indica que hay que tomar una decisión de mejora para tener un mayor control en el proceso.

A continuación se detalla el histograma de los datos históricos de pH lo que ayuda a ver cuántos productos defectuosos salen por cada millón de fabricados.

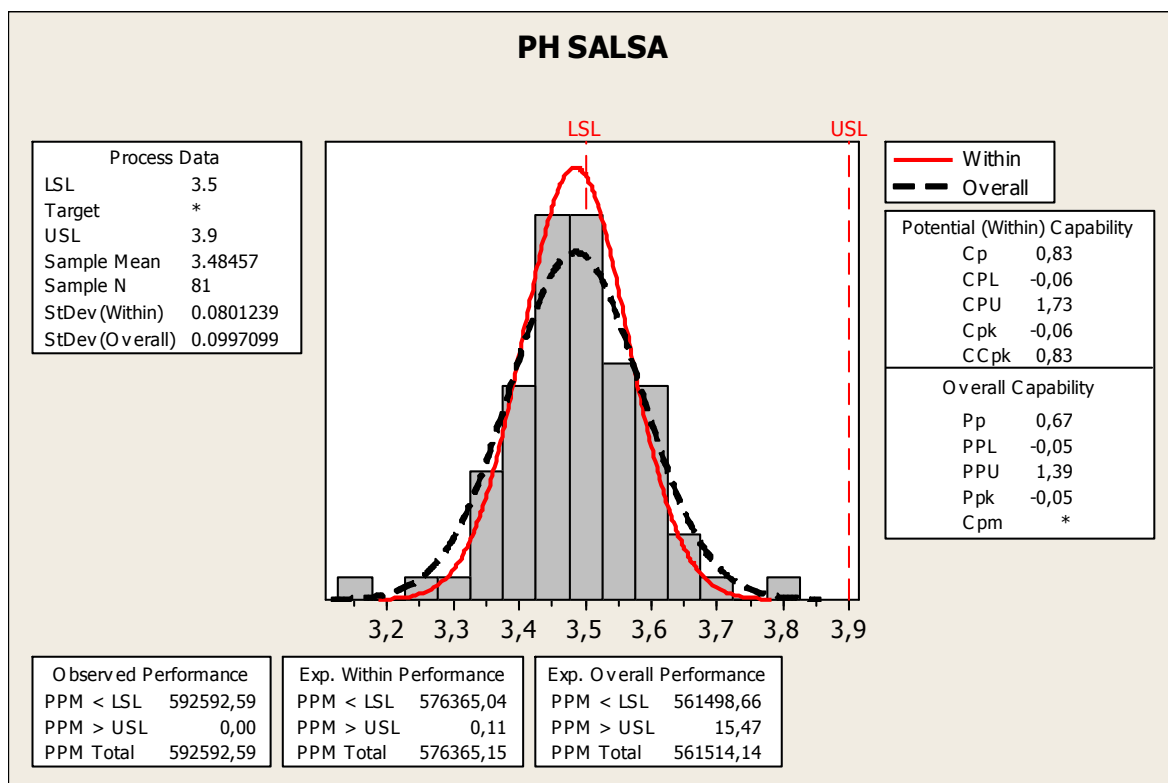


Figura 3.18 Análisis de capacidad para la variable pH en salsa

Como se puede observar existe un numero grande de paradas defectuosas por cuestión de este parámetro. Los ppm están por 576365,15 por cada millón de paradas elaborada a corto plazo pero a largo plazo disminuye un poco a 561514,14, esto quiero decir que la tendencia de producir paradas con este parámetro fuera de los límites de control y peor aun de los de especificación. Al igual que el brix los límites de especificación están por afuera de los de control esto es bueno ya que el proceso se puede salir de control pero está dentro de especificación, esto ayuda a tener un rango permisible o de colchón para poder producir para poder con una holgura mayor en caso de algún error.

En resumen se puede afirmar después del análisis de los tres parámetros que el procesos de preparación de salsas tiene mucho que mejorar después de estudiar lo valores de los índices de Seis Sigma de este producto

3.2.3.2 Capacidad del proceso de preparación de mayonesas

El estudio realizado en el proceso de salsas se lo hizo también en el proceso de preparación de mayonesa con la diferencia que este proceso no se hace la medición de

Brix solamente se hace la medición de pH y consistencia pero como es obvio con especificaciones diferentes. Al igual que la salsa se escogió el producto más significativo de esta línea. A continuación se detalla el análisis de cada uno de los parámetros en el proceso de mayonesa

A) Análisis de consistencia

Al igual que los parámetros de salsa se analizó con los datos individuales del histórico del departamento de calidad (ver ANEXO 7).

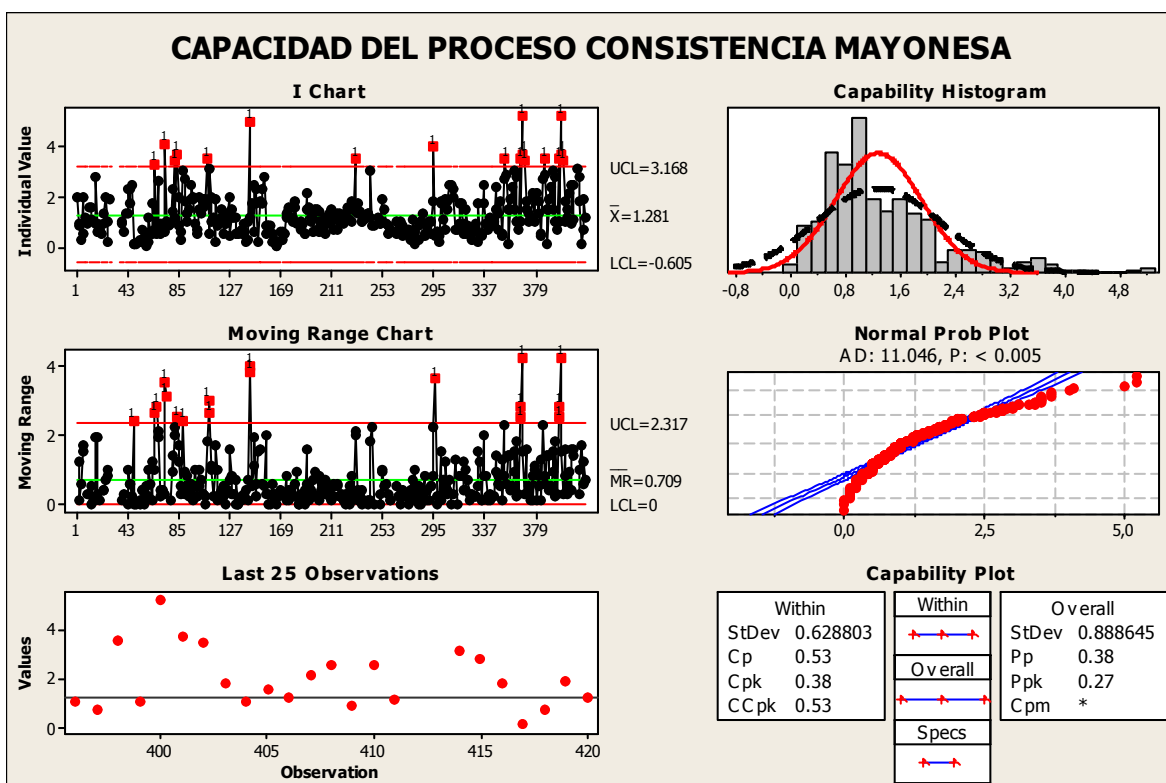


Figura 3.19 Análisis de la variable consistencia de mayonesas

En la figura 3.19 se observa que los indicadores de Seis Sigma están por debajo de los valores indicados. Como se puede ver el Cp es de 0,53 cuando debe ser de 2 al igual que el Cpk está en 0,38 cuando debe ser de 1,5. Lo que indica que hay mucho que mejorar para tener un producto estándar y no exista variación de parada a parada.

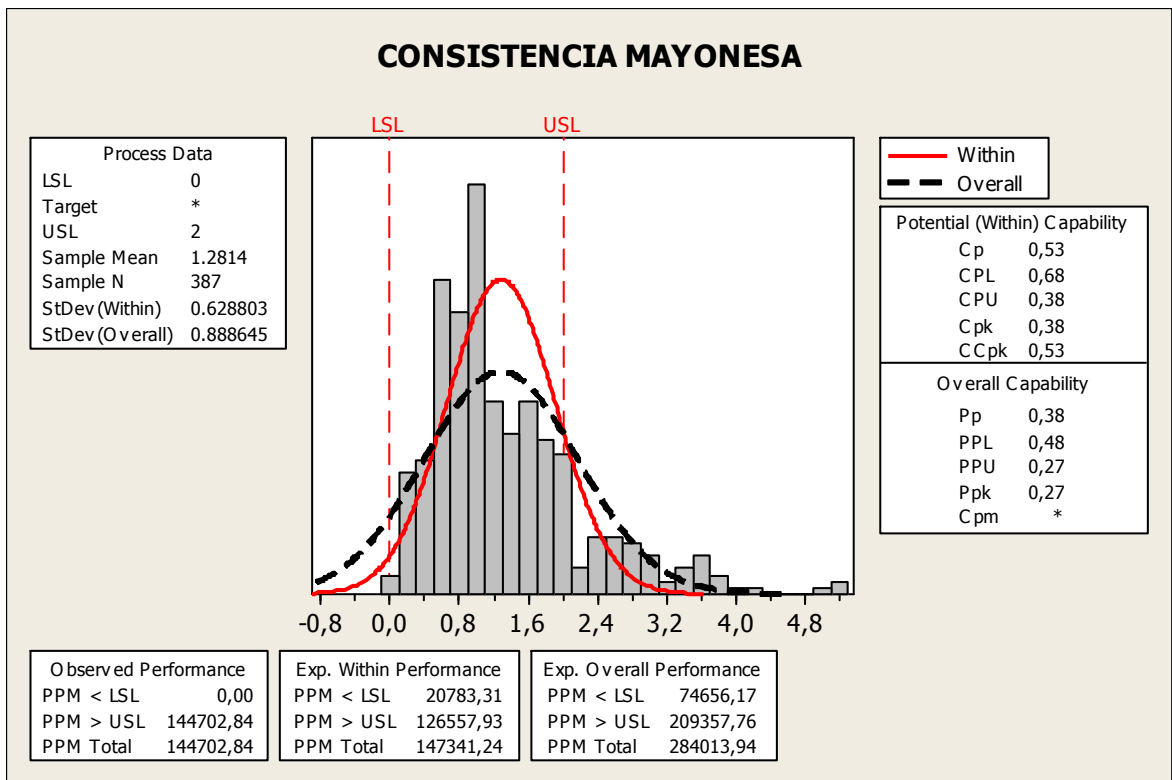


Figura 3.20 Análisis de capacidad para la variable consistencia mayonesa

En la figura 3.20 se puede observar que los límites de especificación están por fuera a los límites de control, como se puede ver el límite de especificación superior es de 2 mientras que el límite de control natural superior es de 3 esto quiere decir que existe muchos puntos que están fuera de control y de especificación lo que ocasiona reproceso, el mismo que genera costos a la empresa. La mayonesa es un producto muy delicado el mismo que requiere de su perfecta preparación para evitar un reproceso por estar fuera de especificación.

B) Análisis de pH

Como se ha definido los datos analizados son los históricos del control de calidad (ver ANEXO 8). Este parámetro en la mayonesa es muy importante por el simple hecho de que la mayonesa es un producto delicado que se puede modificar sus características por bacterias por lo que el pH ayuda al control bacteriano de este producto.

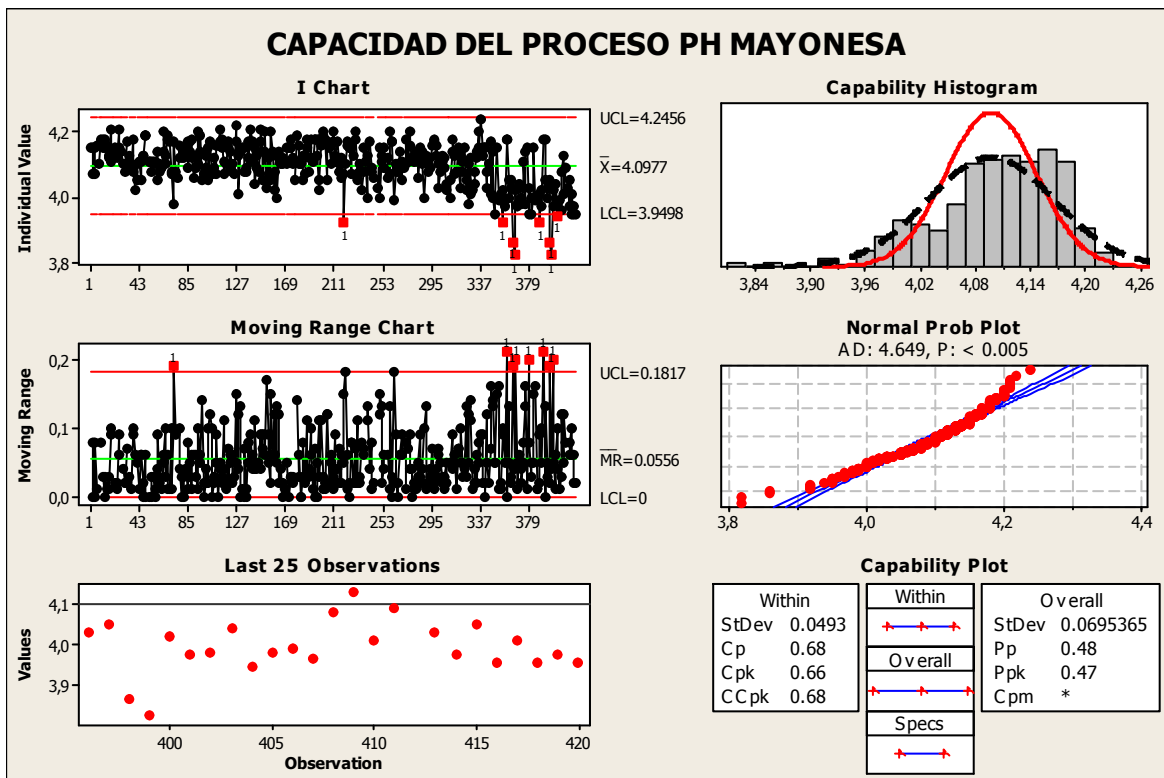


Figura 3.21 Análisis de la variable pH de mayonesas

En la figura 3.21 se muestra la variación que existe en el análisis de los datos de pH de cada parada producida de mayonesa y como todos los parámetros anteriores los valores de los indicadores Seis Sigma están bajos. Como se puede ver el Cp es de 0,68 y Cpk de 0,66 lo que la capacidad del proceso de preparación de mayonesa puede y debe ser mejorado para su elevar su productividad y de esta forma ser más competitivos en el mercado

A su vez en la figura 3.22 se detalla el histograma de estos datos para su análisis más profundo con los límites de especificación y así demostrar si está fuera de control este proceso.

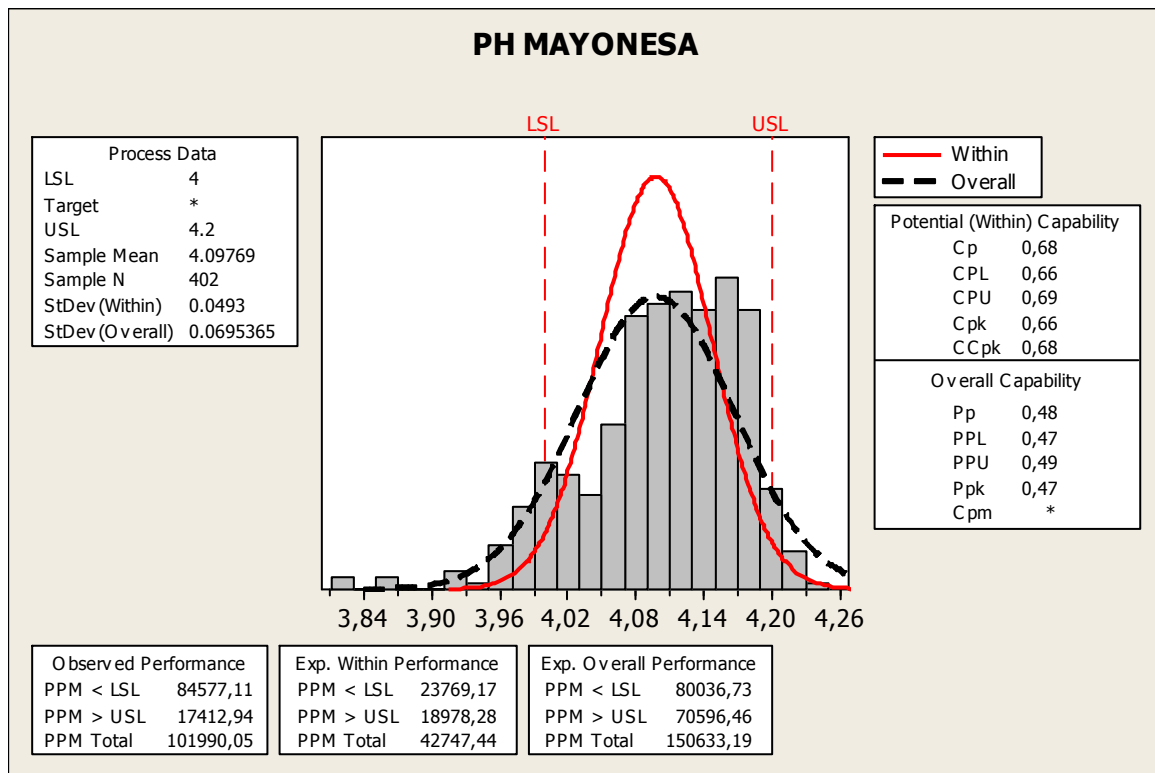


Figura 3.22 Análisis de capacidad para la variable pH en mayonesa

En la figura 3.22 se puede ver cómo están los productos defectuosos gracias al indicador de ppm, los límites de especificación están de 4 a 4,2 mientras que los límites de control naturales son más altos, cuando debe ser totalmente al contrario lo que indica que este proceso también está fuera de control. Como se ve que en corto plazo existe 42747,44 defectuosos por cada millón producidos pero más preocupante es lo que pase a largo plazo como se ve esta en 150633,19 de defectuosos por lo que se incrementa notablemente.

En resumen se puede decir que el proceso de mayonesas también tiene oportunidades de mejora y este producto es mucho más importante por las características del mismo, por el simple hecho de que es un aderezo delicado que puede modificar su estado natural por cualquier tipo de factores ajenos. Por lo que hay que tener en cuenta este tipo de estudio para no tener tantas paradas retenidas por cuestiones de no cumplir los límites establecidos por control de calidad

3.2.3.3 Capacidad del proceso de preparación de mermeladas

Al igual que los anteriores productos en la preparación de mermeladas se hizo el análisis de cada parámetro de la mermelada más representativa que sirve como ejemplo de las demás mermeladas. Al igual que los parámetros de salsa en mermeladas se miden los tres parámetros establecidos anteriormente.

A) Análisis de consistencia

Todos los datos analizados son históricos del departamento de calidad para el análisis de la consistencia (ver ANEXO 9).

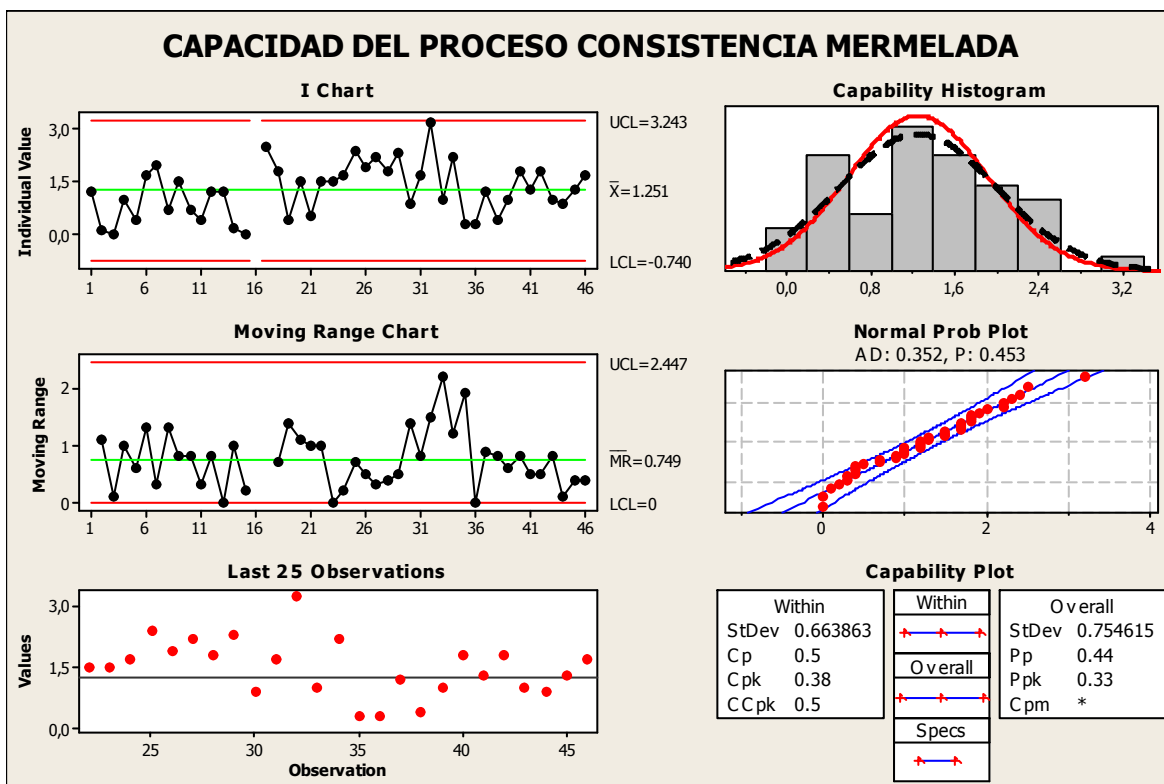


Figura 3.23 Análisis de la variable consistencia de mermeladas

En la figura 3.23 se puede observar que el valor de Cp es de 0,5 y un Cpk de 0,38 lo mismos que están muy por debajo de lo recomendable para tener un proceso estable y capaz.

