



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE ADOPCIÓN DE LA HERRAMIENTA ORGANIZACIONAL
DEL SEIS SIGMA EN LA LÍNEA DE CONCENTRADOS, ESPECÍFICAMENTE
MERMELADA DE DURAZNO PARA LA EMPRESA SNOB-SIPIA S.A.

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

Profesor guía:
Nelson Subía Cepeda

Autor:
Andrés Andino Farto
Fausto Torres Andrade

Año
2005

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y PLAN DE TESIS

1.1. OBJETO DE ESTUDIO

Herramienta Organizacional Seis Sigma en la Empresa SNOB – SIPIA S.A.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

El propósito fundamental de esta propuesta es maximizar la productividad en la línea de concentrados específicamente en la mermelada de durazno; puesto que para la empresa la producción de la misma trae serios problemas y evita el pleno beneficio económico.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir los principales problemas en la línea de concentrados (mermelada de durazno)
- Obtener conclusiones claras, a fin de dar ahínco en lo posterior a lo positivo, así como poner inmediatos correctivos y enmendar todo lo que no permita el desarrollo óptimo del proceso.
- Utilizar metodología Seis Sigma para identificar las causas y las posibles soluciones de los problemas en la línea de concentrados específicamente en la mermelada de durazno.

1.3. ALCANCE

El alcance, comprende la supervisión de las actividades que se desarrollarán como objeto de estudio en el presente proyecto de ingeniería. Incluye datos tomados desde septiembre de 2003 hasta julio 15 de 2005; para establecer un análisis del desarrollo del proceso, revisión del mismo y la propuesta de implementación de la herramienta, hasta el conocimiento en profundidad de los problemas que lo agobian, cumpliendo especificaciones y estándares de producción y calidad que la empresa exige.

Las etapas de resolución de problemas que se analizarán en el presente proyecto abarcan las tres primeras del DMAMC; es decir DMA (Definir, Medir y Analizar). De esta manera se logrará cumplir con los objetivos propuestos anteriormente.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Se ha decidido realizar el presente proyecto en la línea de concentrados específicamente en la mermelada de durazno, puesto que existen cantidades considerables de desperdicios y desechos al largo del proceso; de esta manera la empresa evita el pleno beneficio económico, de igual manera no optimiza los recursos.

Por consiguiente la empresa SNOB – SIPIA S.A. ha decidido contratar a estudiantes de la Universidad de las Américas para que se encarguen de definir, medir y analizar datos con la finalidad de incrementar los niveles sigma, iniciando en el proceso de fabricación de la mermelada de durazno. Estos datos servirán como base para una ampliación futura a las otras líneas de producción de la empresa; lo cual será motivo de estudios adicionales y posteriores al presente trabajo.

Es importante que en la actualidad se conozca una herramienta que permita una mejora continua, la misma que establezca parámetros de diferenciación y sea una ventaja

competitiva en el mercado. Por estas razones es recomendable trabajar sobre la base de la herramienta Seis Sigma. La formación de nuevos ingenieros no será completa, si no son capaces de competir a nivel mundial. SNOB – SIPIA S.A. lo entendió y permitió la introducción de nuevas y eficaces ideas, abriéndose campo a nivel nacional e internacional.

1.5. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

1.5.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS

- Se tomarán datos de hojas de control utilizadas en el departamento de calidad de desde el 26 de Septiembre de 2003 hasta el 15 de Julio de 2005 para efectos de análisis.
- Se desarrollará un diseño estadístico por procesos con base en hojas de control.
- Se informará sobre Seis Sigma mediante reuniones al personal de planta de la empresa en coordinación con las áreas administrativas, ventas y marketing, los mismos que ya se encuentran dentro del proceso.
- Formar el grupo DMAMC con integrantes de los departamentos de calidad y producción de la empresa.
- Crear nuevas hojas de control (Gráfica de Límites de Control) para el complemento del proceso.

1.5.2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

SERVICIO INTEGRAL PARA LA INDUSTRIA ALIMENTICIA S. A.

SIPIA - SNOB S.A.

Es un grupo agroindustrial dedicado por más de 23 años a la elaboración de vegetales y frutas en conserva. Cuenta con una infraestructura altamente tecnificada con capacidad para la fabricación y distribución a nivel local e internacional.