Para un mejor análisis y tener idea donde se puede aplicar una mejora hay que estudiar o realizar el histograma de los datos para tener una idea más clara de la situación.

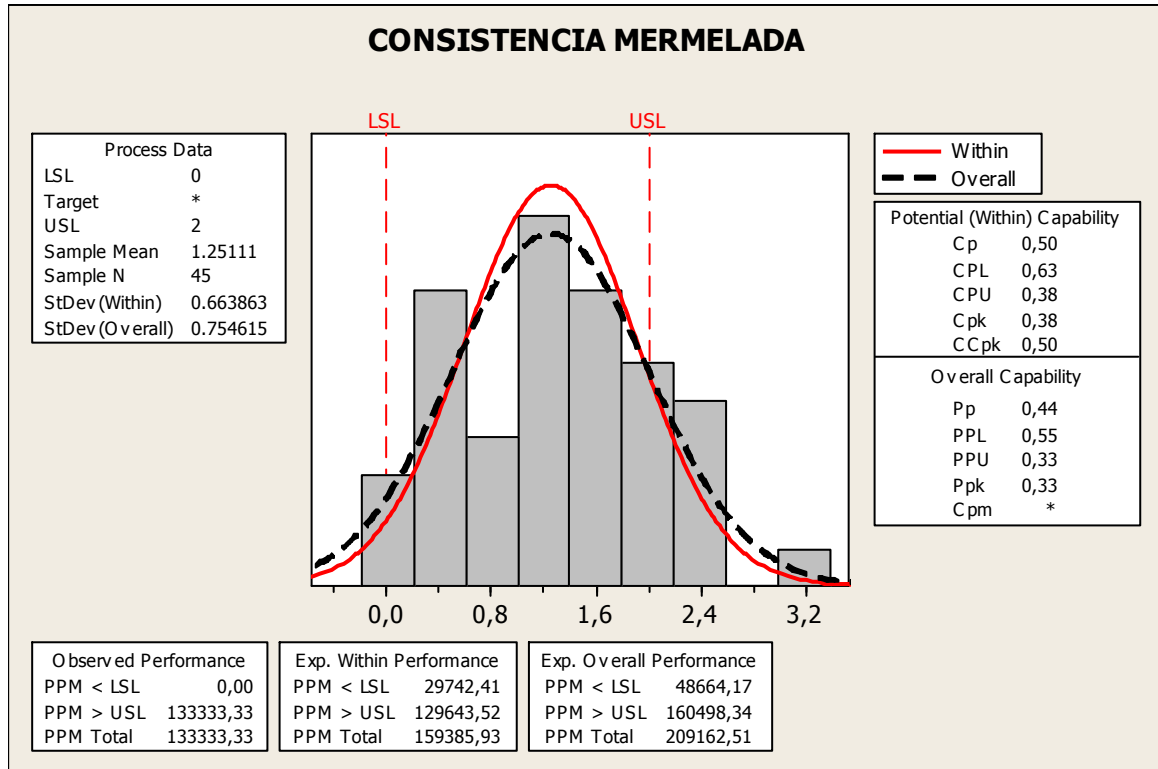


Figura 3.24 Análisis de capacidad para la variable consistencia mermelada

En la figura 3.24 se puede observar que los límites de especificación son de 0 a 2 mientras que los límites de control naturales del proceso están desde 0 a 2,47, lo que significa que el proceso está fuera de control y peor aun de especificación. En esta figura también se puede observar cuantas partes por millón tiene este parámetro, los ppm a corto plazo está en 159385,9 y a largo plazo aumenta a 209162,51 lo que provoca un elevado costo de producción al tener tantos productos defectuosos.

B) Análisis de brix

En mermeladas este parámetro es muy importante ya que al contrario de la salsa este producto se controla su preparación por medio de los grados brix y no por tiempo y temperatura de cocción. Una mermelada se prepara teniendo en cuenta los grados brix, los mismos que ayudan a ver cuando se tienen que agregar algunos ingredientes, o para verificar el proceso de concentrado de este producto, la mayoría de mermeladas tienen

que salir del concentrador a grados brix específicos, es aquí la importancia del análisis de este parámetro. Los datos analizados son valores individuales (ver ANEXO 10).

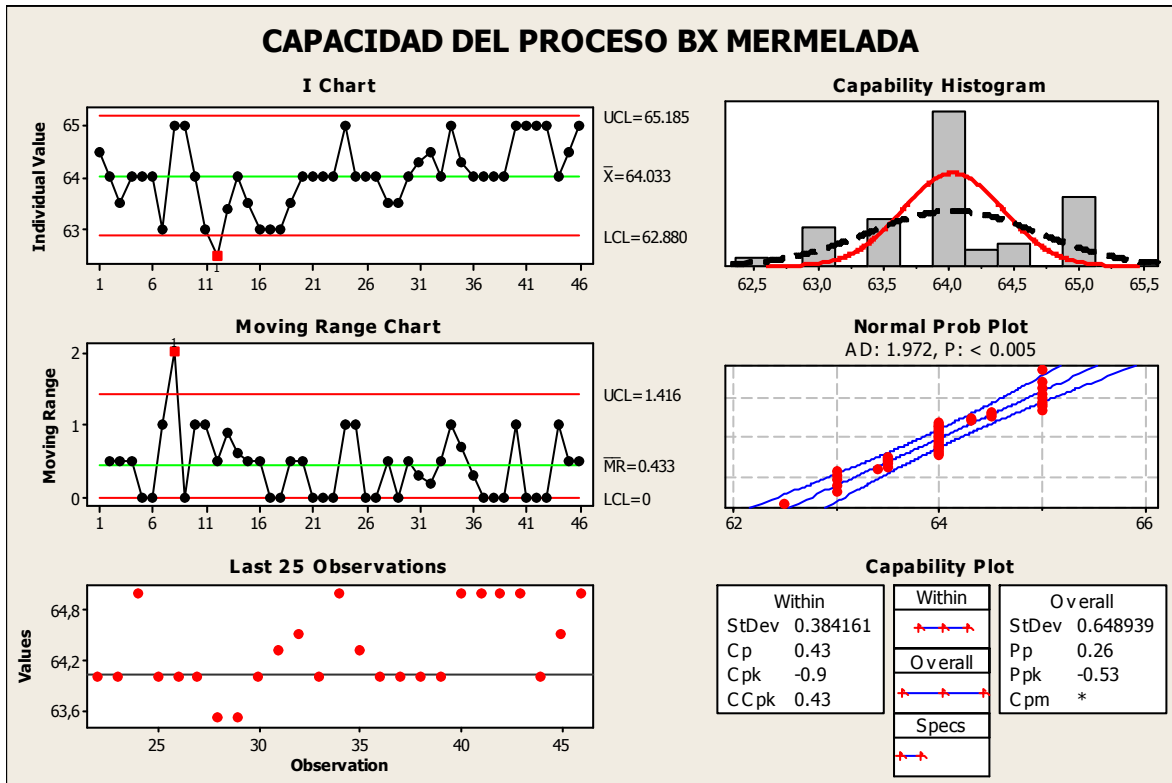


Figura 3.25 Análisis de la variable brix de mermeladas

La variación de este parámetro esta normal la distribución de los puntos están relativamente con poca variación. Pero se puede observar que los indicadores Cp están en 0.43 mientras que el Cpk se encuentra en valores negativos de -0.9

Una vez analizado estos indicadores se prosigue analizar el histograma de este parámetro para tener una idea más clara de la situación actual de la preparación de mermeladas. A continuación en la figura 3.26 se analiza el histograma de los datos de brix. En este punto se observó que los estándares no son entregados correctamente al operario el mismo que realiza la actividad de verificar los grados brix, esto ocurre que el operario saca todas las mermeladas a 54 grados brix cuando las especificaciones indican valores diferentes para cada mermelada dependiendo la fruta. El departamento de control

de calidad no ha informado cada operario para la preparación de las mermeladas ni sus límites de especificación individuales para cada tipo de este producto.

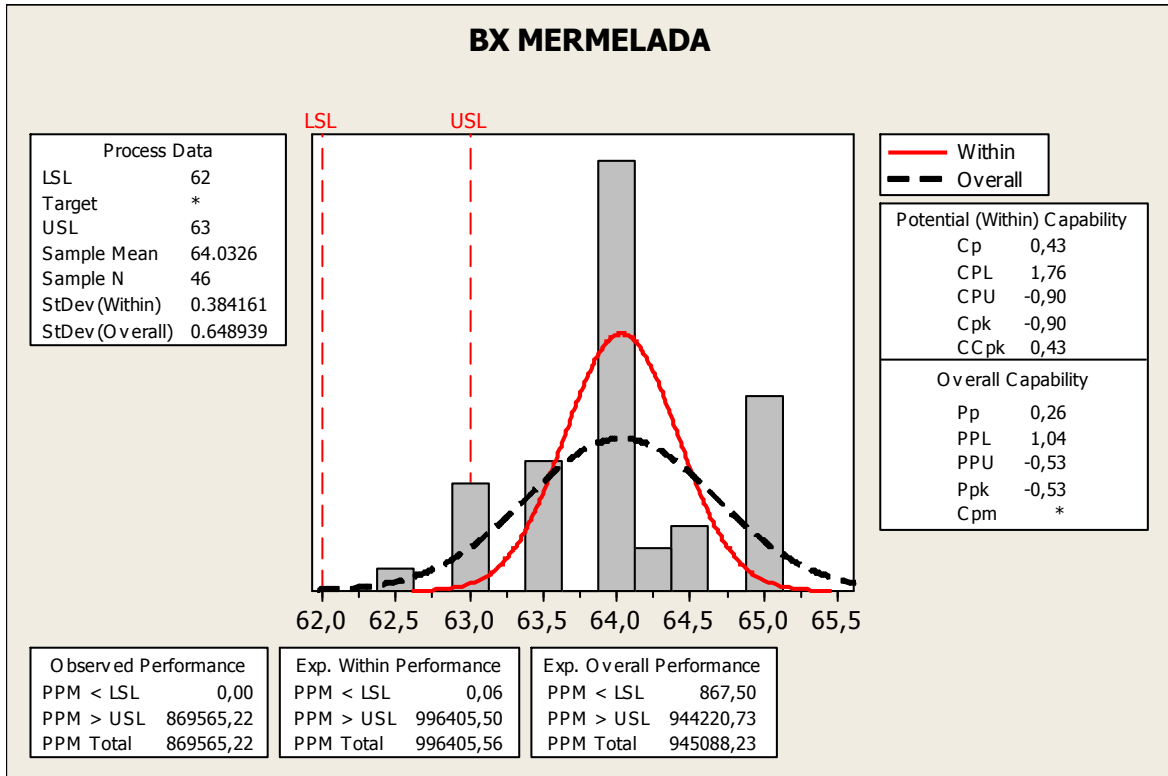


Figura 3.26 Análisis de capacidad para la variable brix mermelada

Anteriormente se definió que los operarios sacan las mermeladas a 65 grados brix pero las especificaciones están por debajo de los realmente hacen los operarios, pero esto se origina la falta de comunicación con los operarios que se les ha informado cuales son los valores reales de cada mermelada, por esta situación la curva se encentra desplazada a la derecha. Como se puede observar los ppm están casi en millón por lo que el proceso está totalmente fuera de control.

C) Análisis de pH

Este parámetro al igual que el brix es distinto para cada tipo de mermeladas pero muy similares entre sí, ya que la fruta que es la materia prima tienen un pH natural y una fruta tiene más que la otra, por lo que hay que tener en cuenta este valor para su preparación. Los datos estudiados (ver ANEXO 11)

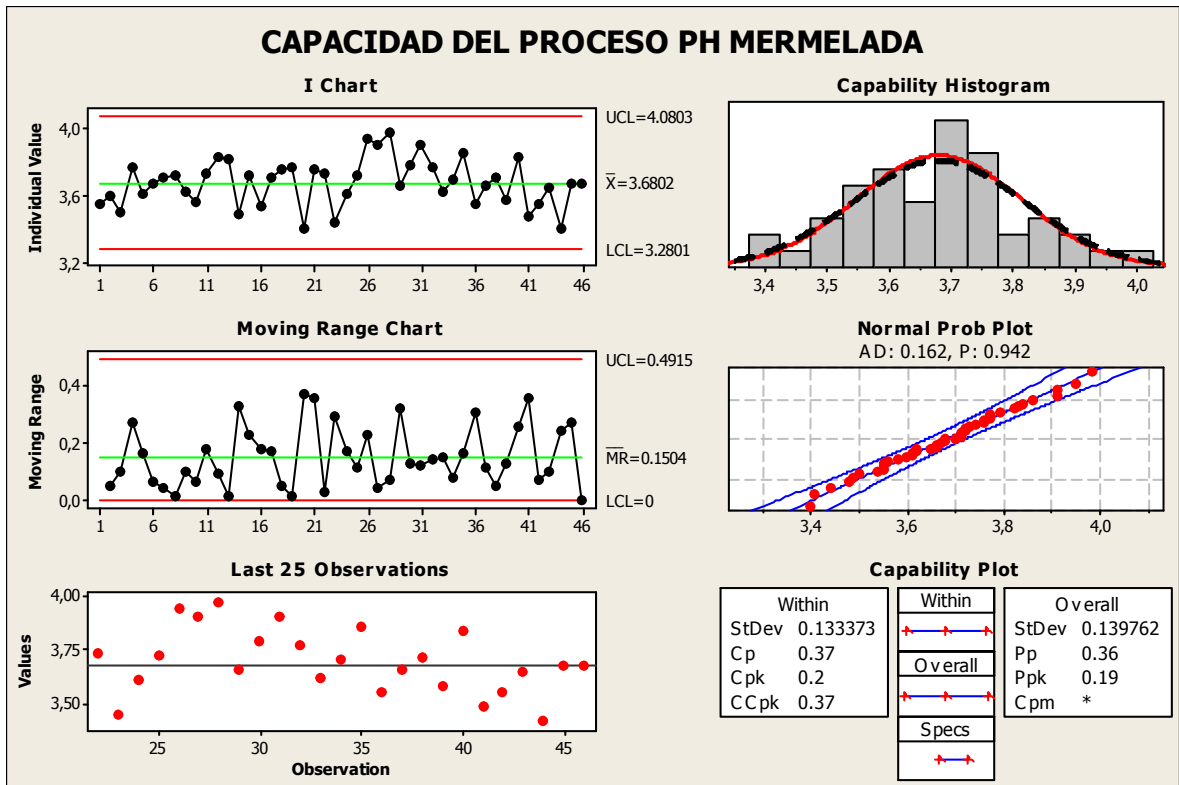


Figura 3.27 Análisis de la variable pH de mermeladas

Como se puede ver en la figura 3.27 todos los datos están dentro de los límites de control, pero los indicadores del Seis Sigma están muy por debajo de lo determinado por la teoría. El Cp está en 0,37 y el Cpk está en 0,2 lo que muestra que el proceso tiene que mejorar notablemente. En este gráfico también se puede observar los límites naturales de control de este parámetro están de 4,0 como superior y de 3,2 de límite inferior,

A continuación se detalla el histograma de los datos de pH de mermelada, este gráfico ayuda a tener una idea más clara sobre el comportamiento natural de proceso tanto para corto como para largo plazo, el histograma ayudará a la empresa a darse cuenta la importancia de crear una cultura de mejoramiento continuo, la misma servirá para que la empresa no se quede rezagada y sea más competitiva en el mercado bajando sus costos gracias a la eliminación de problemas especiales causados por la falta de prevención o la falta de importancia por mejorar la situación real de la industria.

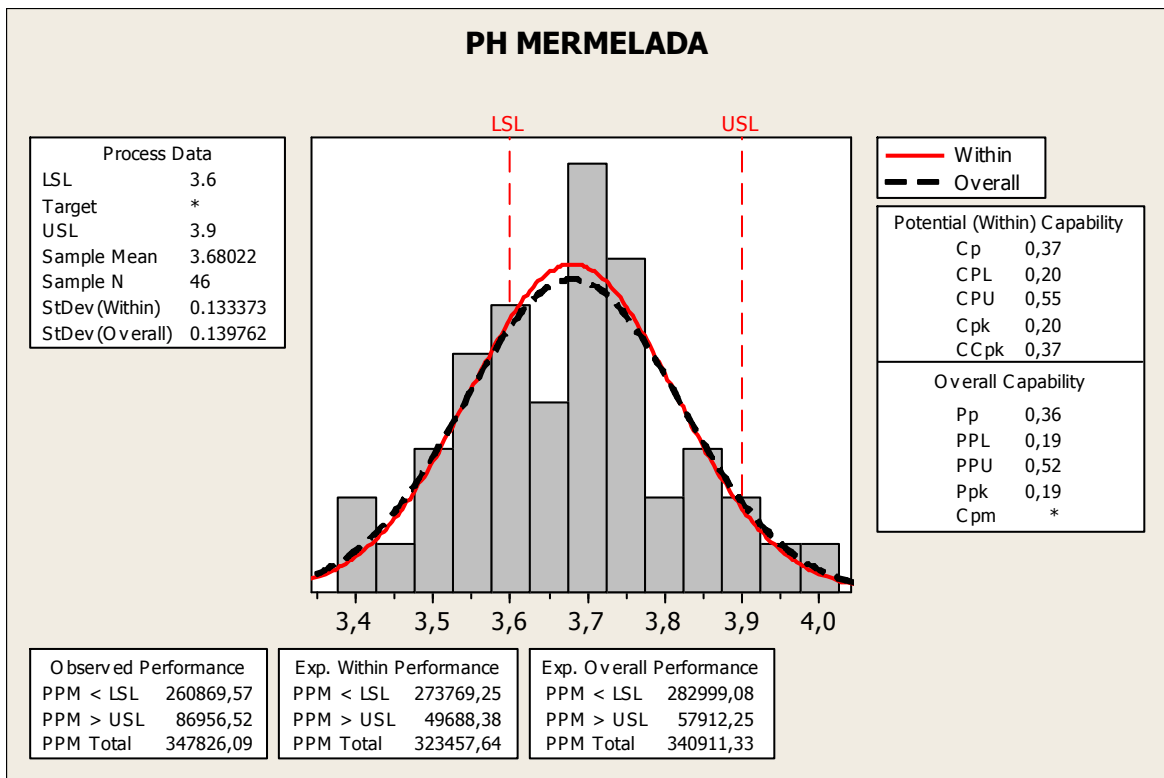


Figura 3. 28 Análisis de capacidad para la variable pH mermelada

La figura 3.28 ayuda a verificar cuantos productos defectuosos tiene la industria tanto a corto plazo como a una tendencia de largo plazo. Los defectos a corto plazo está en 323457,64 defectos por cada millón de producidos mientras que a largo plazo está en 340911,33, esto indica que la empresa a largo plazo aumentara su número de defectos por cada millón de producidos, lo que indica que sus costos subirán por reproceso que pueden ser eliminados.

3.3 Análisis del proceso

Este paso permite analizar las causas principales que ocasionan la variación dentro del proceso, a través varias herramientas como: diagrama causa efecto, identificación de las entradas críticas potenciales, se logra identificar las causas críticas que están presentes dentro de cada parte del proceso.

3.3.1 Determinación de entradas críticas potenciales

Dado que en el proceso existe variación en el área de preparación de alimentos y que a cada causa hay un efecto, el objetivo de esta parte es identificar cuáles pueden ser estas causas para llegar a resolver el problema. Las herramientas que se utilizan para la identificación de las causas pueden ser varias, para este trabajo se utilizó el diagrama de causa efecto para las tres diferentes presentaciones de productos dentro de la línea de preparación.

3.3.1.1 Procedimiento para la realización del diagrama causa efecto

El objetivo es identificar la causa de un problema aplicando la experiencia y el conocimiento de un grupo de personas a través de una lluvia de ideas estructurada. También puede utilizarse para identificar posibles formas de conseguir un efecto deseado. El procedimiento que se debe seguir es el siguiente:¹⁹

1. Escribir de forma resumida el problema o efecto, que va a analizar en la “cabeza” del diagrama espina de pescado.
2. Determinar las categorías más apropiadas para agrupar las causas:
 - Material, los materiales utilizados en el proceso
 - Métodos de operación, instrucciones de trabajo
 - Maquinaria, todo tipo de equipamiento y herramientas
 - Medidas, cualquier método para medir la calidad en los procesos
 - Medio Ambiente, el entorno físico y de gestión del trabajo
 - Mano de obra, toda la gente involucrada en el proceso
3. Realizar una tormenta de ideas sobre las potenciales causas de cada categoría, cuando utilice un diagrama de espina de pescado, el equipo no debe pensar solamente en las diferentes variables y causas que contribuyen a cada una de las categorías de las “espinas”, sino también en las variaciones que pueden tener cada una de ellas y en cómo pueden afectar a todas las categorías de la lista, mientras que una pobre información por parte de los clientes solo tendría un impacto directo en los métodos.
4. Identificar la relación causa-efecto entre los factores de cada categoría.
5. Construir el diagrama de espina, las categorías principales constituyen las “espinas más grandes” del diagrama. Coloque las causas y subcausas en espinas

¹⁹ Pande P. Neuman R. y Cavanagh R. Las claves prácticas de Seis Sigma. Mc Graw Hill. Madrid, 2004.

cada vez más pequeñas; es decir, debe escribir las causas más específicas en las espinas más pequeñas alimentando a las causas más generales a las que contribuyen.

6. Utilizar la recogida de datos, los multivotos o el consenso para seleccionar las causas más importantes, o las más probables, para una investigación más profunda.

A continuación se detalla los diagramas de pescado de mayonesa, mermelada y salsa, estos diagramas son diferentes para cada uno de los productos ya que tienen preparaciones diferentes lo que cambia las causas de cada uno de ellos.

Una vez establecido el procedimiento para la elaboración del diagrama de pescado el quipo de trabajo analizó detalladamente las posibles causas que pueden generar deficiencias en los parámetros de calidad de los distintos productos. Como es normal se tuvieron varias causas, unas tenían mayor impacto en el problema que otras. Las causas que aparecen en los diagramas son las que sobresalieron de todas las generadas en la lluvia de ideas.

Todas las causas fueron analizadas en conjunto con los jefes de cada área, el equipo de trabajo realizó una lluvia de ideas de las posibles causas donde se escogieron las importantes y las más impactantes para la empresa y el proceso.

A continuación se detallan los diagramas de pescado de cada uno de los productos, el diagrama causa efecto de mayonesa detallado en la figura 3.29. En este proceso se tuvo mucho cuidado en escoger bien las causas ya que la mayonesa como se definió antes es un producto delicado que por cuestiones de ambiente puede modificar las características propias de este producto. Para los diagramas de salsa y mermeladas son casi similares ya que los dos procesos intervienen el tiempo de cocción pero con la diferencia de que cambia el tipo de control para determinar el tiempo que permanece abierta la válvula del vapor.

En la figura 3.30 se detalla el diagrama de mermeladas y en la figura 3.31 se determina el diagrama causa efecto de salsas. Este último se detalló un diagrama general para todas las salsas más no solo para la salsa de tomate, este estudio también sirve para determinar las causas en una mostaza o en una salsa BBQ entre otras, ya que todas estas son muy similares en la preparación pero con distintos parámetros, especificaciones y distintos tiempos de cocción. A simple viste estos tres diagramas causa efecto parecen ser muy similares, pero cambian en algunas de sus ramas dependiendo del producto.

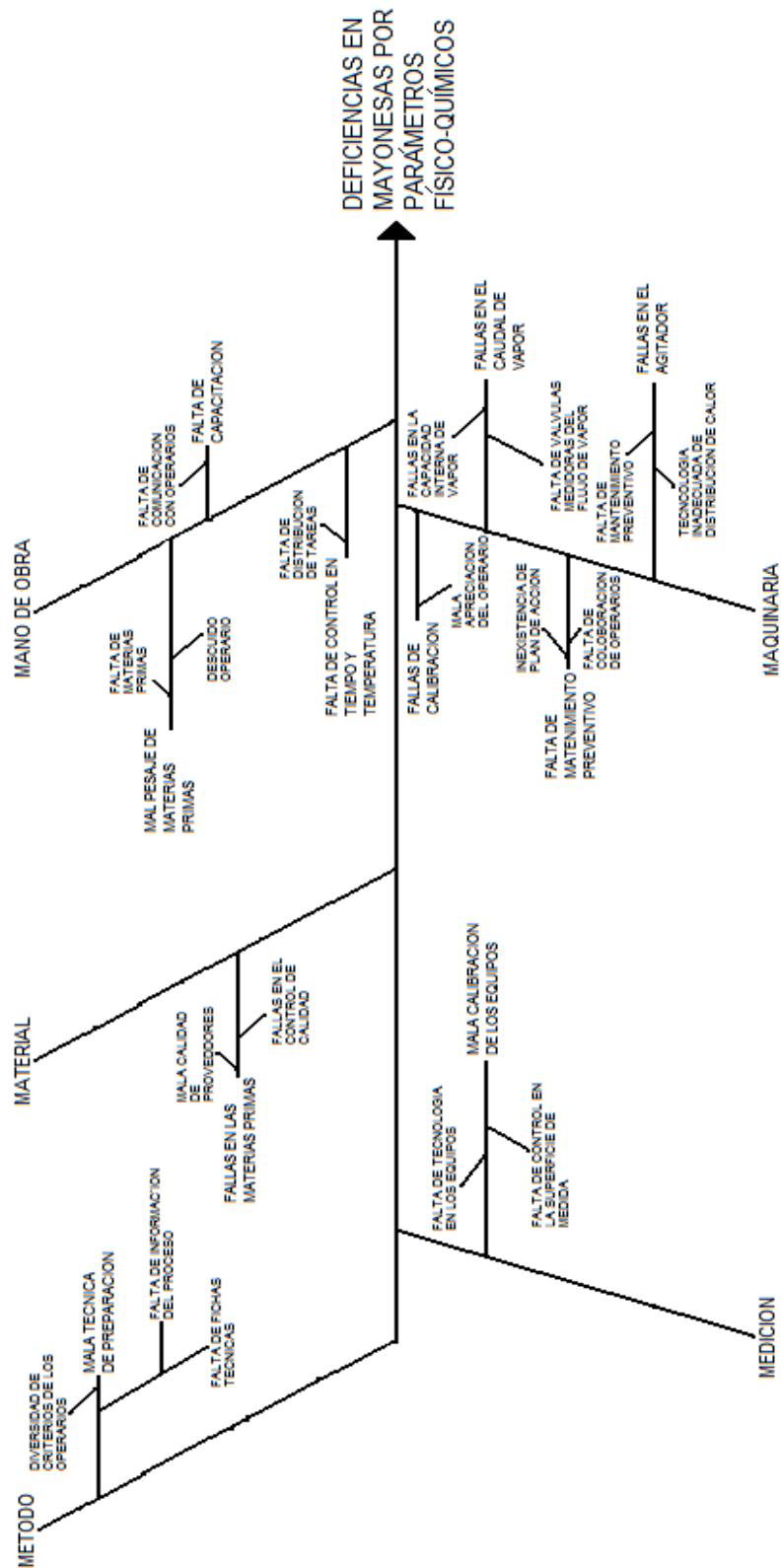


Figura 3.29 Diagrama de pescado para mayonesa

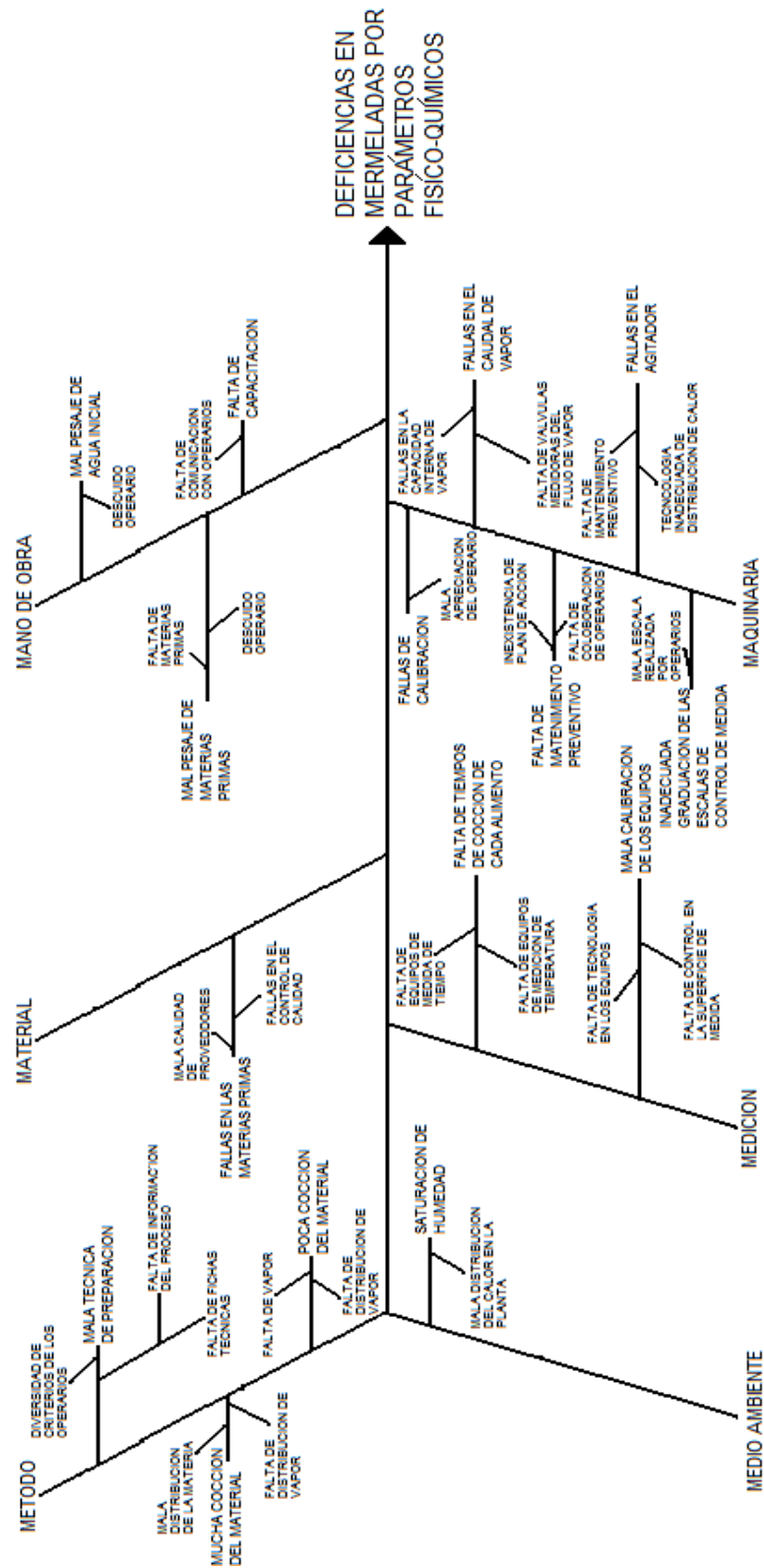


Figura 3.29 Diagrama de pescado para mermeladas

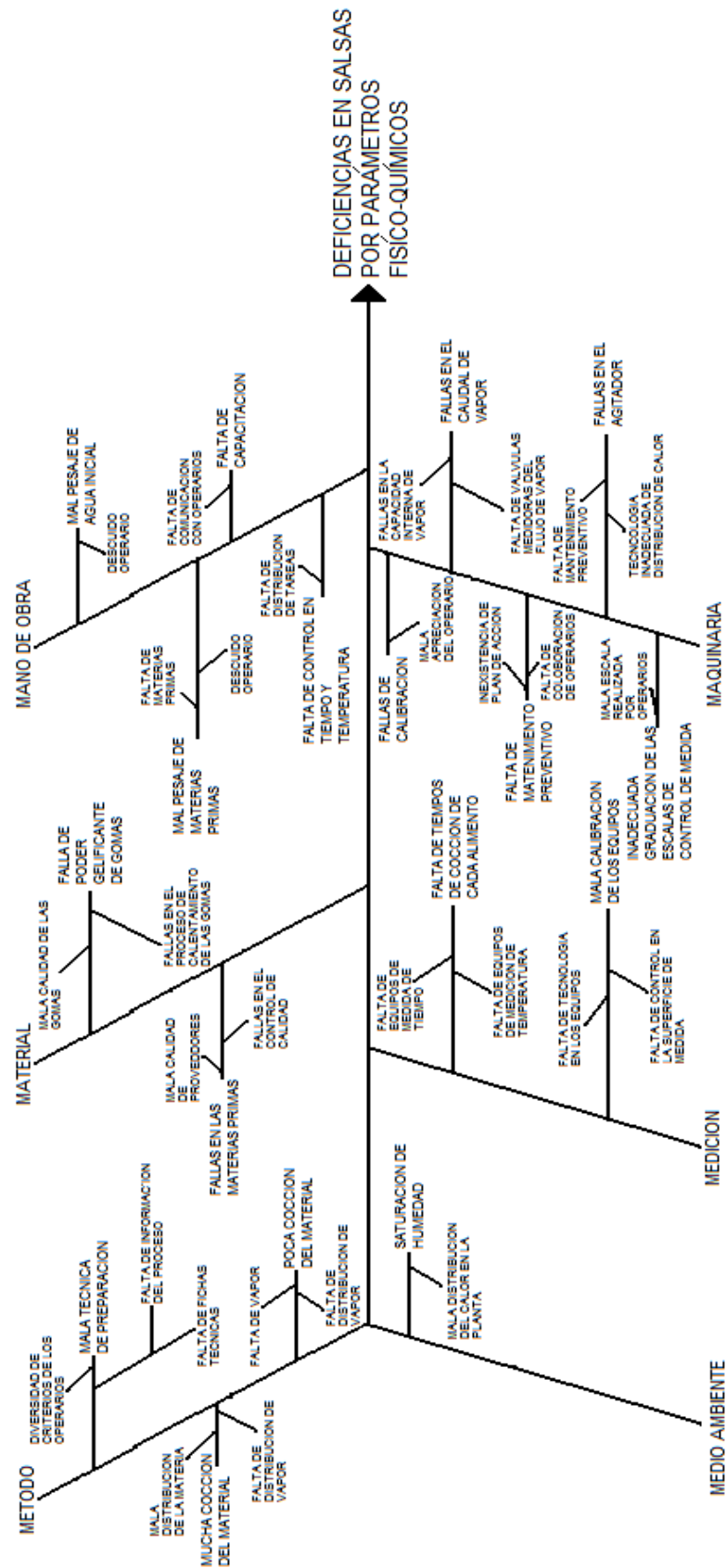


Figura 3.29 Diagrama de pescado para salsas

Una vez analizado el diagrama causa efecto, se pasó a seleccionar los efectos y las causas más probables y de mayor impacto, las cuales serán analizadas a través del análisis de fallas potenciales.

3.3.2 Análisis de fallas potenciales

“Es un análisis cuyo objetivo es identificar, de manera sistemática errores o fallas en un proceso, Este análisis es aplicado en la etapa de analizar/implementar para evaluar los riesgos potenciales en la solución propuesta, antes de su implementación definitiva”²⁰.

El punto de partida para la elaboración de este análisis, es el diagrama SIPOC detallado, con la única diferencia que en este paso ya se pasa a dar las posibles soluciones de acuerdo a las causas que produjeron las variaciones en el proceso.

3.3.2.1 Procedimiento para la realización del análisis de fallas potenciales

1. Seleccionar las actividades críticas del proceso, pasar estas actividades al formulario de análisis de fallas potenciales y llenarlo.
2. Para cada actividad, identificar los problemas potenciales en su ejecución.
3. Para cada problema con su respectivo efecto, atribuir una calificación de severidad. El índice de severidad S es una clasificación numérica de la gravedad asociada al efecto de un dado problema potencial

ÍNDICE DE SEVERIDAD (S)	
S	Descripción
1	Sin gravedad
2	Alguna gravedad
3	Grave
4	Muy grave
5	Extremadamente grave

Tabla 3.9 Calificación del índice de severidad

4. Identificar las causas potenciales del problema, usando la técnica de los “5 Por Ques” para llegar a la causa raíz

²⁰ MOURA Eduardo. Guía seminario formación de especialistas Seis Sigma, Green Belt. Qualiplus, Quito, Febrero 2008.

5. Para cada causa potencial atribuir el índice de ocurrencia “O”. El índice de ocurrencia es una clasificación numérica de la posibilidad de que una dada causa ocurra y resulte en el efecto para el cual fue atribuido un índice de severidad

ÍNDICE DE OCURRENCIA (O)	
O	Descripción
1	Altamente improbable
2	Poco probable
3	Probable
4	Muy probable
5	Ocurrencia prácticamente cierta

Tabla 3.10 Calificación del índice de ocurrencia

6. Calcular el índice de riesgo “R” de cada problema. El índice de riesgo es una clasificación numérica que del riesgo relativo asociado a un dado problema potencial. Se le calcula como el producto de los índices de severidad y ocurrencia atribuidos al problema. ($R = S \times O$).
7. Identificar acciones preventivas para mejorar la calidad del proceso, dar prioridad para los problemas de riesgo más alto.

Las acciones preventivas deben ser orientadas para obtener mejorías intrínsecas en el proceso (que no dependan de inspección o control), en este orden de preferencia:

- Volver el problema imposible de ocurrir.
- Reducir la severidad del efecto cuando ocurre el problema.
- Reducir la posibilidad de ocurrencia del problema.

Ahora que todas las posibilidades de mejora intrínseca han sido totalmente exploradas por el equipo, deben ser considerados los métodos de control del problema potencial.

El orden de preferencia para acciones de control es:

- Prevenir la ocurrencia de la causa
- Detectar la presencia de la causa de la falla
- Detectar el efecto de la falla

A continuación se detalla el formulario de análisis de las fallas potenciales, en este cuadro se sintetiza los efectos que puede tener una actividad y cuál debe ser su acción preventiva para evitar la ocurrencia de los problemas. En este formulario también se detalla el índice de severidad y de ocurrencia los mismos que indican que tan perjudicial puede ser el problema y cada cuanto ocurre el mismo.

#	ACTIVIDAD	PROBLEMA POTENCIAL Y EFECTO	SEVERIDAD (S)	CAUSA POTENCIAL	OCURRENCIA (O)	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA
1	Acciones realizadas directamente por operarios	Falta de control en tiempo y temperatura	3	Falta de distribución de tareas en planta	3	9	Cronograma de actividades bien establecido
		Mal pesaje de materias primas	4	Descuido operario	2	8	Implementación de maquinaria con recursos Poka Yoke
		Mal pesaje de agua inicial	4	Descuido operario	2	8	Implementación de maquinaria con recursos Poka Yoke
		Falta de capacitación	2	Falta de comunicación con operarios de planta	2	4	Implementación de un plan de capacitación periódico
2	Acción en la cual incide el material en la preparación	Falla del poder gelificante de gomas	4	Fallas en el proceso de preparación del alimento	4	16	Implementación de fichas técnicas de preparación
		Fallas en las materias primas	4	Mala calidad de los proveedores	3	12	Plan de control de calidad riguroso con proveedores
3	Preparación de los diversos tipos de conservas	Mala técnica de preparación	5	Falta de fichas técnicas	5	25	Implementación de fichas técnicas de preparación
		Poca cocción del material	4	Mala distribución del vapor en la marmita	5	20	Implementar sistemas de control de flujo de vapor
		Mucha cocción del material	4	Mala distribución del vapor en la marmita	5	20	Implementar sistemas de control de flujo de vapor

4	Transformación materia prima	Saturación de humedad	3	Mala distribución del calor en la planta	3	9	Implementación de sistemas de ventilación y ductos de salida de vapor
5	Medición de parámetros físico-químicos	Falta de tiempos de cocción de cada alimento	4	Falta de equipos de medida de tiempo	3	12	Implementación de fichas técnicas de preparación
		Mala calibración de los equipos	3	Falta de control en la superficie de medida	2	6	Cambiar la tecnología de los equipos de medición
6	Operación de maquinaria existente en planta	Fallas en el caudal de vapor	3	Fallas en la capacidad interna de vapor	4	12	Implementar sistemas de control de flujo de vapor
		Falta de mantenimiento preventivo	3	Inexistencia de plan de acción	5	15	Implementación de plan de mantenimiento preventivo
		Fallas en el agitador	3	Tecnología inapropiada de distribución de vapor	4	12	Cambio en la tecnología de agitación de las materias primas en preparación
		Inadecuada graduación en las escalas de medida	3	Mala escala realizada por los operarios	4	12	Implementación de un sistema de medición apropiado
		Fallas de calibración maquinaria	3	Mala apreciación del operario	3	9	Implementación de plan de mantenimiento preventivo

Tabla 3.11 Análisis de fallos potenciales

3.4 Mejora del proceso

Esta etapa del proyecto ayuda a determinar la mejor solución a los problemas a través de los datos obtenidos en el análisis estadístico. Después del análisis desarrollado anteriormente se buscaron las mejoras más viables para la empresa sin necesidad de una inversión tan alta.

3.4.1 Comparación de la forma de preparación por operarios

Al tener varios preparadores se observó que el orden de adición de los diferentes ingredientes era distinto uno del otro, por lo que se tomaron todas las formas de preparación de los tres operarios. Al recoger la forma de preparación de cada uno de los operarios se observó que todos tenían una variación pequeña pero al final esa variación ocasiona un cambio en las características del producto. A continuación se detalla los diferentes tipos de preparación con su orden característico de cada uno de los preparadores.

OPERARIO 1	OPERARIO 2	OPERARIO 3
1) Añadir agua	1) Añadir agua	1) Añadir agua
2) Vinagre	2) Inicia el calentamiento con el vapor	2) Prender el vapor
3) Sal y parte de la azúcar	3) Color caramelo	3) Azúcar
4) Pasta de tomate	4) Sal y parte de la azúcar	4) Sal
5) Color caramelo	5) Benzoato	5) Benzoato
6) Pasta de tomate	6) Pasta de tomate	6) Color Caramelo
7) Benzoato	7) Gomas mezcladas con el azúcar	7) pasta de tomate
8) Gomas mezcladas con el azúcar	8) Vinagre	8) Vinagre
9) Almidón previamente mezclado	9) Almidón previamente mezclado	9) Gomas mezcladas con el azúcar
10) Dejar cocinar 6 a 7 minutos	10) Dejar cocinar 5 a 6 minutos	10) Almidón previamente mezclado
11) Apagar el vapor	11) Apagar el vapor	11) Dejar hervir de 5 a 8 min

Tabla 3.12 Orden de preparación de distintos operarios

Una vez observado la forma de preparación que tiene cada uno de los operarios se estudió cual de las tres es la más cercana o es la que recomienda los proveedores del almidón (materia prima determinante de la consistencia), y también cual es la forma de

preparación que recomiendan los expertos internacionales de acuerdo a la secuencia lógica que se debe seguir.

Después de haber obtenido toda la información sobre las formas de preparación de cada operario, se analizó cada uno de ellas. Determinando así cada una de las distintas formas de producción se establecen una lista con los parámetros de control obtenidos correctamente. Como se puede ver en la tabla 3.12, el proceso de preparación del operario 3, que es el trabajador más antiguo, es el proceso más aceptable para la preparación por los resultados obtenidos en laboratorio de análisis físico químico, y es el proceso que más se acerca a la realidad de preparación internacional de productos de conservas.