SIPIA S.A. ha depositado grandes esfuerzos por satisfacer a sus clientes con el mejor producto para el mercado nacional, la empresa importa y comercializa productos de alta calidad provenientes de Europa y Asia acorde con su compromiso de servicio al cliente, de igual manera atiende el mercado internacional con el producto de mayor éxito: los palmitos, cuidadosamente cultivados, además de sus otras líneas de productos

El 80% de las exportaciones de palmito en el Ecuador se encuentra constituido por 3 productoras, SIPIA S.A. es una de ellas. Su palmito procesado cuenta con exigentes normas de calidad como: HACCP y CODEX ALIMENTARIO, que garantizan este producto y al mismo tiempo permite mantener competitivamente sus precios.

MISIÓN

Deleitar al consumidor con frutas y hortalizas en conserva.

VISIÓN

Ser un grupo empresarial agroindustrial con crecimiento sustentable adaptado a las tendencias globales exitosas.

VALORES

La presente empresa basa sus actividades en los siguientes valores:

- **Actitud mental positiva**

Disposición de ánimo que induce a actuar proactivamente, viendo los problemas como oportunidades para dar soluciones rápidas y prácticas.

- **Disciplina**

Coordinación eficaz y eficiente de los recursos de la empresa para lograr los objetivos con la máxima productividad y calidad.

- **Compromiso**

Fuerza de identificación y de involucramiento entre sus colaboradores y la organización.

- **Flexibilidad**

Capacidad para adecuarse velozmente a los cambios en los procesos de trabajo, ambiente y nuevas tareas manteniendo un buen desempeño.

- **Simplicidad**

Hacer más sencillas o más fáciles las actividades realizadas.

- **Persistencia**

Es la tenacidad permanente para lograr sus propósitos, estar altamente motivados por aspectos internos.

CALIDAD DE PROCESOS

La garantía de calidad Premium de sus productos es el resultado del control en cada uno de los procesos, manejado por recurso humano altamente capacitado, desde la fase agrícola, siguiendo por el procesamiento industrial y finalmente la distribución.

Para garantizar la calidad de sus conservas se trabaja con normas internacionales como el CODEX ALIMENTARIO, HACCP y cuenta también con la certificación KOSHER para la variedad de productos elaborados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. TEORÍA SEIS SIGMA

2.1.1. INTRODUCCIÓN

En la década del ochenta Philip Crosby popularizó el concepto de Cero Defecto como orientación para el control de calidad. Este enfoque establece la meta de resultados que carezcan de errores al 100 por ciento. Crosby sostiene que si se establece un nivel “aceptable” de defectos, ello tiende a provocar que dicho nivel (o uno más alto) se conviertan en una profecía que se cumple; si los empleados saben que está “bien” trabajar dentro de un nivel determinado de errores, llegarán a considerar que ese nivel es la “norma”. Es evidente que dicha “norma” está por debajo de lo óptimo. Crosby sostiene que a las personas se le establecían estándares de desempeño mucho más holgados en sus trabajos que lo que regían sus vidas personales. “Ellos esperaban hacer las cosas bien, cuando se trataba de sostener a un bebé, de pagar las facturas o de regresar temprano a la casa correcta. En cambio, en los negocios se les fijaban “niveles aceptables de calidad”, márgenes de variación y desviaciones.

- Las guarderías de hospitales entregarían 12 bebés por día a padres que no corresponden.
- Las instituciones financieras descontarían 22.000 cheques de cuentas bancarias equivocadas....cada 60 minutos.
- Los servicios de telecomunicaciones transmitirían 1.314 llamadas erróneas cada 60 minutos.

- Los productores cinematográficos utilizarían 811.000 rollos de películas defectuosos para filmar escenas.

En los siguientes 12 meses:

- Se fabricarían 268.500 neumáticos defectuosos
- Se procesarían incorrectamente 103.260 impuestos defectuosos sobre los réditos.
- 5.517.200 cajones de gaseosas contendrían bebidas sin efervescencia.
- Se emitirían 20.000 recetas medicinales incorrectas.
- Se gastarían 761.900 dólares en cintas magnetofónicas y discos compactos que no se podrían reproducir.

Por suerte las cosas funcionan mejor de lo previsto, así los informes reales muestran que de los 67.000 pacientes quirúrgicos diarios, antes citados, solamente 25 no lograrían salir del trance en la actualidad. Esto significa un 0,000037, o sea, un 0,037%, lo que equivale a un promedio de éxito del 99,963% (15 veces mejor que la norma del 99,9%). En el caso de las aerolíneas, si se consideran los accidentes como defectos, su nivel actual sería de 6,5 Sigma. Pero en el manejo del equipaje, el nivel es apenas del 3,5 Sigma.

Han hecho falta dramas patentes y una triple presión externa para convencer al asesor acerca de la necesidad de adoptar nuevos paradigmas en la gestión de las empresas para hacer posible su continuidad y crecimiento. Cuando Hewlett-Packard examinó 300.000 semiconductores de tres empresas de Estados Unidos y de tres de Japón, descubrió que el porcentaje de fallas de los chips norteamericanos era superior al 0,1%, en tanto que las fallas de los chips japoneses en el mismo período fueron cero.