3.4.2 Plan e implementación de mejoras

Con el cumplimiento de las fases de análisis y de experimentos, se tiene una observación más clara de lo que ocurre en el proceso y de cuál es la variable determinante de la variación en el proceso de preparación.

Estas soluciones deberán ser analizadas por los integrantes del equipo para poder detallar los objetivos a los cuales quiere llegar el equipo de mejora.

3.4.2.1 Definición de objetivos y medios

La herramienta que utilizó el equipo para determinar los objetivos y cuáles son los medios para llegar a los mismos, fue el diagrama de árbol de objetivos. Los pasos para llegar a la determinación de este diagrama son:

1. Establecer el objetivo primario
2. Generar los objetivos secundarios
3. Generar los medios y tareas
4. Conjuntar el diagrama y,
5. Revisar el diagrama

Para el proceso de preparación el objetivo que se planteó el equipo fue: preparación de salsas y aderezos de una manera estándar. Ya que si se trata de preparación de alimentos es lógico que se debe tener una misma forma de preparar para poder tener el mismo resultado, es por eso que hay que tener una ficha técnica que sirve como receta de cocina, la misma que al ser implementa el proceso va hacer estándar por el simple hecho de lo anteriormente expuesto que la preparación de salsas y aderezos son

alimentos los mismos que deben ser preparados como en cocina con una receta y seguir pasos igual siempre con un orden lógico y temperaturas exactas para poder tener un producto similar siempre es por estas razones que se tomaron en cuenta los objetivos detallados en la figura 3.30. La misma que indica el resultado que se debe tener al preparar una salsa, cuales son los objetivos principales de la preparación de salsas y aderezos.

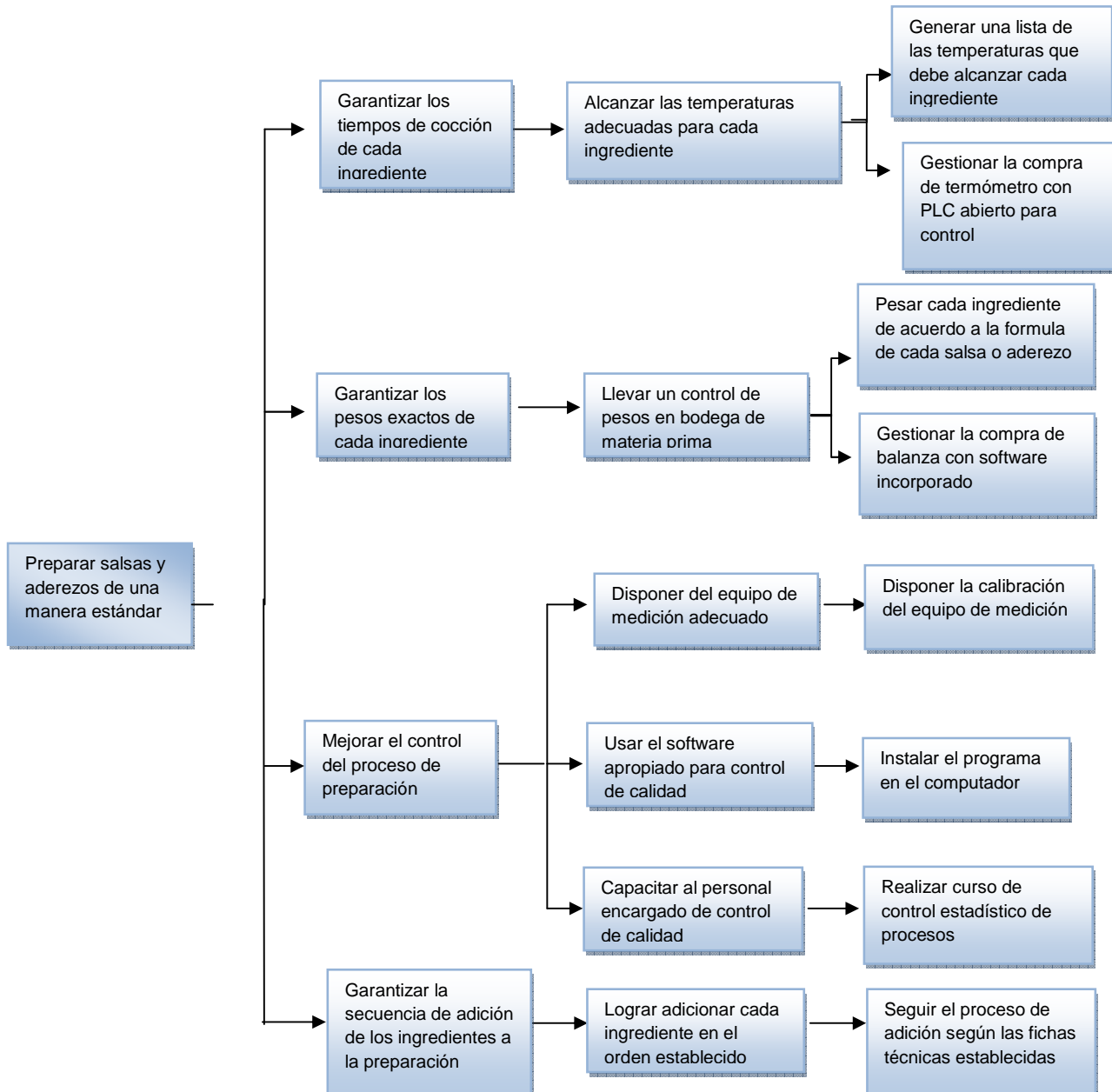


Figura 3.30 Diagrama de árbol de objetivos

3.4.2.2 Plan de mejora

Una vez realizado el diagrama de árbol de objetivos se procedió a desarrollar un plan de implementación de las mejoras, como se detalla a continuación:

- El proceso no contaba con límites de especificación actuales basados en la producción real de la planta, por ende el equipo realizó en levantamiento de los límites de especificación previo a la aplicación de cualquier tipo de mejora, para poder así tener fundamentos sobre cualquier resultado obtenido en el futuro.
- Una vez determinados los límites de especificación, el equipo procedió a tomar datos de las preparaciones de los diferentes operarios en los tres turnos correspondientes, para poder así pasar a un análisis de parámetros físico-químicos y determinar cuál es el operario que menos variación presenta respecto a los parámetros de variación en los productos.
- Una vez seleccionado el operario que menor variación presenta en parámetros físico-químicos de productos, se procedió a detallar el proceso de preparación de cada uno de los alimentos, de acuerdo a la secuencia lógica de adición de cada materia prima a la preparación del operario ejemplar.
- Una vez detallado el proceso de adición de cada materia prima, se pasó a la comprobación de pesos en bodega de materia prima, para poder así garantizar las cantidades exactas de cada materia prima en la preparación, esto se realizó a través de una capacitación a los operarios para que se ajusten a los requerimientos que dicen las fórmulas de cada producto.
- Ya que en la planta existe un proceso de control de pesos de materia prima y un control del orden lógico de adición de cada una, se procedió a la preparación de acuerdo al nuevo método expuesto por las fichas técnicas levantadas por los investigadores. (Ver ANEXO 12)
- Una vez comprobado que todos los operarios cumplan la secuencia lógica de adición de cada materia prima y los tiempos en los cuales se determina que un producto esté listo y a una temperatura adecuada, se procedió a liberar los productos garantizando que estos van a presentar la menor variación posible en los parámetros físicos químicos.
- El equipo realizó dos tipos de mejoras adicionales que no forman parte de la implementación de seis sigma, pero son de gran utilidad al proceso, sobre todo

facilitan la aplicación de la herramienta a lo largo del proceso de preparación, ya que mejoran la apreciación del operario respecto a los tiempos exactos de preparación y la forma con la cual se realizan las etapas de cernido en las aceitunas. (Ver ANEXO 13 y 14)

Una vez detalladas las tareas que el equipo realizó, se presentó como un resumen todas las actividades que se realizaron con cada uno de los responsables, como se detalla en la tabla 3.13:

No	Tareas	Responsable de tarea	Acciones preventivas o alternativas	Responsable de acciones	Recursos e información
1	Levantamiento de límites de especificación del proceso	Jefe de laboratorio	Análisis estadístico del proceso terminado de cada uno de los alimentos	Pasantes de la Universidad de las Américas	Datos de producción de cada uno de los alimentos Minitab
2	Obtención de datos de parámetros fisicoquímicos en la preparación de los productos de cada operario	Jefe de Producción	Análisis estadístico del proceso terminado de cada uno de los alimentos	Operarios de preparación Pasantes de la Universidad de las Américas	Datos de producción de cada uno de los alimentos Minitab
3	Elaboración de fichas técnicas	Jefe de Producción	Levantamiento de procesos de preparación de cada salsa y aderezo Ajustar el proceso a; secuencia, tiempo y temperatura de preparación de cada alimento Esquematizar cambios realizados en el proceso	Pasantes de la Universidad de las Américas	Procedimiento de preparación de cada alimento según el operario que no presenta variación en el proceso
4	Control de pesos de cada materia prima de cada producto	Jefe de Producción, Control de calidad	Capacitar operarios sobre fichas técnicas Nombrar responsables del proceso Capacitar a operarios sobre uso de balanza Dar seguimiento al proceso	Operarios bodega	Balanza con PLC
5	Preparación de alimentos	Jefe de Producción	Seguimiento de la logia expuesta en las fichas técnicas	Operarios de preparación	Fichas técnicas Check List
6	Liberación del producto de acuerdo a los procedimientos establecidos	Jefe de Producción	Liberar el producto de acuerdo a los parámetros de liberación que se establecen en las fichas técnicas	Operarios de preparación	Fichas técnicas Check List

Tabla 3.13 Plan de mejora

3.5 Control de proceso

En esta fase se documentan los cambios realizados al proceso, los resultados que ocasionaron dichos cambios y la estandarización de la mejora para que permanezcan los buenos resultados a lo largo del tiempo y el proyecto tenga un impacto considerable en la empresa y mantengan una mejora continua.

3.5.1 Plan de control final

Para esta etapa se consideró que los objetivos para que el plan de mejora funcione son los siguientes:

- Preparar los productos de conservas de acuerdo a las fichas técnicas
- Operar el proceso con la mínima variación planteada
- Proveer un adecuado entrenamiento al personal involucrado en el proceso de preparación
- Dar un seguimiento a las actividades implementadas en planta

Las revisiones del plan de mejora se las realizarán a través de una lista de chequeo (Check List) que contienen los siguientes puntos:

- ✓ Las fichas técnicas detallan el proceso de pesaje y preparación de cada uno de los alimentos que se elaboran en planta
- ✓ Los gráficos de control del proceso mantienen la tendencia de reducción de la variación de los parámetros físico-químicos
- ✓ Los sistemas de medición son los adecuados para control del proceso
- ✓ El muestreo contiene a los responsables y el plan de control de calidad para los diferentes turnos de producción
- ✓ Los operarios poseen la información necesaria sobre el proceso de preparación y cuáles son los parámetros que tienen que cumplir
- ✓ La implementación de la mejora se encuentra detallada y documentada como respaldo de información en planta

- ✓ El plan de mejora se revisa y se actualiza cada tres meses para dar el seguimiento adecuado al proceso.

3.5.2 Análisis de estabilidad y capacidad del proceso

Antes de realizar el estudio de las nuevas capacidades del proceso o los resultados de las mejoras implementadas, se realizó los cambios de los límites de especificación ya que las especificaciones estaban desplazadas respecto a los límites de control naturales del proceso. El comportamiento natural de proceso cambio, ésta es la causa para que las especificación se hayan desplazado, por lo que el equipo cambió todos los parámetros de especificación teniendo en cuenta las normas INEN de todos que los productos que requerían este cambio, en la tabla 3.14 se puede observar los nuevos límites de especificación:

Artículo	Bx	pH	consistencia
Aceituna hueso de 250,2500 g.		3.4 - 3.6	
Aceituna rellena de 250,2500 g.		3.1-3.5	
Aceituna rubina negra de 470 g. 2500 g.		3.1 - 3.5	
Aceituna rubino sin hueso de 470 g. 2500 g.		3.4 - 3.7	
Ají con ajo 170g.	14.0 - 15.0	3.4 - 3.8	10.0 - 13.0
Ají Criollo 170 g	10.0 - 13.5	3.5 - 3.8	10.0 - 13.0
Ají habanero 170g.	14.0 - 15.0	3.3 - 3.5	11.0 - 13.0
Ají indio bravo plast. 100g.	13.0 - 15.0	3.4 - 3.8	10.0-14.0
Ají Tabasco 170g	10.0 - 13.0	3.6 - 3.9	10.0 - 14.0
Aliños 250g		3.8 - 4.0	5.0 - 6.0
Barbacoa 500g, 380g	33.0-35.0	3.8 - 4.2	5.0-7.0
Cheese spread 310 g		4.2-4.5	1.0-6.0
huevos pasterizados		3.8-4.2	
Mayonesa 370, 440, 220g		4.0 - 4.2	0.0-2.0
Mayonesa 3700 g		4.0 - 4.2	0.0-2.0
Mayonesa chili spread 300g		4.0-4.2	1.0-4.0
Mayonesa con limon 300g		4.0-4.2	0.0-2.0
Mayonesa crema de cebolla kg.		4.0 - 4.2	0.0-2.0
Mayonesa gustadina 10,40,100,250,500,1000,220,440g		4.0 - 4.2	0.0-2.0
Mayonesa Light 300g skuisi		4.0 - 4.2	0.0-2.0
Mayonesa 3700 g		4.0 - 4.2	0.0-2.0
Mer. Light Frutilla 320g.	29.0-31.0	3.3-3.5	1.0 - 5.0
Mer. Light Frutimora 320g.	29.0 - 31.0	3.0-3.4	4.0 - 6.0
Mer. Light Guayaba 320g.	29.0-31.0	3.1-3.5	0.5-3.5

Mermelada de Frutilla 300,600, 5000g	64.0-65.0	3.5 - 3.8	4.0-8.0
Mermelada de Frutimora 300,600,5000 g	64.0-65.0	3.0-3.4	0.0-5.0
Mermelada de Guayaba 300, 600 g	62.0-63.0	3.6-3.9	0.0-2.0
Mermelada de Mora 300,600,5000g	64.0-65.0	2.9-3.3	0.0-2.0
Mermelada de Piña de 300,600,5000 g	64.0-65.0	3.3-3.8	2.0-5.0
Mermelada Frutilla	65.0-66.0	3.1-3.7	3.0-7.0
Mostaza 240, 350,4000 g		3.2-3.7	0.5-4.0
Mostaza 4000g.		2.7-3.3	0.5-3.0
Mostaza miel 310 g		3.2-3.6	2.0-5.0
Pasta de tomate 4000 g, 250 g	18.0-20.0	4.2-4.5	1.0-3.0
salsa cesar		3.7-3.9	7.0-10.0
salsa china 4200g, 170g	40.0-43.0	4.5-4.9	16.0-20.0
Salsa de Tomate 10,40,100,250,395,650g	29.0-30.0	3.5-3.9	5.0-8.0
salsa de tomate light	23.0-25.0	3.4-3.7	5.0-7.0
Salsa de tomate Kg	24.0-26.0	3.2-3.8	3.0-6.0
Salsa Golf 340 g		3.6-3.8	5.0-8.0
Salsa Golf 8 gr		3.8-4.0	5.0-8.0
Salsa Inglesa 4200g, 170g	16.0-18.0	3.4-3.7	
Salsa pizza 490g	16.0-18.0	4.0-4.4	2.0-4.0
Salsa ranch		3.5-3.9	3.0-6.0
Salsa espagueti. Clásica 480g	17.0-19.0	4.0-4.4	2.0-6.0
Salsa espagueti. napolitana 480g	14.0-16.0	4.0-4.2	2.0-5.0
Salsa espagueti 500g	16.0-19.0	4.1-4.4	2.0-5.0
Vinagre Blanco 500 g		2.4-2.7	
Vinagre Blanco U.P. 3700 ml		2.4-2.7	
Vinagre Kilo		2.4-2.7	

Tabla 3.14 Nuevos parámetros de especificaciones de los productos

Una vez cambiados las especificaciones necesarias, el equipo observó que la forma de medición para la consistencia no era la adecuada ya que los operarios daban valores con precisión de 0,1 cuando el equipo de medición tiene apenas precisión de 0,5 por lo que se capacito al personal de cuál es la forma correcta de utilizar el instrumento y conocer cuál es su precisión correcta.

Al finalizar los anteriores análisis se puede empezar a recoger datos para verificar si las mejoras tuvieron un impacto considerable en las capacidades del proceso a continuación el estudio de las nuevas capacidades del proceso.

3.5.2.1 Análisis de nueva capacidad del proceso para salsas

Para el análisis de las nuevas capacidades se realizó el mismo trabajo que el estudio de las primeras capacidades.

A) Análisis de consistencia

Como se definió anteriormente se capacitó al personal de cómo es la forma correcta de medir con los instrumentos existentes en la planta. Los instrumentos que tiene la planta son Consistómetro de 0,5 de precisión por lo que los operarios no pueden tener valores con precisiones de 0,1.

Como se explico anterior mente el equipo realizó el estudio tomando en cuenta los valores que vienen por default en el Minitab, lo que indica que los límites de control del proceso se encuentran a 3 desviaciones estándares (3σ) de la media.

Una vez explicado la nueva forma de medición de esta variable e implementado las fichas técnicas de preparación se obtuvo:

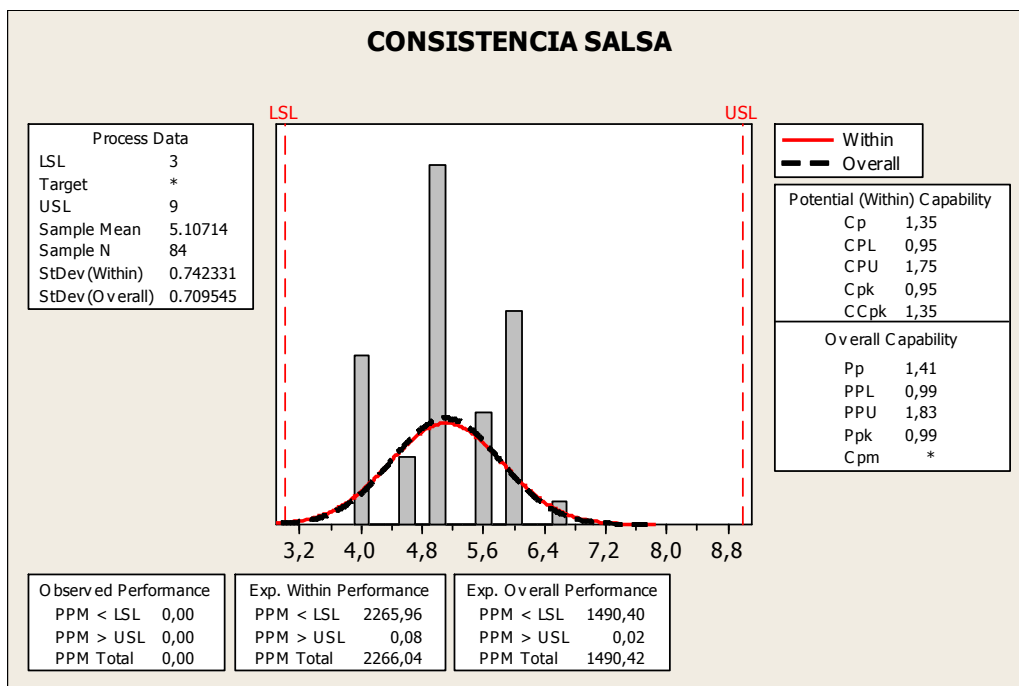


Figura 3.31. Análisis de la nueva capacidad para la variable consistencia de salsa

Como se puede ver en la figura 3.31 el parámetro consistencia en salsas bajó su variación al igual que el Cp el mismo que subió de 0.98 a 1.35 lo que indica que si hubo una mejora el proceso. Para tener una idea más clara se realizó un diagrama de caja figura 3.32, para relacionar los valores viejos con los nuevos.

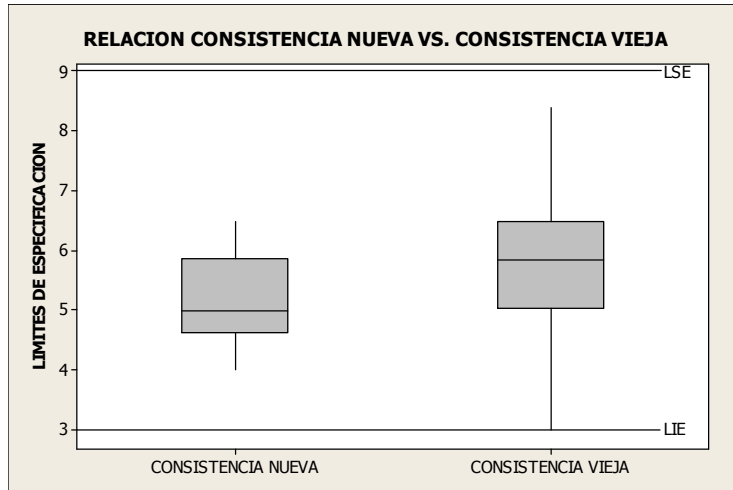


Figura 3.32 Análisis de diagrama de caja de la variable consistencia de salsas

B) Análisis de brix

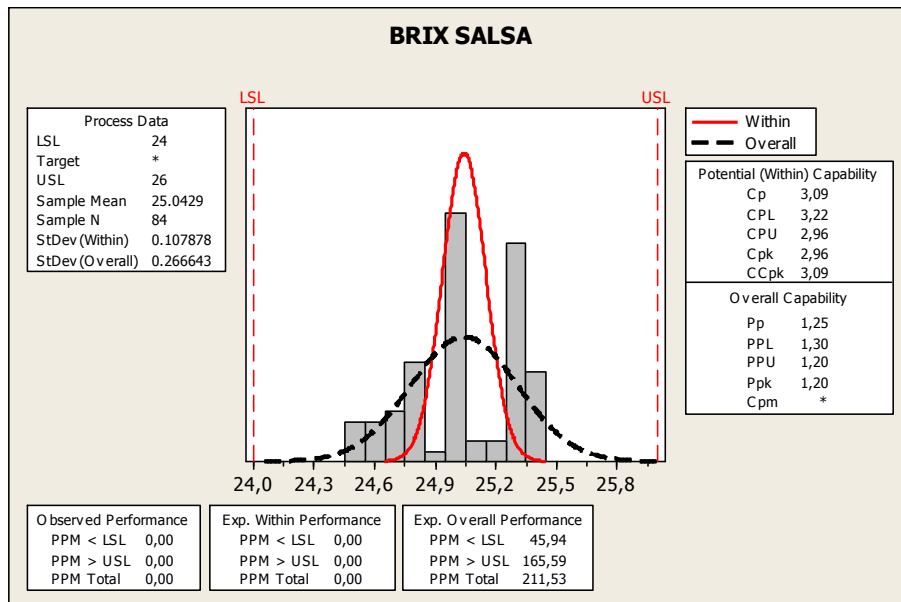


Figura 3.33 Análisis de la nueva capacidad para la variable consistencia de salsa

Este parámetro si tuvo una mejora considerable ya que el Cp subió de 0,83 a 3.09 sobrepasando el nivel recomendado por Seis Sigma.

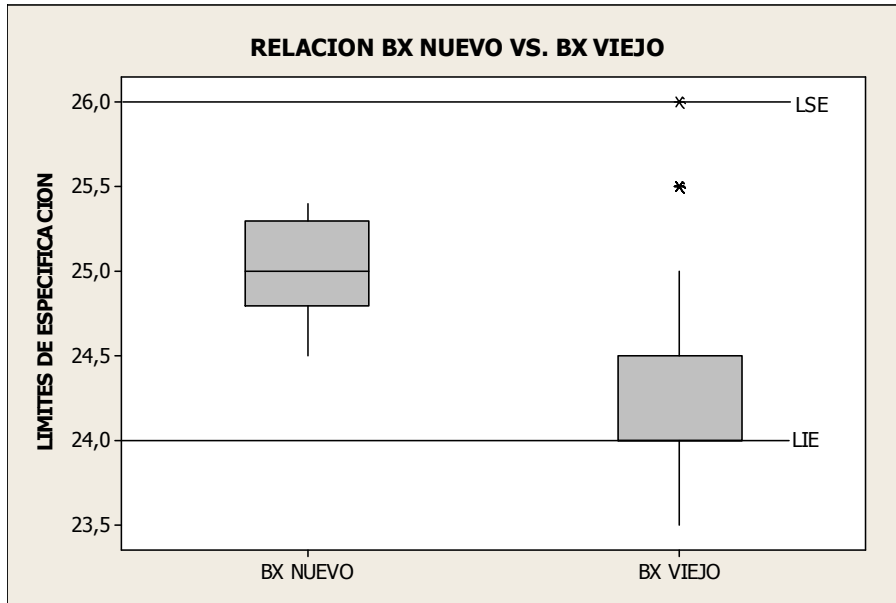


Figura 3.34 Análisis de diagrama de caja para la variable Brix de salsa

C) Análisis de pH

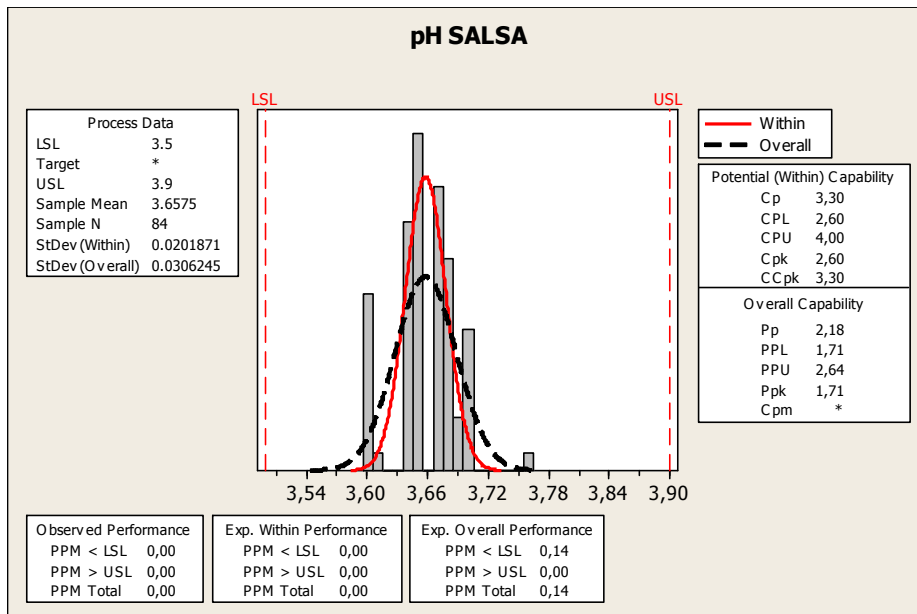


Figura 3.35 Análisis de la nueva capacidad para la variable pH de salsa

Como se puede ver en la figura 3.35 la variación de este parámetro se redujo notablemente. El Cp subió de 0,83 a 3,3 lo que indica hubo una mejora.

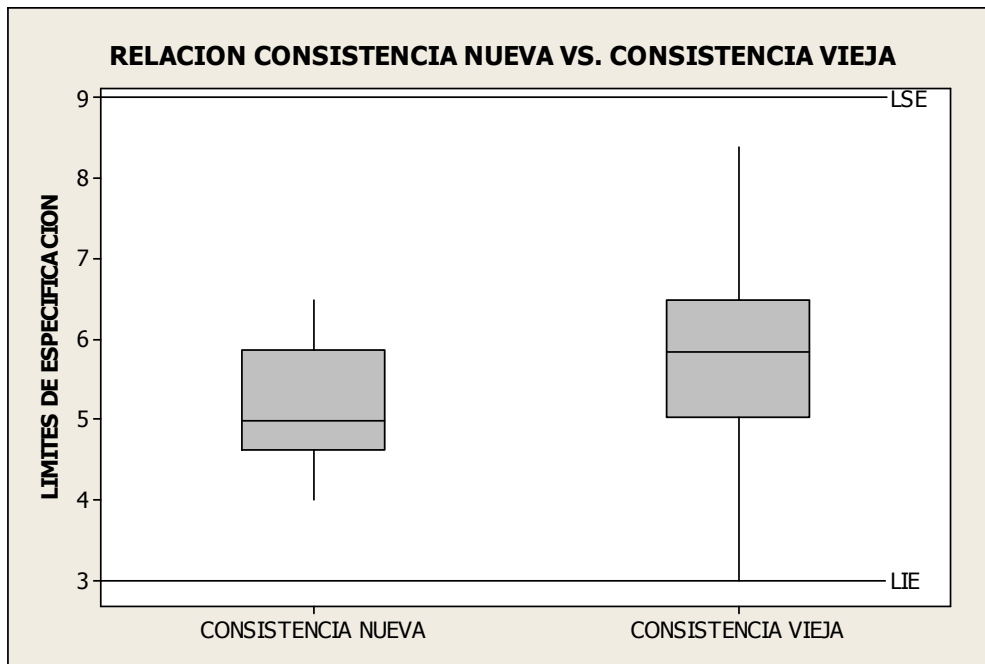


Figura 3.36 Análisis de diagrama de caja para la variable pH de salsa

En resumen se puede afirmar después del análisis de los tres parámetros que el proceso si tuvo una mejora considerable, la misma que ayudará a reducir costos por productos retenidos por deficiencias en estos parámetros.

3.5.2.2 Análisis de nueva capacidad del proceso para mayonesa

Al ser un producto tan delicado es donde se puso más énfasis en implementar las mejoras para de esa forma tener un producto homogéneo y sin tantas paradas retenidas. Gracias a la mejora de las fichas técnicas todos los operarios hacían de la misma forma y con los mismos parámetros de control.

A) Análisis de consistencia

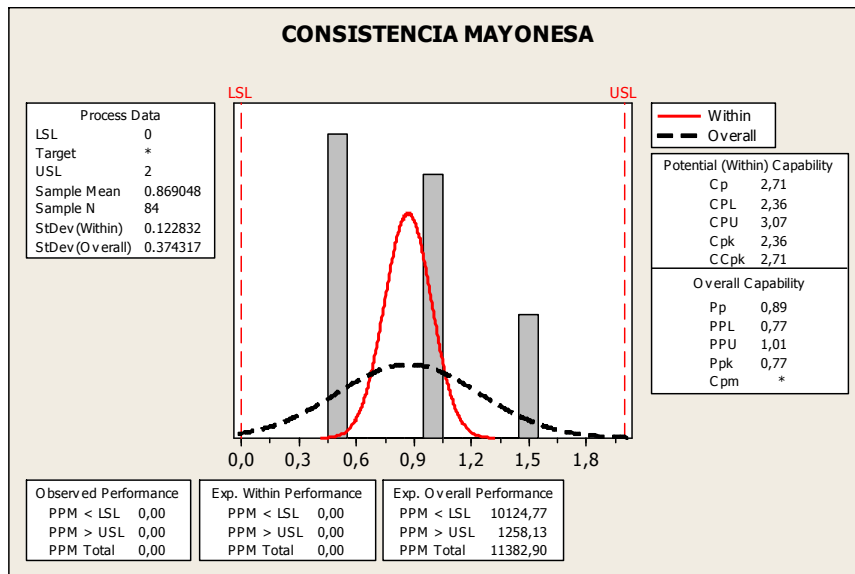


Figura 3.37 Análisis de la nueva capacidad para la variable consistencia de mayonesa

En la figura 3.37 se puede ver que la variación se ha reducido por lo que el Cp subió de 0,53 a 2,71 lo que indica que al igual que en el proceso de preparación de la salsa tuvo en este producto tuvo una mejora considerable.

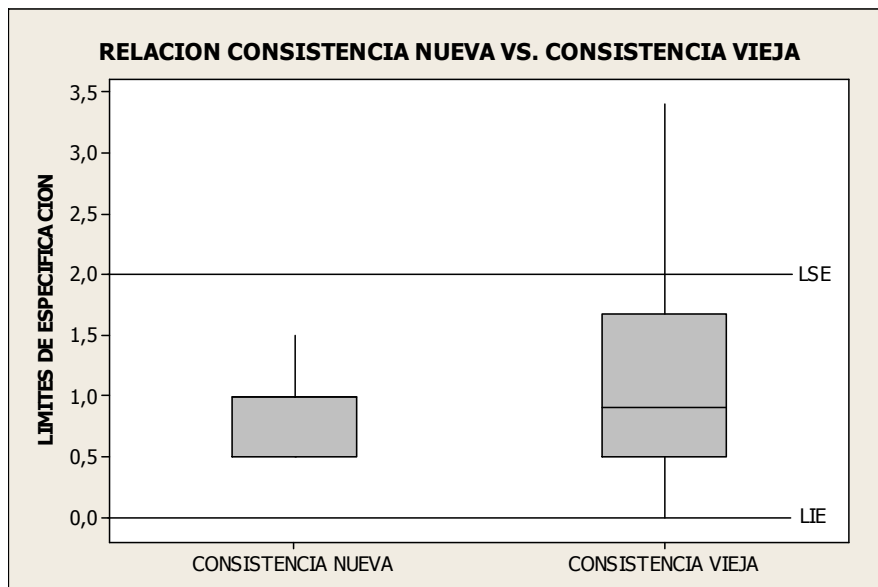


Figura 3.38 Análisis de diagrama de caja para la variable consistencia mayonesa

B) Análisis de ph

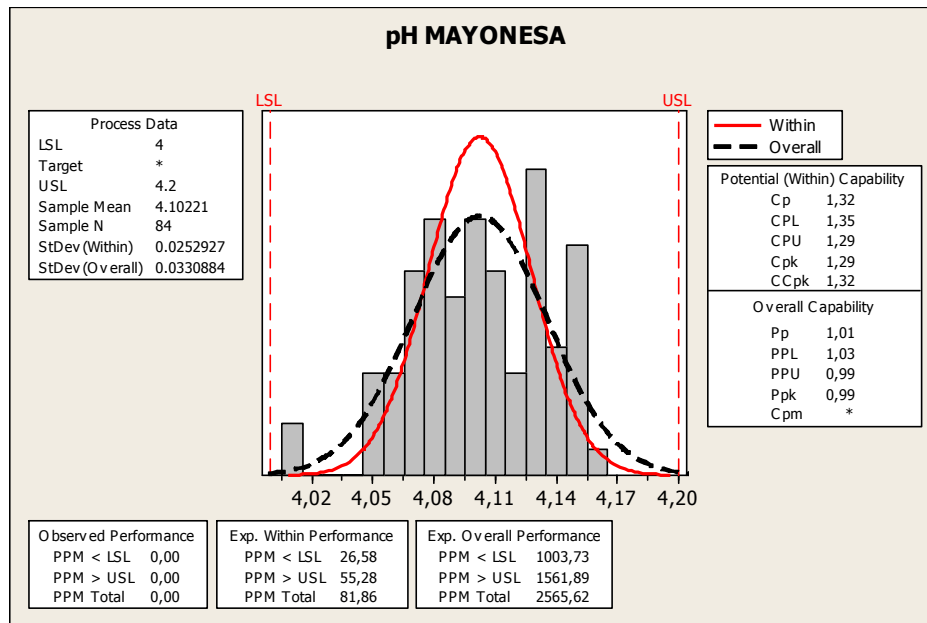


Figura 3.39 Análisis de la nueva capacidad para la variable pH de mayonesa

En la figura 3.39 se puede observar que todos los datos están dentro de los límites de especificación y el Cp subió de 0,68 a 1,32 lo que indica que también hubo una mejora en este parámetro.

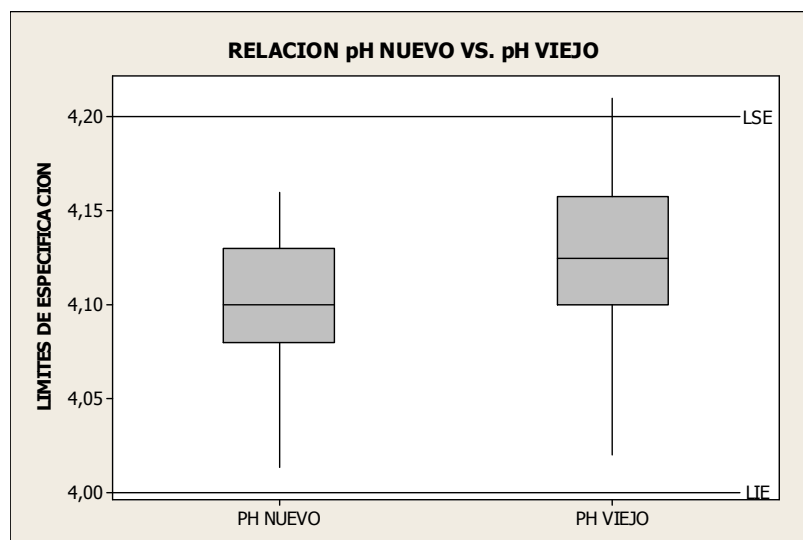


Figura 3.40 Análisis de diagrama de caja para la variable consistencia mayonesa

Es notable que el proceso de mayonesa tuviera una mejora, tanto en el parámetro de consistencia como el de pH, en la figura 3.40 se puede observar que la media baja y que todos los datos se compactan mas y existe menos variación.

En resumen también se puede decir que en el proceso de mayonesa hubo una mejora impactante en el proceso, el mismo que ayudará que la preparación de este producto sea estable y no tenga tantas paradas dañadas o retenidas por falta o por el no cumplimiento de estos parámetros de control que son muy importantes para tener una buena calidad en el producto y mejor aun en un producto como la mayonesa.

3.5.2.3 Análisis de nueva capacidad del proceso para mermelada

Al igual que los anteriores productos en la preparación de mermeladas se hizo el análisis de cada parámetro para verificar el impacto de las mejoras implementadas.

A) Análisis de consistencia

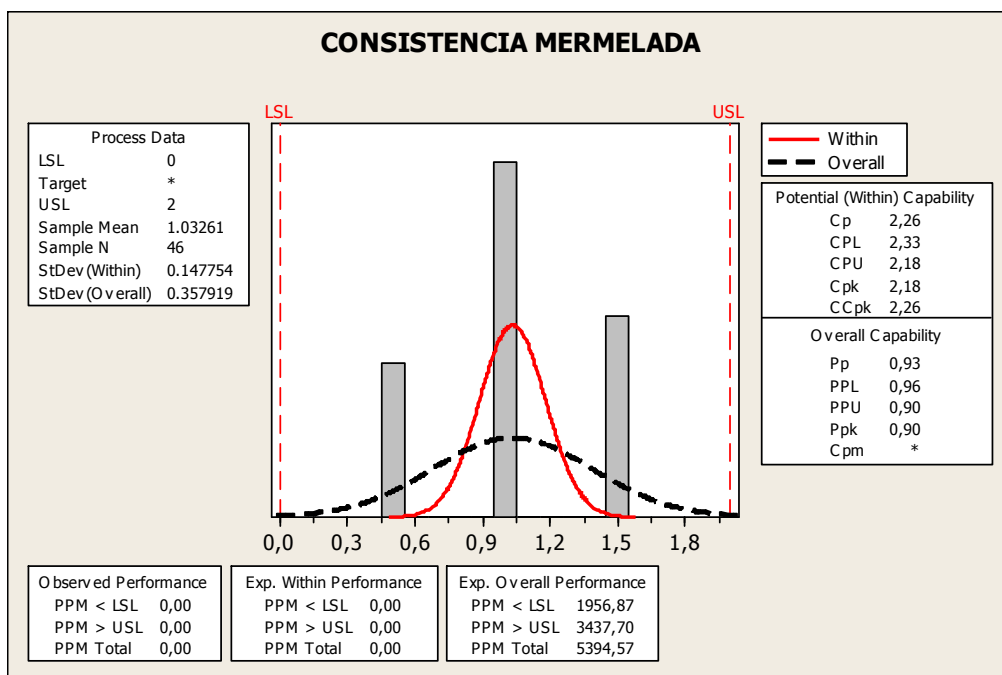


Figura 3.41 Análisis de la nueva capacidad para la variable consistencia de mermelada

En la figura 3.41 se observa que si existe una mejora de la variable consistencia de mermeladas ya que el Cp ha mejorado de 0,50 a 2,26.

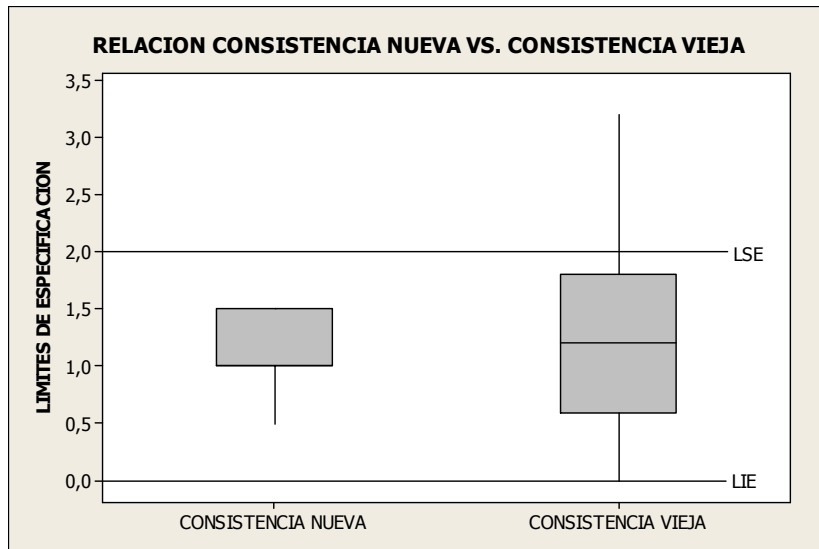


Figura 3.42 Análisis de diagrama de caja para la variable consistencia mermelada

B) Análisis de brix

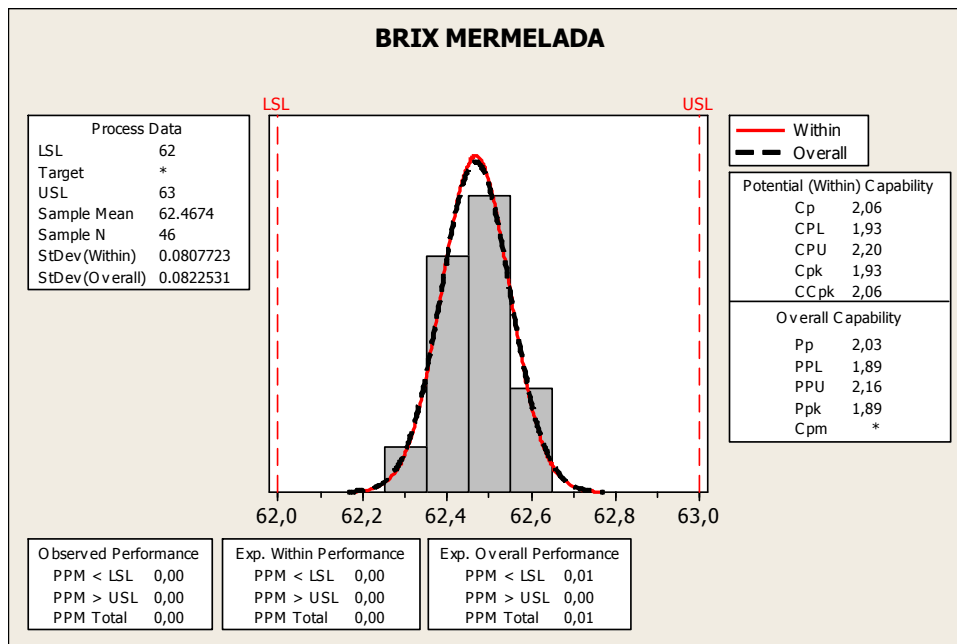


Figura 3.43 Análisis de la nueva capacidad para la variable brix de mermelada

Luego de analizar los datos de la figura 3.43, se puede decir que el proceso tuvo una mejora respecto a la variable brix, el Cp mejoro de 0,43 a 2,06