Al igual que en la industria de los semiconductores, otras como la textil, la siderúrgica, las máquinas herramientas, la electrónica, la automotriz entre otras tantas han visto perder

competitividad, mercado y utilidades día a día por haber estado ancladas a paradigmas que ya no eran válidos dentro del nuevo esquema mundial.

La empresa de finales de los ochenta parece haber encontrado su nuevo credo: el de la calidad total (TQM). Las empresas que se limitaban a hacer el control a posteriori de su única calidad presentaron la quiebra una tras otra. Las empresas de hoy si quieren sobrevivir, deben trabajar para sus clientes más que para sí misma.

Existen varios motivos, de las cuales cada una por sí solo justifica, la adopción de la calidad total como proyecto de gestión.

Primer motivo: es la llegada de una economía globalizada. La irrupción de competidores nuevos en el juego económico mundial hace caducar a las empresas no competitivas, y obliga a todas aquellas que quieran sobrevivir a apoyar de ahora en adelante su actividad sobre una vigilancia meticulosa, atenta y permanente del mercado para ajustar siempre mejor la calidad de la respuesta que se le pide.

Segundo motivo: en el que se basa el carácter inevitable de la calidad total es la súbita inversión en los países industrializados de la relación de fuerzas entre una demanda menos creciente y una oferta múltiple, desde mediados de los años setenta, por la explosión de Japón y de los nuevos países industrializados. He aquí que los consumidores y clientes ante múltiples ofertas se vuelvan más exigentes y reclaman siempre mejor calidad a precios siempre más bajos.

Tercer motivo: es que hemos cambiado. En occidente se ha ido observando un menor compromiso de los trabajadores para con la empresa. Es menester un cambio de actitud si queremos conservar los puestos de trabajo frente a culturas con mano de obra mucho más comprometida y disciplinada.

Cuarto motivo: está dado por la incapacidad de la empresa tayloriana para reducir costos de no-calidad. Fraccionada en grandes funciones auto centradas, generadora de la empresa fantasma, más preocupada en “hacer más” que en “hacer mejor”, en controlar y corregir que en prevenir, esta empresa, sobrecargada de costes inútiles y de recursos ocupados en “fabricar nada”, pierde rápidamente terreno en la competición económica y se condena a muerte a corto plazo. La calidad total constituye su única tabla de salvación.

Quinto motivo: alude también a la organización tayloriana y al desperdicio de inteligencia que ha podido permitirse tolerar en la empresa, mientras la relación entre la oferta y la demanda era la inversa de la de hoy día. De ahora en adelante, no se puede dejar más en un punto muerto a todas estas inteligencias puestas en barbecho en todos los niveles y, particularmente, en los niveles de ejecución, en el de los obreros y empleados. La batalla de la calidad es demasiado difícil para que se tenga a toda esta inteligencia apartada del combate.

Sexto motivo: es que desde que existe un proceso de calidad total y que ciertas economías lo han adoptado, todas aquellas que no lo han hecho han visto abrirse a toda velocidad un abismo en su competitividad. Y lo que es cierto para las economías lo es también para la empresa. Para ello es importante tomar en cuenta que el coste de la no-calidad en las economías occidentales está en el orden del 20% de su facturación, en tanto que en la economía japonesa se encuentra en el 12%. No reducir rápidamente esta brecha y ante el crecimiento económico de países como China, Tailandia, Malasia y otros países del sudeste asiático preanuncian inevitables derrotas.

Ante las circunstancias descritas, empresas norteamericanas se han visto en la necesidad imperiosa de realizar un cambio total en su manera de gestionar las empresas, dando lugar ello a la metodología de Seis Sigma.

En los años ochenta la TQM (Gestión de Calidad Total) fue muy popular, pero sufrió un proceso de desgaste y en muchas empresas de agonía. Era necesario generar un método que motivará un liderazgo por la calidad. Esto se dio con Seis Sigma en función de tres características:

1. Seis Sigma está enfocado en el cliente.
2. Los proyectos Seis Sigma producen grandes retornos sobre la inversión. En un artículo de la Harvard Business Review, Sasser y Reichheld señalan que las compañías pueden ampliar sus ganancias en casi un 100% si retienen sólo un 5% más de sus clientes gracias al logro de un alto grado de calidad.
3. Seis Sigma cambia el modo que opera la dirección. Seis Sigma es mucho más que proyectos de mejora. La dirección y los supervisores aprenden nuevos enfoques en la forma de resolver problemas y adoptar decisiones.