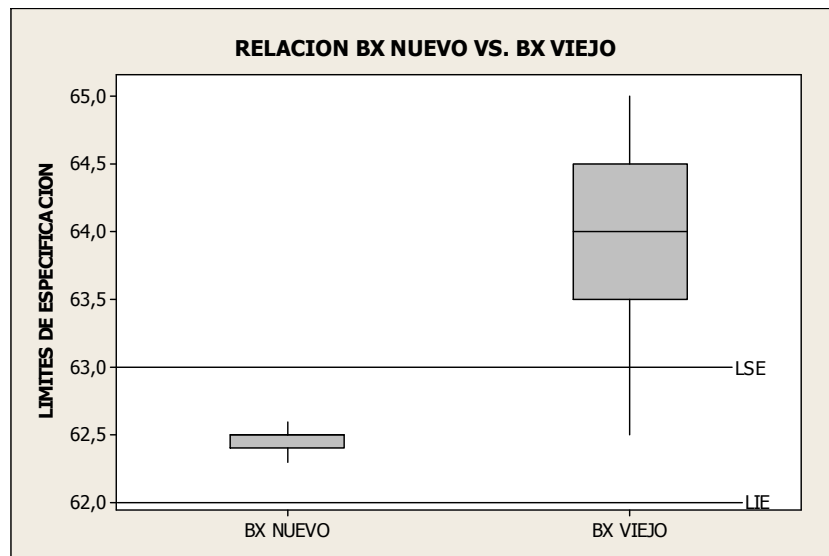


Figura 3.44 Análisis de diagrama de caja para la variable brix mermelada

C) Análisis de pH

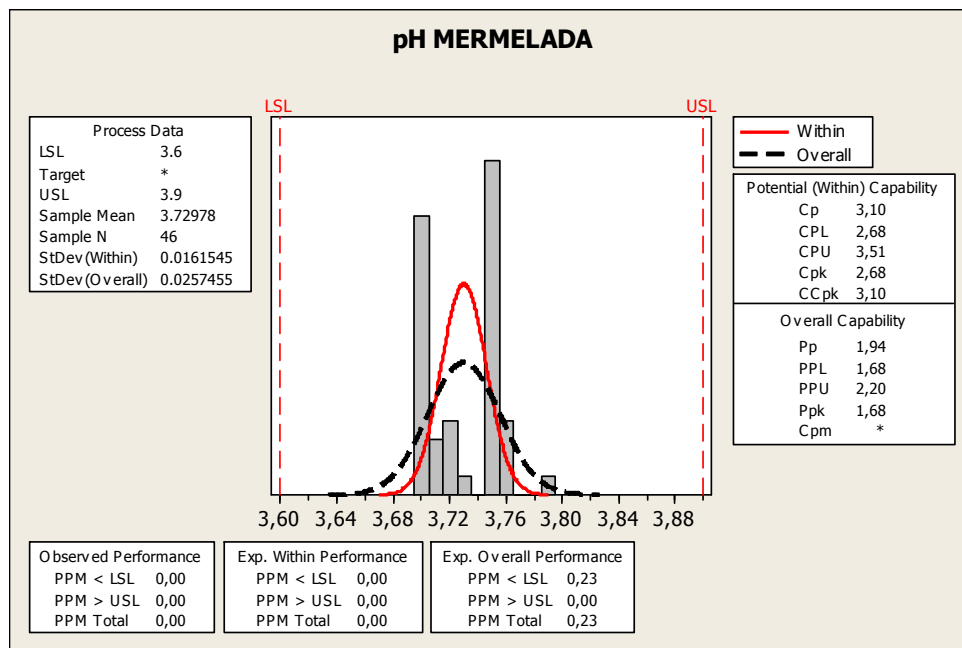


Figura 3.45 Análisis de la nueva capacidad para la variable pH de mermelada

Como se puede ver en la figura 3.45 también existe una mejora con relación al parámetro pH en mermeladas, el Cp mejoró de 0,37 a 3,10

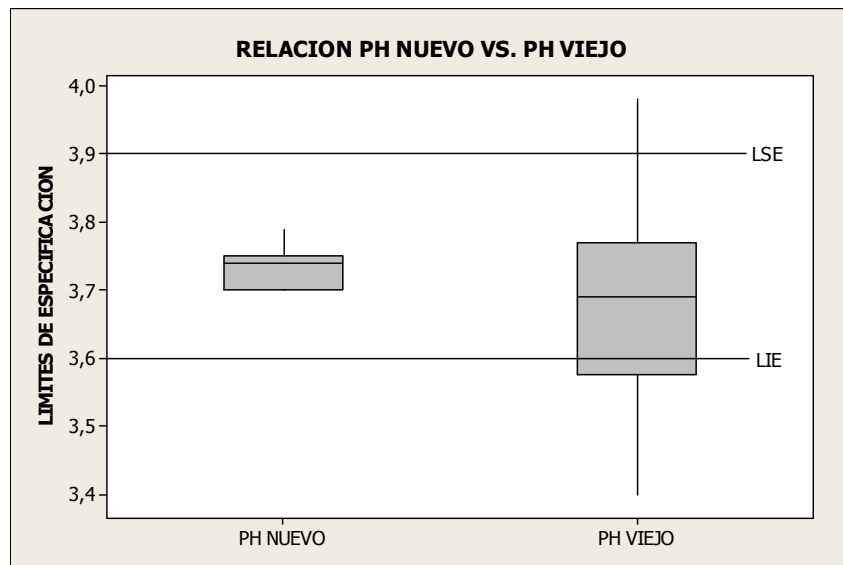


Figura 3.46 Análisis de diagrama de caja para la variable pH mermelada

Una vez realizadas las mejoras, en los gráficos se puede observar resultados a simple vista sobresalientes en la aplicación de la metodología Seis Sigma, pero eso se debe a los siguientes puntos:

1. La planta no contaba con los límites de especificación actuales del proceso por ende el proceso no estaba bajo control.
2. Los operarios no utilizaban los aparatos de medición de acuerdo a la especificación del fabricante por ende la apreciación de cada uno dependía para los resultados de cada medición final.
3. Una vez estandarizadas cada una de las fichas técnicas del proceso de preparación, lo más importante es seguirlas de acuerdo como están planteadas, ya que en alimentos el éxito o fracaso del resultado final depende de “la receta” que se aplica para cada producto y eso es lo que marca la posición en el mercado.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se establece las conclusiones que se llegaron después de realizar el proyecto de Seis Sigma y todas las recomendaciones que el equipo realizó a la empresa para su mejor funcionamiento y que puedan mantener el proyecto a largo plazo.

4.1 Conclusiones

- Se hizo un análisis del control de parámetros físico químicos, ya que el proceso se estaba controlando en parámetros que no eran los que reflejaba el proceso por ende los límites de especificación de la planta estaban desplazados y no reflejaba una realidad de lo que estaba ocurriendo realmente con el proceso.
- Se estableció un análisis de los nuevos límites de especificación para ver si estos estaban cumpliendo con las exigencias de la planta y por supuesto las normas INEN, y se determinó que estos son los más apropiados para el control de los parámetros físico-químicos.
- Una vez implementada la herramienta Seis Sigma se logró reducir la variación del proceso de preparación de conservas en la industria alimenticia.
- Se garantizó que los tiempos de cocción para cada conserva sean los adecuados de acuerdo a lo que se exige en las fichas técnicas de los proveedores de materias primas.
- Se eliminó el reproceso de pesaje de materias primas en bodega debido a la eficiencia de la ejecución de las fichas técnicas de pesaje ya que el factor descuido en los operarios desaparece por completo al momento de regirse a un "Check List".
- Se mejoró el control de calidad en los procesos de preparación ya que se eliminó la variación de operario a operario y el producto final pasó a ser el mismo independiente de la persona que estuvo a cargo de la preparación del producto.
- Se logró garantizar la secuencia lógica de adición de cada materia prima para que el producto presente los parámetros físico-químicos expuestos en cada ficha técnica.

- Se estandarizó la preparación de cada una de las conservas y se estableció un plan de control de la mejora para que se la actualice periódicamente y siempre se continúe evitando la variación en el proceso.
- Se verificó que los micro parámetros si dependen totalmente de los macro parámetros ya que se pudo comprobar que según la temperatura alcanzada en la preparación modifica el valor de la consistencia, es decir que si al almidón se lo hace hervir a mayor temperatura por más tiempo el valor de la consistencia cae y caso contrario la consistencia no tiene el valor apropiado de una salsa.
- Las herramientas Seis Sigma son muy útiles para que la empresa se dé cuenta en realidad de cuáles son errores y dónde se debe mejorar para reducir sus costos. Estas herramientas dan una idea más clara sobre la situación real de la planta la misma que debe ser analizada y mejorada para ser más productivos.
- Seis Sigma es útil y ayuda mucho para tener una mejora continua en la cualquier empresa.
- Para poder establecer un proyecto Seis Sigma se debe establecer primero un equipo de trabajo de esa forma se tendrá mayor cantidad de ideas de cómo mejorar y donde mejorar, para no depender de una sola persona que puede cometer errores que pueden costar mucho a la empresa por lo que se necesita el apoyo de varias personas en especial de los directivos de la industria.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa la compra de una balanza con un PLC, la función de esta balanza es garantizar la cantidad exacta de las materias primas según las formulas de cada conserva, ya que ésta se la puede programar para que si la materia prima no alcanza el peso necesario para una parada de producción no pase al siguiente elemento de la formula que ya se encuentra en el software incluido del sistema.
- La empresa necesita relojes digitales ya que se trabaja con relojes análogos, ya que con la apreciación de un reloj análogo siempre existirá un pequeño error de operario a operario.
- La empresa necesita instalar un sistema de control de temperaturas en las marmitas de preparación de las conservas, para garantizar que la preparación

alcance las temperaturas que necesita y el momento exacto en el que se deben adicionar las materias primas. Por lo que el equipo realizó la gestión de compra de este equipo, el mismo que interesó mucho a la empresa por su utilidad y costo.

- La empresa tiene que realizar un control periódico de las mejoras implementadas para que el plan de mejora de los resultados obtenidos, y que cada vez se pueda prevenir de manera más rápida cualquier tipo de variación a lo largo del proceso.
- La recomendación más importante que el equipo de mejora da a la empresa, es el trabajo en equipo, ya que cualquier plan de mejora continua que no cuente con el apoyo de todos los integrantes en planta mirando hacia un mismo objetivo es obsoleto ya que el éxito de la implementación de una herramienta seis sigma depende del aporte de cada integrante del proceso para cada vez crecer como persona y como profesional dentro de una organización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

- De Feo J. y Barnard W. Más allá del seis sigma. Juran Institutes. Traducción Mc Graw Hill. Madrid 2004.
- Pande P. Neuman R. y Cavanagh R. Las claves prácticas de Seis Sigma. Mc Graw Hill. Madrid 2004
- PYZDEK Th. The Six Sigma Handbook. Mc Graw Hill. USA. 2003.
- GYGI C, DE CARLO N y WILLIAMS B. Six Sigma for Dummies. Wiley Publishig. Canada .2005.

MANUALES

- MOURA Eduardo. Guía seminario formación de especialistas Seis Sigma, Green Belt. Qualiplus, Quito, Febrero 2008.
- UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE. Manual de Control Estadístico de Procesos. Dirección de investigación y postgrado Vicerrectorado Luis Caballero. Venezuela 2001.
- PUMISACHO Víctor, QUEVEDO Santiago. Implementación de la metodología Seis Sigma en el sistema productivo de la fábrica Santa Bárbara. Aplicación piloto de municiones de caza. Tesis. Quito 2005.

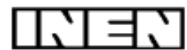
DIRECCIONES INTERNET

- www.minitab.com
- www.sixsigma.com

ANEXOS

ANEXO 1A

NORMA INEN SALSA DE TOMATE DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 899:98

SALSA DE TOMATE. DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA.

Primera Edición

CATSUP. CONSISTENCY DETERMINATION.

First Edition

DESCRIPTORES: Productos agroindustriales, conservas vegetales, análisis físico, determinación de la consistencia
AL 02.01-330
CDU: 664.8:543
CIU: 3113
ICS: 67.090.20

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	SALSA DE TOMATE. DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA.	NTE INEN 1 899:98 1998-07
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar la consistencia de la salsa de tomate.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>2.1 Consistencia. Es la capacidad que tiene la salsa de tomate (material viscoso) de fluir libremente bajo su propio peso en una superficie plana en un período de tiempo dado.</p> <p style="text-align: center;">3. EQUIPO</p> <p>3.1 Consistómetro de Bostwick (figura 1). Es un instrumento usado para determinar la consistencia de materiales viscosos (salsa de tomate).</p> <p>3.1.1 <i>Descripción.</i> El consistómetro de Bostwick consta de un canal de acero inoxidable bien limpio, pulido y libre de ondulaciones, provisto de una escala graduada en centímetros y cerrado en los extremos. Uno de los extremos dispone de una cámara (reservorio) cerrada por una puerta la cual puede abrirse casi instantáneamente. Las paredes del extremo cerrado por la puerta (cámara) deben ser cuidadosamente medidas y niveladas a lo largo de la cubierta de la cámara. El extremo más largo del instrumento es graduado en una escala de 1/2 cm de paso, empezando a 1 cm de la puerta; las graduaciones son numeradas en centímetros.</p> <p>El instrumento dispone de dos burbujas de nivel y dos tornillos para ajustar el nivel en el extremo de la cámara; la puerta se desliza verticalmente entre los dos soportes acanalados.</p> <p>3.2 Cronómetro</p> <p>3.3 Espátula</p> <p>3.4 Termómetro</p> <p style="text-align: center;">4. PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Nivelar el consistómetro con ayuda de los tornillos niveladores, asegurar que éste no se mueva y se encuentre a la temperatura especificada por el ensayo.</p> <p>4.2 Ajustar la temperatura de la muestra a $20 \pm 1^\circ\text{C}$, mezclar cuidadosamente con ayuda de una espátula, procurando no incorporar burbujas de aire; manteniendo cerrada la puerta de la cámara, llenar completamente ésta con el producto.</p> <p>4.3 Con ayuda de la espátula enrasar la parte superior de la masa del producto a ensayar, removiendo el exceso de éste.</p> <p>4.4 Soltar súbitamente la puerta de la cámara, a la vez que se empieza a tomar el tiempo y se deja que el producto fluya libremente por el canal.</p> <p>4.5 Treinta segundos después de abierta la puerta se lee en la escala marcada en el fondo del instrumento la distancia máxima en centímetros que alcanzó el producto.</p>		

4.6 Limpiar y secar el instrumento antes de repetir, con otra porción de muestra, el procedimiento descrito. No debe lavarse con agua caliente, cuando el instrumento va a ser usado inmediatamente, ya que esto modificaría la temperatura especificada por el ensayo.

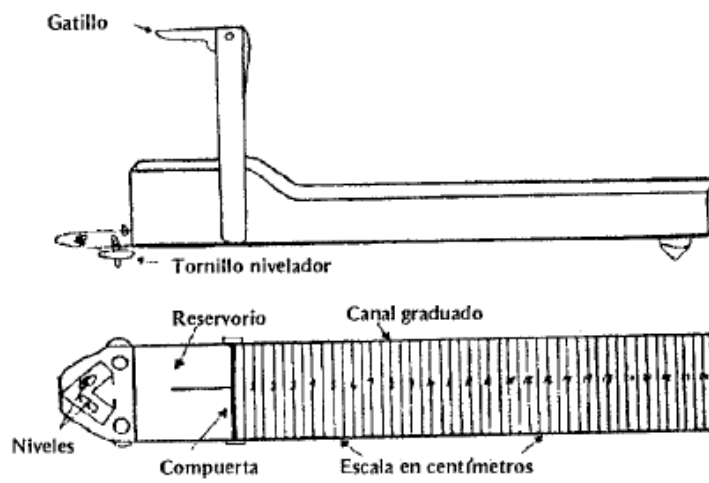
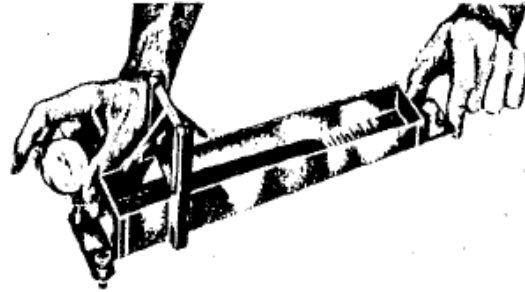
4.7 Si las lecturas varían en más de 0,2 cm, se repite la determinación una tercera vez o hasta que se obtenga un resultado satisfactorio.

5. INFORME DE RESULTADOS

5.1 En el informe de resultados se debe indicar el promedio de dos o más determinaciones sin tomar en cuenta aquellas que hubieran dado un resultado anormal.

5.2 Expresar el resultado en centímetros con una cifra decimal

FIGURA 1. Consistómetro de Bostwick



ANEXO 1B

NORMA INEN SALSA DE TOMATE REQUISITOS



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 026:98
Primera revisión

SALSA DE TOMATE. REQUISITOS.

Primera Edición

CATSUP. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Productos agroindustriales, conservas vegetales, salsa de tomate.
AL 02.01-410
CDU: 664.87.635.64
CIU: 3113
ICS: 67.080.20

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	SALSA DE TOMATE. REQUISITOS	NTE INEN 1 026:98 Primera revisión 1998-07
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que debe reunir la salsa de tomate.</p> <p>2. DEFINICIONES</p> <p>Para los efectos de la presente norma se establece lo siguiente:</p> <p>2.1 Salsa de tomate (Catsup o Catchup, Ketchup). Es el producto obtenido a partir de frutos sanos, limpios y maduros de tomate de la variedad "Lycopersicum esculentum" L, por trituración, tamizado y posterior concentración de la fase líquida, o por dilación de la pasta(concentrado) de tomate; adicionado de sal, vinagre, especias, condimentos y sustancias edulcorantes nutritivas y aditivos alimentarios permitidas por la presente norma, el cual es sometido a un tratamiento térmico adecuado que asegure su conservación.</p> <p>3. CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN DEL PRODUCTO</p> <p>3.1 El producto objeto de esta norma se clasifica en dos tipos con un solo grado de calidad.</p> <p>a) Tipo I Normal</p> <p>b) Tipo II Picante</p> <p>3.2 Se designan como: salsa de tomate Catsup o Ketchup y salsa de tomate picante.</p> <p>4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Preparación. Para la preparación de la salsa de tomate se puede utilizar una o varias combinaciones de dos o mas de las siguientes opciones:</p> <p>4.1.1 El zumo (jugo) sin fermentar y sin preservantes, obtenido por triturado y tamizado de tomates rojos o rojizos de la variedad <i>Lycopersicum esculentum</i> L.</p> <p>4.1.2 El líquido obtenido por tamizado del residuo del procesamiento de tomate y jugo enlatados.</p> <p>4.1.3 El líquido obtenido de la dilación de la pasta(concentrado) de tomate.</p> <p>4.1.4 Tomate en polvo (deshidratado o liofilizado).</p> <p>4.2 El líquido deberá ser extraído de tal manera que se excluya la piel, semillas, corazones y partes duras del tomate.</p> <p>4.3 Materia prima. Los tomates empleados en la elaboración de la salsa de tomate deberán ser: maduros, sanos, frescos y limpios, cuidadosamente lavados, desprovistos mediante corte, de cualquier parte defectuosa o verde, libres de contaminación por insectos y de hongos y prácticamente libres de residuos de plaguicidas u otras sustancias nocivas que afecten la calidad del producto final, de acuerdo con las tolerancias permitidas por la legislación fitosanitaria vigente en el país.</p>		

5.7.5 El fabricante de salsa de tomate deberá tomar en cuenta que los sólidos totales provenientes exclusivamente del tomate, deberán estar presentes en el producto final en una proporción no menor del 12 %.

5.8 **Aditivos alimentarios.** Los aditivos alimentarios permitidos por la presente norma deberán cumplir con lo establecido en la NTE INEN 2074 y en las normas INEN de identidad y pureza para cada aditivo alimentario, o en su ausencia, con lo establecido en el Codex Alimentarius o Código Federal de Regulaciones del FDA.

5.8.1 No deberá agregarse al producto sustancias colorantes.

5.8.2 *Estabilizadores.* Se permite la adición de las siguientes sustancias estabilizadores: almidones modificados, carrageninas, goma guar, goma xantán, pectinas, carboximetil celulosa; hasta un máximo de 0,3% del producto terminado, solos o mezclados.

5.8.3 *Ácidos orgánicos grado alimenticio.* Se podrán agregar los siguientes ácidos orgánicos: ascórbico, cítrico, tartárico, málico, acético y láctico, solos o mezclados.

5.8.3 *Conservantes.* Se permite el uso de ácido sórbico, ácido benzoico o sus sales de sodio y potasio en una dosis máxima de 1 000 mg/kg solos, o mezclados en una dosis máxima de 1 250 mg/kg. La determinación de los mismos se hará mediante las NTE INEN 2 141 y 2 142 respectivamente.

6. REQUISITOS

6.1 **Requisitos físicos y químicos.** La salsa de tomate para cualquiera de los dos tipos deberá cumplir con los requisitos especificados en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos físicos y químicos.

Requisitos	Unidad	Mín.	Máx.	Método de Ensayo
Consistencia a 20°C mediante el consistómetro de Bostwick.	cm en 30 s	--	8	NTE INEN 1 899
Sólidos totales, por secado al vacío.	%(m/m)	31	--	NTE INEN 380
Sólidos solubles totales a 20°C, excluida la sal añadida.	%(m/m)	27	--	NTE INEN 380
Cloruro de sodio, expresado como ClNa .	%(m/m)	--	4	NTE INEN 383
Acidez titulable, expresado como ácido acético anhidro.	%(m/m)	1,0	2,0	NTE INEN 381
PH .	--	--	4,2	NTE INEN 389
Espacio libre.	% en vol.	--	10	NTE INEN 394

6.2 Límites máximos para contaminantes (metales pesados). Los límites máximos permitidos de metales pesados en la salsa de tomate, para cualquiera de los dos tipos son los que se indican en la tabla 3.

TABLA 3. Contaminantes (metales pesados)

REQUISITOS	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Arsénico, como As	mg/kg	0,2	NTE INEN 269
Plomo, como Pb	mg/kg	0,3	NTE INEN 271
Cobre, como Cu	mg/kg	5,0	NTE INEN 270
Estaño, como Sn	mg/kg	250,0	NTE INEN 385
Zinc, como Zn	mg/kg	5,0	NTE INEN 399
Mercurio, como Hg	mg/kg	0,05	A.O.A.C

6.3 Requisitos microbiológicos

6.3.1 La salsa de tomate, para cualquiera de las dos tipos, deberá cumplir con un contenido de mohos máximo de 40 campos positivos por cada 100 campos examinados después de diluir la muestra, según el método establecido en la NTE INEN 386, ver tabla 4.

TABLA 4. Requisitos microbiológicos

REQUISITOS	UNIDAD	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Contenido de mohos (hifas), número de campos positivos en 100 campos (método Howard)	%	40	NTE INEN 386
Microorganismos patógenos	ufc/25g	Ausencia	
Levaduras	ufc/g	Ausencia	
Coliformes	ufc/g	Ausencia	
Bacterias acidúricas	ufc/g	Ausencia	

6.3.2 El producto deberá estar exento de microorganismos capaces de desarrollarse en condiciones normales de almacenamiento. No deberá contener ninguna sustancia tóxica originada por microorganismos. Los ensayos de estabilidad respectivos deberán realizarse según la serie de las NTE INEN 1 529 de control microbiológico de alimentos.

6.4 Vacío. El vacío referido a 101,325 kPa² de presión barométrica a 20°C, no deberá ser menor de 16,7 kPa, únicamente en el producto envasado en recipientes de vidrio. Este requisito no se aplica al producto envasado en condiciones asépticas bajo atmósfera de gas inerte y al producto envasado en recipientes plásticos de uso alimentario, ver la NTE INEN 392.

² La presión barométrica de 101,325 kPa equivale a 760 mm de Hg, o a una atmósfera.

6.5 Defectos

6.5.1 El producto en sus dos tipos, no deberá presentar bajo condiciones de visión normal, parásitos o restos de los mismos, fragmentos de insectos, sustancias extrañas y separación de agua en el cuello de los envases de vidrio.

6.5.2 El producto en sus dos tipos, ensayado de acuerdo con la NTE INEN 397, no deberá contener más de 40 partículas negras del tamaño de 0,5 a 1 mm en su mayor dimensión, en una muestra de 100 g, no deberá presentar partículas negras mayores de 1 mm en su mayor dimensión; partículas negras menores de 0,5 mm no se considerarán.

7. ENVASADO, ROTULADO Y EMBALAJE

7.1 **Envases.** Los envases para la salsa de tomate deberán ser de material lo suficientemente inerte a la acción del producto de tal forma que no altere sus características físico-químicas y organolépticas o produzca sustancias tóxicas. No deberán presentar deformaciones u otros defectos que atenten a la calidad y buena presentación del producto; el sellado deberá ser hermético, pero el sistema deberá permitir al consumidor cerrar nuevamente el envase durante su uso.

7.2 **Rotulado.** Para los efectos de la presente norma, las etiquetas deberán ser de papel o de cualquier otro material que pueda adherirse a los envases, o bien de impresión permanente sobre los mismos.

7.2.1 Las declaraciones deberán ser con caracteres legibles e indelebles en condiciones de visión normal, redactadas en idioma español y adicionalmente en otro idioma si las necesidades del país así lo disponen, hechas en forma tal que no desaparezcan bajo condiciones de uso normal.

7.2.2 La etiqueta deberá cumplir con lo especificado en la NTE INEN 1 334 y llevar como mínimo la siguiente información:

- a) La denominación del producto será: "salsa de tomate catsup, ketchup o catchup", o salsa de tomate picante, según sea el caso. Ver numeral 3.2.
- b) El contenido neto expresado en el Sistema Internacional de Unidades,
- c) La identificación del lote de fabricación, incluido el año, mes y día de fabricación, los cuales pueden ponerse en clave en un lugar apropiado del envase,
- d) Fecha de caducidad o expiración del producto, ubicada en un lugar visible de la etiqueta,
- e) La declaración, "hecho de o hecho parcialmente de", ver numerales 4.1.1 a 4.1.4,
- f) El nombre de los ingredientes en orden decreciente de proporciones,
- g) Los aditivos alimentarios, indicando su función en el producto,
- h) El país de origen,
- i) El nombre o razón social del fabricante o de la empresa comercial, bajo cuya marca se expende el producto, así como la dirección,
- j) El número de Registro Sanitario,
- k) Norma NTE INEN de referencia,
- l) Cualquier otra información que fuese requerida por las leyes o reglamentos que rijan en cada país.

7.2.3 La etiqueta no deberá llevar ninguna leyenda de significado ambiguo, ilustraciones o adornos que induzcan a engaño, ni descripciones de características del producto que no se puedan comprobar.

7.3 Embalaje. Los embalajes y materiales para embalajes deberán cumplir con las NTE INEN correspondientes, o en su ausencia con normas internacionales.

7.4 Transporte y almacenamiento. El transporte y almacenamiento del producto deberán cumplir con las normas de higiene y buenas prácticas de manufactura que rigen en el país.

8. INSPECCIÓN

8.1 Muestreo. El muestreo deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 378.

8.2 Inspección y control. La inspección y verificación de la calidad de la salsa de tomate deberán ser practicadas por organismos legalmente competentes para tal fin, u organismos autorizados por el INEN y aceptados por las partes, los cuales deberán contar con el personal técnico capacitado para realizar el muestreo, la ejecución de los análisis físico-químicos y sensoriales, y demás requisitos que exige la presente norma.

8.3 Criterios de aceptación y rechazo

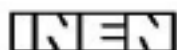
8.3.1 Se considera que el lote es conforme cuando cumple con las especificaciones señaladas en la presente norma.

8.3.2 Si el producto no es conforme con uno o varios de los requisitos establecidos en los Capítulos 5 y 6 de la presente norma, el criterio de aceptación o rechazo a emplearse será el que se indica en la NTE INEN 378 para defectos mayores.

8.3.3 El incumplimiento de uno de los requisitos señalados en los numerales 6.2 y 6.3, considerados críticos, constituye una causa para rechazar el lote.

ANEXO 2

NORMA INEN MAYONESA REQUISITOS



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 295:2006

MAYONESA. REQUISITOS.

Primera Edición

MAYONNAISE. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Producto alimenticio, alimento preparado, salsa, mayonesa.
AL 02.07-422
CDU: 664.346
CIIU: 3115
ICS: 67.220.10

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	MAYONESA. REQUISITOS.	NTE INEN 2 295:2006 2006-01
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la mayonesa.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a la mayonesa envasada y destinada al consumo directo.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Mayonesa. Es el producto que se presenta en forma de una emulsión aceite en agua, obtenida a partir de aceites vegetales comestibles refinados, vinagre, huevos y sal, adicionado o no de condimentos, especias y hierbas aromáticas.</p> <p>3.2 Salsa o aderezo mayonesa. Es el producto, de consistencia variable, elaborado a base de mayonesa al que se le puede adicionar o no condimentos, especias y hierbas aromáticas, con inclusión o no de otros ingredientes.</p> <p>3.3 Mayonesa baja en calorías. Es el producto definido en 3.1 en el cual el contenido de aceite vegetal comestible refinado es menor.</p> <p>3.4 Mayonesa con sabor. Es el producto definido en 3.1, 3.2 y 3.3 al que se le ha adicionado ingredientes naturales que le confieren un sabor característico.</p> <p style="text-align: center;">4. CLASIFICACIÓN</p> <p>4.1 La mayonesa se clasifica de acuerdo a:</p> <p>4.1.1 Por el contenido de grasa</p> <p>4.1.1.1 Mayonesa</p> <p>4.1.1.2 Salsa o aderezo mayonesa</p> <p>4.1.1.3 Mayonesa baja en calorías.</p> <p>4.1.2 Por los ingredientes adicionados</p> <p style="text-align: center;">5. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>5.1 Los ingredientes comúnmente usados son: huevos, edulcorantes naturales, sal, condimentos, especias, hierbas aromáticas, vegetales, jugo de frutas, mostaza, productos lácteos y agua.</p> <p>5.2 La mayonesa debe elaborarse con huevos enteros, claras, yemas frescas, congeladas o deshidratadas solos o mezclados.</p>		

5.3 El aceite que se utilice para la elaboración de la mayonesa debe ser aceite vegetal comestible refinado.

5.4 El vinagre utilizado en la fabricación del producto deberá proceder de un proceso adecuado de fermentación acética. En sustitución del vinagre podrá utilizarse ácido acético diluido de calidad alimentaria.

5.5 Pueden utilizarse como edulcorantes naturales: sacarosa, dextrosa, jarabe de glucosa, azúcar invertido y miel de abejas.

5.6 A más de los antioxidantes indicados en la tabla 4, se permite como antioxidantes y en las cantidades límites, el equivalente al porcentaje proveniente de los aceites vegetales comestibles refinados, que se usan como materia prima.

5.7 Se permite el uso de los aditivos indicados en la tabla 4.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 La mayonesa debe tener consistencia y color uniforme, sin separación de fases.

6.1.2 El producto envasado, no debe presentar un anillo de coloración más oscura en el cuello del envase.

6.1.3 La mayonesa debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos para la mayonesa

Requisito	Mayonesa		Salsa o aderezo mayonesa		Mayonesa baja en calorías	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Grasa (extracto etéreo), %m/m	65	--	>30	<65	--	30
contenido de yema de huevo, % m/m	5	--	5	--	5	--
pH (20 °C)	--	4,1	--	4,1	--	4,1

6.1.4 La mayonesa, cuando se haya analizado con métodos apropiados de muestreo y análisis:

- Debe estar exenta de microorganismos patógenos,
- Debe estar exento de sustancias procedentes de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

6.1.5 La mayonesa debe cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para la mayonesa

Requisitos	n	m	M	c	Método de ensayo
Recuento de microorganismos mesófilos ufc/g	3	$5,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	1	NTE INEN 1529-5
Coliformes NMP/g	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/g	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Estafilococos coagulasa positiva ufc/g	3	< $1,0 \times 10^2$	--	0	
Recuento de mohos y levaduras up/g	3	$2,0 \times 10^1$	$5,0 \times 10^1$	1	NTE INEN 1529-10
Salmonella/25 g	3	ausencia	ausencia	0	NTE INEN 1529-15

En donde:

NMP = Número más probable

ufc = unidades formadoras de colonias

up = unidades propagadoras

n = número de muestras

m = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad

M = índice máximo permisible para identificar el nivel de calidad aceptable

c = número de muestras entre m y M

6.1.6 La cantidad máxima permisible para contaminantes es la indicada en la tabla 3.

TABLA 3. Contaminantes

Contaminante	Nivel máximo permisible
Arsénico (As)	0,1 mg/kg
Plomo (Pb)	0,1 mg/kg
Cobre (Cu)	2,0 mg/kg

6.1.7 Los aditivos alimentarios y sus límites máximos son los indicados en la tabla 4.

TABLA 4. Aditivos alimentarios

Acidificantes	Dosis máxima permisible
Ácido acético y sus sales de Na y K	Limitado por PCF 5 g/kg Limitada por PCF, para mayonesa con sabor
Ácido cítrico y sus sales de Na y K	
Ácido láctico y sus sales de Na y K	
Ácido málico y sus sales de Na y K	
Ácido tartárico y sus sales de Na y K	
Antioxidantes	
Alfa- tocoferol y concentrados mixtos de tocoferol	240 mg/kg solos o mezclados
Ácido ascórbico	300 mg/kg
Hidroxianisol butilado (BHA)	140 mg/kg
Hidroxitolueno butileno (BHT)	80 mg/kg
Palmitado de ascorbilo	500 mg/kg
Butil hidroxiquinona terciaria (TBHQ)	160 mg/kg
Color	
Curcumina	100 mg/kg solos o mezclados para todos los tipos de mayonesa
Beta-caroteno	
Beta-apo-carotenol	
Beta-apo-8' - ácido carotenoico	
Extractos de bija	
Clorofila	500 mg/kg en la mayonesa con hierbas
Caramelo	500 mg/kg en la mayonesa con mostaza
Rojo de remolacha	500 mg/kg en la mayonesa con tomate
Sustancias conservantes	
Ácido benzoico y sus sales de Na y K	1 g/kg solos o mezclados
Ácido sórbico y sus sales de K	1 g/kg solos o mezclados
Secuestrantes	
EDTA y sus sales sódicas y cálcicas	75 mg/kg

Aromas	}	Limitada por PCF
Sustancias aromatizantes naturales		
Acentuadores de sabor		
Glutamato monosódico		5g/kg en la mayonesa con hierbas
Estabilizantes	}	1 g/kg solos o mezclados
Carragenina		
Alginato de sodio		
Alginato de potasio		
Alginato de propilen glicol		
Goma de algarrobo		
Goma guar		
Carboximetilcelulosa sódica		
Goma Xantán		
Goma de tragacanto		
Celulosa microcristalizada	}	1g/hg solos o mezclados
Pectinas		
Goma arábiga		
Cloruro de calcio		
Almidones modificados:	}	5g/kg para mayonesa limitado por PCF para salsa o aderezo de mayonesa y mayonesa baja en calorías
Preparaciones enzimáticas	}	Limitada por PCF
Glucosa oxidasa de <i>Aspergillus niger</i> var.		
Inhibidores de cristalización	}	Limitada por PCF
Oxyestearina		
Lecitina		
Esteres de propilen glicol o de ácidos grasos		

7. INSPECCIÓN

7.1 Muestreo

7.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 476.

7.2 Aceptación o rechazo

7.2.1 Se aceptan los lotes de producto que cumplan con las especificaciones de esta norma, caso contrario se rechaza.

8. ENVASADO Y EMBALADO

8.1 El producto se envasará en recipientes con cierre hermético que proporcione al producto una adecuada protección durante el almacenamiento y el transporte.

9. ROTULADO

9.1 El rotulado debe cumplir con los requisitos establecido en el reglamento de alimentos, en la NTE INEN 1 334, en otras disposiciones legales vigentes en tanto no se contraponga con dicho reglamento.

9.2 No debe tener leyendas de significado ambiguo, ni descripciones de características del producto.

NOTA: Los ensayos se efectuarán con las NTE INEN, en caso de que estas no existan se los realizará con los métodos de la AOAC en su última edición.

ANEXO 3

NORMA INEN MERMELADA REQUISITOS

Norma Ecuatoriana Obligatoria	CONSERVAS VEGETALES. MERMELADA DE FRUTAS. REQUISITOS.	INEN 419 Primera Revisión 1986-05
--	--	--

1.OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las mermeladas de frutas.

2. TERMINOLOGIA

2.1 Mermelada de frutas. Es el producto obtenido por la cocción del ingrediente de fruta, como se define en el numeral 2.2, mezclado con azúcares, otros ingredientes permitidos y concentrado hasta obtener la consistencia adecuada.

2.2 Ingrediente de fruta. Es el producto preparado a partir de:

- a) Fruta fresca, fruta entera, trozos de fruta, pulpa o puré de fruta, congelada, concentrada y/o diluida o conservada por algún otro método permitido.
- b) Fruta sana, comestible, de madurez adecuada y limpia, no privada de ninguno de sus componentes principales, con excepción de que esté cortada, clasificada o tratada por algún otro método para eliminar defectos tales como magullamientos, pedúnculos, partes superiores, restos, corazones, hueso (pipitas) y que puede estar pelada o sin pelar.
- c) Que contiene todos los sólidos solubles naturales (extractivos) excepto los que se pierden durante la preparación de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación.

2.3 Consistencia adecuada. Es la que debe presentar la mermelada cuando:

- a) La textura sea firme, untosa, sin llegar a ser dura;
- b) en caso de usar trozos de fruta, éstos deben estar uniformemente dispersos en toda su masa.

2.4 Otras materias vegetales extrañas. Porciones o partículas extrañas de materias vegetales extrañas inofensivas y que midan como máximo 5 mm en cualquier dimensión.

2.5 Fruta dañada o manchada. Es la fruta o pedazos de la misma, cuya apariencia o calidad comestible están deterioradas por magulladuras, partículas oscuras, daños causados por insectos, hongos, bacterias, y áreas endurecidas.

2.7 Semillas. Son aquellas semillas provenientes de la fruta que están o no completamente desarrolladas.

2.8 Cáscara manchada. Son pedazos de cáscara con manchas oscuras superficiales apreciables a simple vista.

2.9 Carozo. Es el hueso entero del durazno que se elimina en la preparación de la fruta para la elaboración de la mermelada.

2.10 Fragmentos de carozo. Pieza de hueso menor del equivalente de la mitad de un hueso y que pesa por lo menos 5 miligramos.

2.11 Cáscara o piel. Cualquier trozo de epidermis que se elimina normalmente cuando se prepara la fruta para la elaboración de la mermelada.

2.12 Hojas. Cualquier partícula de hoja o bráctea que mida más de 5 mm en cualquier dimensión.

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 El producto, así como la materia prima usada para elaborarlo, cumplirá con lo especificado en la Norma INEN 405.

3.2 Otras definiciones empleadas en esta norma constan en la Norma INEN 377.

3.3 La materia prima utilizada para elaborar la mermelada debe corresponder a las variedades comerciales para conserva que respondan a las características del fruto de:

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO
Mora	Rubus spp.
Frujilla	Fragaria sp
Piña	Anana sativa o comosus
Naranja	Citrus citensis o aurantium
Durazno	Prunus pérsica
Guayaba	Psidium guayaba L
Membrillo	Cydonia vulgaris

3.4 La mermelada debe ser elaborada con 45 partes, en masa, del ingrediente de fruta original por cada 55 partes de los edulcorantes mencionados en el numeral 4.3.5.

4. REQUISITOS

4.1 La materia seca total de la mermelada debe ser, por lo menos 3% más elevada que los azúcares totales como sacarosa ensayada de acuerdo con la norma ecuatoriana correspondiente (ver INEN 382).

4.2 El producto estará exento de sustancia colorantes, saborizantes y aromatizantes artificiales y naturales extraños a la fruta.

4.3 Se podrán añadir al producto las siguientes sustancias:

4.3.1 *Pectina*, en la proporción necesaria de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación.

4.3.2 *Acido cítrico*, L-tartático o málico, solos o combinados, en las cantidades necesarias para ayudar a la formación del gel, de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación.

4.3.3 *Preservantes*: benzoato sódico, ácido sórbico o sorbato potásico solos o combinados, sin exceder del límite indicado en la Tabla 1.

4.3.4 *Antioxidante*: Acido ascórbico en la proporción indicada en la Tabla 1.

4.3.5 *Edulcorantes*: Azúcar refinado, azúcar invertido, dextrosa o jarabe de glucosa. No se permite el uso de edulcorantes, artificiales.

4.3.6 *Antiespumantes permitidos*: No más de la cantidad necesaria para inhibir la formación de espuma, de acuerdo a las prácticas correctas de fabricación.

4.4 La mermelada presentará un color característico de la variedad o variedades de fruta empleada, distribuido uniformemente en toda su masa y libre de coloraciones extrañas por oxidación, elaboración defectuosa, enfriamiento inadecuado y otras causas.

4.5 El olor y sabor serán los característicos del producto, con ausencia de olores y sabores extraños.

4.6 El límite máximo de materias vegetales extrañas inocuas permitidas en la mermelada, será el indicado en el cuadro 1.

4.6.1 Cuando la unidad de tolerancia sea mayor que el contenido neto en gramos de los envases individuales, se sumará la masa de varios envases para llegar a la cantidad requerida de mermelada. Por ejemplo: en un lote que consiste de envases de aproximadamente 500 g de masa, y con un cierto defecto permitido en 3 000 g, tal defecto estará permitido en un total de no más de 6 envases.

4.7 El producto debe estar exento de almidones, féculas y otros gelificantes que no sea la pectina.

4.8 La mermelada cumplirá , además, con lo especificado en la Tabla 1.

CUADRO No. 1
MATERIAS VEGETALES EXTRAÑAS INOCUAS

MERMELADA DE MORA	pedúnculos en 3 000 g	receptáculos en 3 000 g	sépalos en 3 000 g	Otras materias vegetales extrañas en 3 000 g	
	2	2	12	2	
MERMELADA DE FRUTILLA	pedúnculos en 1 000 g	receptáculos en 3 000 g	sépalos en 3 000 g	Otras mater. vegetales extrañ. en 3 000 g	Frutas dañadas en 500 g
	3	2	12	2	8
MERMELADA DE PIÑA	cáscara y ojos en 500 g	Fruta dañada o manchada en 250 g	semillas en 250 g		
	4	4	6		
MERMELADA DE NARANJA	semillas en 500 g	cáscara manchada en 500 g	otras materias veget. extrañ. en 3 000 g		
	1	4	1		
MERMELADA DE DURAZNO	fragmentos de carozo en 500 g	pieles o cáscara en 500 g	fruta dañada en 500 g	otras materias veget. extrañ. en 1 000 g	
	2	3	5	4	
MERMELADA DE GUAYABA	semilla en 500 g	hojas en 500 g	otras materias vegetales extrañas en 500 g		
	5	2	1		
MERMELADA DE MEMBRILLO	pedúnculos en 1 000 g	hojas en 1 000 g	semillas en 1 000 g	otras materias vegetales extrañas en 1 000 g	
	2	3	2	2	

TABLA 1. Requisitos de la mermelada de frutas

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAY.
sólidos solubles (a 20°C)	°/o m/m	65	-	INEN 380
pH		2,8	3,6	INEN 380
Acido ascórbico	mg/kg	-	500	INEN 384
Dióxido de azufre	mg/kg	-	100	*
Benzoato sódico, sorbato potásico, solo o combinados	mg/kg	-	1 000	*
Mohos	°/o campos			
	positivos	-	30	INEN 385
Cebizos	°/o m/m		**	INEN 301

4.9 El producto debe presentar ausencia de microorganismos osmofílicos y xerofílicos por gramo de producto en condiciones normales de almacenamiento; y no deberá contener ninguna sustancia originada a partir de microorganismos, en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud. (ver INEN 1 529).

4.10 El límite máximo de impurezas minerales permitido en la mermelada de piña, naranja, durazno, guayaba y membrillo es de 0,01 % en masa. Para mermeladas de mora y frutilla es de 0,04% en masa (ver INEN 1 630).

5. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

5.1 Envase. Los envases para la mermelada deberán ser de materiales resistentes a la acción del producto, que no alteren las características organolépticas, y no cedan sustancias tóxicas.

5.1.1 El producto deberá envasarse en recipientes nuevos y limpios, de modo que se reduzcan al mínimo las posibilidades de contaminación posterior y de alteración microbiológica.

5.1.2 El llenado debe ser tal, que el producto ocupe no menos del 90^o de la capacidad total del envase (ver Norma INEN 394).

5.2 Rotulado. El rótulo del envase debe llevar impreso con caracteres legibles e indelebles la siguiente información:

- a) designación del producto,
- b) marca comercial,
- c) número del lote o código,
- d) razón social de la empresa,
- e) contenido neto en unidades S.I.,
- f) fecha del tiempo máximo de consumo,
- g) número de Registro Sanitario,
- h) lista de ingredientes,
- i) precio de venta al público,
- j) país de origen,
- k) norma técnica INEN de referencia,
- l) forma de conservación,
- m) las demás especificaciones exigidas por la ley.

5.2.2 No debe tener leyendas de significado ambiguo ni descripción de las características del producto que no puedan comprobarse debidamente.

5.2.3 La comercialización de este producto cumplirá con lo dispuesto en las Regulaciones y Resoluciones dictadas con sujeción a la Ley de Pesas y Medidas.

ANEXO 4

DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO DE LA VARIABLE CONSISTENCIA EN SALSA DE TOMATE

DATOS BRIX DE SALSA			
Muestra	Brix	Muestra	Brix
1	24,5	50	24
2	24,5	51	24
3	24	52	23,5
4	24	53	23,7
5	24,5	54	24
6	24	55	24
7	24,5	56	25
8	24	57	24
9	24,5	58	25
10	24	59	24
11	24	60	24
12	24	61	25
13	24	62	24
14	24	63	24
15	24	64	24
16	24	65	24
17	24	66	24
18	24	67	25
19	24,5	68	24
20	24	69	25
21	24,5	70	24
22	24	71	24
23	25	72	24
24	24,5	73	25,5
25	25	74	25
26	24	75	25
27	24,5	76	24
28	23,5	77	24
29	24	78	24
30	24	79	24
31	24	80	24
32	24	81	24
33	25,5	82	24
34	24	83	*
35	23,5	84	*
36	24,3		
37	25		
38	24		
39	24		
40	25		
41	24		
42	24		
43	24		
44	24		
45	24		
46	24		
47	24		
48	25,5		
49	26		

ANEXO 5

**DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO DE LA VARIABLE BRIX
EN SALSA DE TOMATE**

DATOS pH DE SALSA			
Muestra	pH	Muestra	pH
1	3,49	50	3,59
2	3,48	51	3,47
3	3,46	52	3,45
4	3,44	53	3,58
5	3,48	54	3,49
6	3,48	55	3,45
7	3,55	56	3,42
8	3,46	57	3,47
9	3,46	58	3,48
10	3,46	59	3,6
11	3,38	60	*
12	3,52	61	3,51
13	3,72	62	3,35
14	3,37	63	3,5
15	3,49	64	3,14
16	3,62	65	3,33
17	3,53	66	3,34
18	3,53	67	3,26
19	3,42	68	3,44
20	3,45	69	3,53
21	3,52	70	3,46
22	3,56	71	3,52
23	3,41	72	3,35
24	3,55	73	3,54
25	3,59	74	3,44
26	3,52	75	3,46
27	3,39	76	3,45
28	3,52	77	3,39
29	3,56	78	3,48
30	3,63	79	3,32
31	3,36	80	3,4
32	3,53	81	3,43
33	3,46	82	3,48
34	3,48	83	*
35	3,41	84	*
36	3,44		
37	3,49		
38	3,53		
39	3,63		
40	3,58		
41	3,58		
42	3,6		
43	3,64		
44	3,56		
45	3,42		
46	3,39		
47	3,58		
48	3,82		
49	3,59		

ANEXO 6

**DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO DE LA VARIABLE pH EN
SALSA DE TOMATE**

DATOS CONSISTENCIA DE SALSA			
Muestra	Consistencia	Muestra	Consistencia
1	5,7	50	6,8
2	5	51	3,4
3	6,2	52	3,2
4	7,3	53	6,2
5	5,4	54	3
6	3,5	55	8,4
7	7	56	6,1
8	6,5	57	6
9	6,1	58	4,7
10	5,1	59	4,8
11	6,1	60	5,5
12	7	61	*
13	4,2	62	7,8
14	6,1	63	5,8
15	6,5	64	5,2
16	3,8	65	5,2
17	8,4	66	5,1
18	7	67	5
19	6,4	68	6,8
20	5,7	69	6,2
21	6,4	70	5,6
22	5,9	71	6,6
23	6,7	72	7,1
24	*	73	5,3
25	5,5	74	4,2
26	5,9	75	7,8
27	6,7	76	6,9
28	5,8	77	6,2
29	5,8	78	6,5
30	6,1	79	6,3
31	5,7	80	*
32	5,9	81	6,1
33	7,5	82	7
34	*	83	5,6
35	6,5	84	5,5
36	7,2		
37	5,3		
38	6,7		
39	4,2		
40	3,8		
41	4,2		
42	4,2		
43	4		
44	4,2		
45	4,1		
46	3,8		
47	3,5		
48	5,6		
49	5,3		

ANEXO 7

**DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO DE LA VARIABLE
CONSISTENCIA EN MAYONESA**

DATOS DE CONSISTENCIA DE MAYONESA											
Muestra	Cons.	Muestra	Cons.	Muestra	Cons.	Muestra	Cons.	Muestra	Cons.	Muestra	Cons.
1	2	50	*	99	0,7	148	2,3	197	1,5	246	*
2	0,8	51	0,2	100	0,5	149	1,7	198	0,7	247	*
3	0,9	52	0,2	101	1,5	150	0,2	199	1,5	248	*
4	0,3	53	0,3	102	2	151	1,8	200	1,4	249	1,2
5	2	54	0,7	103	1,3	152	*	201	0,6	250	0,9
6	0,5	55	0,3	104	1,6	153	1,7	202	1	251	0,9
7	*	56	0,3	105	1,9	154	2,3	203	0,7	252	1,9
8	1,2	57	0,5	106	1,9	155	2,8	204	1	253	1
9	0,9	58	0	107	1,7	156	0,8	205	0,5	254	1,5
10	*	59	0,2	108	3,5	157	0,5	206	1,2	255	0,9
11	1,6	60	1,2	109	0,5	158	0,8	207	0,9	256	*
12	1,6	61	0,6	110	3,1	159	0,8	208	1,3	257	0,5
13	1,1	62	0,5	111	2	160	0,8	209	1,1	258	0,8
14	1	63	1,7	112	1	161	0,2	210	1	259	0,7
15	0,9	64	0,7	113	1,2	162	0,5	211	1,5	260	0,6
16	2,8	65	3,3	114	0,2	163	0,2	212	1,3	261	*
17	0,9	66	0,5	115	1,9	164	0,3	213	0,7	262	*
18	0,6	67	2,6	116	0,9	165	0	214	1,2	263	*
19	0,7	68	0,7	117	0,8	166	0	215	0,7	264	1
20	*	69	0,9	118	1,1	167	0,2	216	1,3	265	0,5
21	0,5	70	0,5	119	1,5	168	0,6	217	1,1	266	0,7
22	0,9	71	0,9	120	1,2	169	*	218	1,3	267	0,7
23	1,3	72	0,6	121	1	170	0,6	219	1	268	1
24	2	73	4,1	122	0,5	171	0,3	220	0,9	269	0,8
25	1	74	1	123	0,9	172	0,5	221	1	270	0,4
26	0,2	75	*	124	0,9	173	1,3	222	1,3	271	*
27	*	76	*	125	1,3	174	1,2	223	1,3	272	0,7
28	1,9	77	0,8	126	2	175	1,6	224	1,6	273	0,5
29	*	78	0,9	127	0,4	176	1,5	225	1,6	274	0,7
30	*	79	2,3	128	1,2	177	*	226	1,1	275	0,7
31	*	80	1,4	129	1,5	178	1,2	227	1	276	0,3
32	*	81	3,4	130	1,2	179	1	228	1,8	277	0,4
33	*	82	1,2	131	1,2	180	1,6	229	1,5	278	1,1
34	*	83	3,7	132	0,5	181	1,8	230	3,5	279	0,1
35	*	84	2	133	0,5	182	0,9	231	1,4	280	0,6
36	*	85	0,8	134	0,5	183	0,9	232	1,3	281	0,3
37	1	86	0,3	135	0,6	184	0,9	233	1,7	282	0,3
38	0,9	87	0,6	136	0,5	185	0,7	234	1,4	283	0,8
39	0,6	88	3	137	0,7	186	1	235	1	284	1
40	*	89	2,7	138	0,9	187	0,9	236	1	285	1
41	1,3	90	1,8	139	0,6	188	0,5	237	1,1	286	1,3
42	1,3	91	1	140	0,2	189	0,5	238	*	287	0,5
43	2,3	92	1,3	141	0,3	190	2,1	239	1,2	288	0,4
44	1,7	93	1,5	142	1	191	1,5	240	1,3	289	0,8
45	2,3	94	1,9	143	5	192	1,6	241	1,3	290	0,9
46	2,5	95	2,5	144	1,2	193	1,2	242	1,2	291	1
47	0,1	96	2	145	1,7	194	1	243	3	292	0,5
48	0,1	97	1,9	146	0,6	195	1,3	244	0,8	293	1
49	0,1	98	0,9	147	2,5	196	0,6	245	0,8	294	1,8

ANEXO 8

DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO DE LA VARIABLE pH EN MAYONESA

DATOS DE pH DE MAYONESA											
Muestra	pH	Muestra	pH	Muestra	pH	Muestra	pH	Muestra	pH	Muestra	pH
1	4,15	50	*	99	4,07	148	4,21	197	4,13	246	*
2	4,15	51	4,11	100	4,09	149	4,14	198	4,02	247	*
3	4,07	52	4,11	101	4,13	150	4,05	199	4,05	248	*
4	4,07	53	4,11	102	4,15	151	4,14	200	4,16	249	4,03
5	4,15	54	4,08	103	4,05	152	4,2	201	4,19	250	4,15
6	4,16	55	4,11	104	4,17	153	4,03	202	4,2	251	4
7	*	56	4,11	105	4,07	154	4,12	203	4,18	252	4,13
8	4,1	57	4,1	106	4,07	155	4,07	204	4,17	253	4,11
9	4,18	58	4,14	107	4,09	156	4,05	205	4,05	254	4,15
10	*	59	4,05	108	4,12	157	4,2	206	4,17	255	4,09
11	4,15	60	4,08	109	4,07	158	4,14	207	4,15	256	*
12	4,18	61	4,1	110	4,16	159	4,02	208	4,1	257	4,12
13	4,18	62	4,09	111	4,16	160	4,08	209	4,16	258	4,06
14	4,15	63	4,14	112	4,21	161	4,13	210	4,17	259	4,07
15	4,16	64	4,2	113	4,17	162	4	211	4,2	260	4,2
16	4,13	65	4,1	114	4,15	163	4,12	212	4,11	261	4,17
17	4,12	66	4,13	115	4,18	164	4,14	213	4,13	262	4,17
18	4,21	67	4,19	116	4,07	165	4,1	214	4,17	263	3,99
19	4,11	68	4,18	117	4,11	166	4,1	215	4,1	264	4,08
20	*	69	4,17	118	4,1	167	4,12	216	4,08	265	4,1
21	4,13	70	4,07	119	4,17	168	4,11	217	4,06	266	4,1
22	4,15	71	4,08	120	4,15	169	*	218	4,12	267	4,08
23	4,13	72	3,98	121	4,09	170	4,1	219	4,07	268	4,14
24	4,12	73	4,17	122	4,14	171	4,15	220	3,92	269	4,05
25	4,21	74	4,08	123	4,08	172	4,15	221	4,1	270	4,11
26	4,15	75	*	124	4,1	173	4,18	222	4,16	271	*
27	*	76	4,06	125	4,07	174	4,15	223	4,17	272	4,09
28	4,14	77	4,16	126	4,22	175	4,12	224	4,15	273	4,1
29	4,1	78	4,12	127	4,17	176	4,1	225	4,15	274	4,18
30	4,08	79	4,12	128	4,13	177	*	226	4,07	275	4,11
31	4,1	80	4,15	129	4,01	178	4,05	227	4,15	276	4,2
32	4,17	81	4,15	130	4,14	179	4,19	228	4,13	277	4,16
33	*	82	4,12	131	4,14	180	4,16	229	4,2	278	4,12
34	4,13	83	4,16	132	4,15	181	4,1	230	4,18	279	4,12
35	4,1	84	4,17	133	4,15	182	4,1	231	4,07	280	4,11
36	4,09	85	4,09	134	4,08	183	4,1	232	4,05	281	4,13
37	4,18	86	4,14	135	4,08	184	4,13	233	4,08	282	4,14
38	4,08	87	4,17	136	4,09	185	4,05	234	4,1	283	4,11
39	4,02	88	4,18	137	4,17	186	4,07	235	4,02	284	4,06
40	*	89	4,12	138	4,12	187	4,18	236	4,08	285	4,15
41	4,05	90	4,06	139	4,21	188	4,15	237	4,15	286	4,12
42	4,1	91	4,12	140	4,17	189	4,12	238	*	287	4,14
43	4,11	92	4,09	141	4,11	190	4,08	239	4,11	288	4,1
44	4,05	93	4,1	142	4,15	191	4,18	240	4	289	4
45	4,11	94	4,2	143	4,04	192	4,12	241	4,13	290	4,13
46	4,13	95	4,14	144	4,09	193	4,11	242	4,17	291	4,12
47	4,13	96	4,19	145	4,13	194	4,18	243	4,09	292	4,1
48	4,19	97	4,05	146	4,08	195	4,18	244	4,08	293	4,08
49	4,19	98	4,07	147	4,17	196	4,18	245	4,06	294	4,12

ANEXO 9

**DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO DE LA VARIABLE
CONSISTENCIA EN MERMELADA**

DATOS DE CONSISTENCIA DE MERMELADA	
Muestra	Consistencia
1	1,2
2	0,1
3	0
4	1
5	0,4
6	1,7
7	2
8	0,7
9	1,5
10	0,7
11	0,4
12	1,2
13	1,2
14	0,2
15	0
16	*
17	2,5
18	1,8
19	0,4
20	1,5
21	0,5
22	1,5
23	1,5
24	1,7
25	2,4
26	1,9
27	2,2
28	1,8
29	2,3
30	0,9
31	1,7
32	3,2
33	1
34	2,2
35	0,3
36	0,3
37	1,2
38	0,4
39	1
40	1,8
41	1,3
42	1,8
43	1
44	0,9
45	1,3
46	1,7

ANEXO 10

**DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO DE LA VARIABLE BRUX
EN MERMELADA**

DATOS DE BRIX DE MERMELADA	
Muestra	Brix
1	64,5
2	64
3	63,5
4	64
5	64
6	64
7	63
8	65
9	65
10	64
11	63
12	62,5
13	63,4
14	64
15	63,5
16	63
17	63
18	63
19	63,5
20	64
21	64
22	64
23	64
24	65
25	64
26	64
27	64
28	63,5
29	63,5
30	64
31	64,3
32	64,5
33	64
34	65
35	64,3
36	64
37	64
38	64
39	64
40	65
41	65
42	65
43	65
44	64
45	64,5
46	65

ANEXO 11

**DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO DE LA VARIABLE pH
EN MERMELADA**

DATOS DE pH DE MERMELADA	
Muestra	pH
1	3,55
2	3,6
3	3,5
4	3,77
5	3,61
6	3,67
7	3,71
8	3,72
9	3,62
10	3,56
11	3,74
12	3,83
13	3,82
14	3,49
15	3,72
16	3,54
17	3,71
18	3,76
19	3,77
20	3,4
21	3,76
22	3,73
23	3,44
24	3,61
25	3,72
26	3,95
27	3,91
28	3,98
29	3,66
30	3,79
31	3,91
32	3,77
33	3,62
34	3,7
35	3,86
36	3,55
37	3,66
38	3,71
39	3,58
40	3,84
41	3,48
42	3,55
43	3,65
44	3,41
45	3,68
46	3,68

ANEXO 12
FICHAS TÉCNICAS

		PESOS	
	MATERIA P.	1000 KG	1000KG
1	AGUA	1000	1000
2	AZÚCAR	1000	1000
3	SAL COMÚN	1000	1000
4	BENZOATO DE SODIO	1000	1000
5	AJO EN POLVO	1000	1000
6	CANELA MOLIDA	1000	1000
7	CEBOLLA EN POLVO	1000	1000
8	PASTA DE TOMATE	1000	1000
9	CLAVO DE OLOR	1000	1000
10	ACIDO CÍTRICO	1000	1000
11	GUAR	1000	1000
12	ALMIDÓN NATURAL	1000	1000
13	ALMIDÓN MODIFICADO	1000	1000
	Misma Funda 5, 6, 7	1000	1000
	TOTAL	1000	1000

PREPARACIÓN

1. Limpieza de la marmita
2. Verificación de pesos de las materias primas
3. Añadir el agua
4. Añadir el azúcar
5. Agregar la sal
6. Agregar la mezcla de la funda
7. Agregar la pasta de tomate
8. Dejar hervir la salsa
9. Aparte mezclar goma guar y el resto de azúcar
10. Añadir la mezcla anterior cuando la salsa empiece a hervir
11. Agregar el almidón colfo y el almidón de maíz previamente disueltos en agua
12. Hervir la salsa
13. Apagar el vapor
14. Medir parámetros físico químicos Brix 23-24; Ph 4; Consis 4.0-5.0
15. Liberación de la línea a bidones

ANEXO 13

MEJORA EN PREPARACIÓN DE ACEITUNAS

OBJETIVO DE LA MEJORA

Evitar el desperdicio de las aceitunas en el proceso de envasado.

PROBLEMA ENCONTRADO

A continuación se detalla el proceso de envasado de las aceitunas

1. Se desenvasa las aceitunas y se retira toda la salmuera de cobertura.
2. Se lavan las aceitunas con agua caliente repitiendo el proceso en tres ocasiones, dejando en remojo en agua tibia.
3. El producto es colocado en los recipientes de presentación procurando la remoción de todo el líquido de remojo contenido.
4. Se añade la salmuera preparada, se sella y se esteriliza en autoclave durante 30 minutos a 90° C.

En el primer paso se pudo observar que los operarios retiran la salmuera de cobertura colocando una malla en el bidón para vaciar toda el agua y queden sólo las aceitunas. Al realizar este proceso muchas veces el peso del bidón vencía la fuerza del operario lo que provocaba que las aceitunas se derramen en el suelo y se tenga pérdida de producto. La malla colocada hacia la función de tamiz el saca toda la salmuera del bidón y quedan solo las aceitunas para su posterior envasado en frascos de vidrio.

MEJORA PROPUESTA

A la tapa del bidón se la agujereo con taladro de tal forma que de la función de un tamiz, cuando el operario quiera realizar el tamizado de las aceitunas de la salmuera simplemente coloca la tapa en el bidón con su abrazadera y da la vuelta al bidón el cual puede dejarse sin control alguno hasta que vacié toda la sal muera.

A diferencia del anterior método, el método de la tapa el más segura ya que no importa que tan pesado este el bidón, la tapa va estar bien asegurada impidiendo el desperdicio de aceitunas en el suelo.



ANEXO 14

MEJORA DE LA POSICIÓN DEL RELOJ

OBJETIVO DE LA MEJORA

Evitar un error por observación de la hora para controlar el tiempo de cocción de la salsa.

PROBLEMA ENCONTRADO

Al tener el reloj alejado del área de las marmitas el operario tiene una perspectiva mala sobre la hora actual, el operario no tiene una visión directa hacia el reloj, esto produce un error de lectura conocido como error de posición del observador ya que el operario ve al reloj de lado y no se puede apreciar exactamente los minutos. Esto ocasiona que el operario tenga que caminar hacia el reloj para poder ver la hora actual o muchas veces ve la hora desde su lugar de trabajo lo que produce una mala lectura y esfuerzo por parte de trabajador. Esto no debe suceder ya que la preparación de las salsa dependen mucho del tiempo de cocción de los diferentes ingredientes y al no tener un tiempo exacto se producen los errores y por ende la mala fabricación de los productos.

A continuación se muestra una imagen de cómo ve el operario el reloj desde su posición de trabajo



MEJORA PROPUESTA

La propuesta es simple y fácil de realizarlo, simplemente se solita cambiar la posición del reloj mas a la izquierda de la fotografía, de esa forma el reloj estará al frente del área de marmitas y el operario podrá ver el tiempo con más exactitud evitando así los errores e incluso evitaremos un esfuerzo innecesario por parte del operario por ver la hora.