Los pilares básicos en que se fundamenta Seis Sigma son de una simplicidad demoledora: la orientación al cliente, la medida de los procesos y la toma de decisiones únicamente en base a hechos objetivos.

■ Gráfico 2.1



Fuente: www.sixsigma.com

Así como en el Japón empresas como Toyota, Honda, Mazda, Fujitsu, Cannon y NEC entre otras fueron base del desarrollo del Just in Time y del Kaizen, en el caso de Seis Sigma empresas como Motorola, General Electric, Honeywell, Sears Roebuck, American Express, Johnson & Johnson, Federal Express y Ford Motor le han servido como plataforma de investigación y desarrollo.

2.1.2. ¿QUÉ ES SEIS SIGMA?

“Seis Sigma es una forma más inteligente de dirigir un negocio o un departamento. Seis Sigma pone primero al cliente y usa hicos y datos para impulsar mejores resultados”⁵.

Los esfuerzos de Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente
- Reducir el tiempo del ciclo
- Reducir los defectos

Seis Sigma implica tanto un sistema estadístico como una filosofía de gestión.

Las mejoras en estas áreas representan importantes ahorros de costes, oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados mediante el desarrollo de nuevos de productos de alta calidad y construirse una reputación de empresa de excelencia.

Podemos definir Seis Sigma como:

1. Una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso o producto.
2. Un objetivo de lograr casi la perfección mediante la mejora del desempeño.
3. Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.

⁵ Liderando la Iniciativa Six Sigma, Eduardo de Moura, American Supplier Institute, Brasil.

La letra griega minúscula sigma (σ) se usa como símbolo de la desviación estándar, siendo ésta una forma estadística de describir cuánta variación existe en un conjunto de datos.

La medida en sigma se desarrolló para ayudarnos a:

- Enfocar las medidas en los clientes que pagan por los bienes y servicios. Muchas medidas sólo se concentran en los costes, horas laborales y volúmenes de ventas, siendo éstas medidas que no están relacionadas directamente con las necesidades de los clientes.
- Mejorar los desempeños del proceso.
- Reducir la variabilidad, aun dentro de la tolerancia, buscando desempeño Seis Sigma y más allá.

Proveer un modo consistente de medir y comparar procesos distintos.

El primer paso para calcular el nivel sigma o comprender su significado es entender qué esperan sus clientes. En la terminología de Seis Sigma, los requerimientos y expectativas de los clientes se llaman CTQs (Críticos para la Calidad).

Se usa la medida en sigma para observar que tan bien o mal operan los procesos y darles a todos una manera común de expresar dicha medida.

2.1.2.1. NIVELES DE DESEMPEÑO EN SIGMA

■ Cuadro 2.1

Nivel en sigma	Defectos por millón de oportunidades
6	3,40
5	233,00
4	6.210,00
3	66.807,00

2	308.537,00
1	690.000,00

Mc Graw Hill Pande, Peter S.

Cuando una empresa viola requerimientos importantes del cliente, genera defectos, quejas y costes. Cuanto mayor sea el número de defectos que ocurran mayor será el coste de corregirlos, como así también el riesgo de perder al cliente.

La meta de Seis Sigma es ayudar a la gente y a los procesos a que aspiren a lograr entregar productos y servicios libres de defectos. Si bien Seis Sigma reconoce que hay lugar para los defectos pues estos son atinentes a los procesos mismos, un nivel de funcionamiento correcto del 99,9997 por 100 implica un objetivo donde los defectos en muchos procesos y productos son prácticamente inexistentes.

La meta de Seis Sigma es especialmente ambiciosa cuando se tiene en cuenta que antes de empezar con una iniciativa de Seis Sigma, muchos procesos operan en niveles de 1, 2 y 3 sigma, especialmente en áreas de servicio y administrativas.

Debemos tener en cuenta que un cliente insatisfecho lo contará su desafortunada experiencia a entre nueve y diez personas, o incluso más si el problema es serio. Y por otro lado el mismo cliente sólo se lo dirá a tres personas si el producto o servicio lo ha satisfecho. Ello implica que un alto nivel de fallos y errores son una fácil ruta a la pérdida de clientes reales y potenciales.

Como sistema de dirección, Seis Sigma no es propiedad de la alta dirección más allá del papel crítico que ésta desempeña, ni impulsado por los mandos intermedios (a pesar de su

participación clave). Las ideas, soluciones, descubrimientos en procesos y mejoras que surgen de Seis Sigma están poniendo más responsabilidad a través del empowerment y la participación, en las manos de la gente que esta en las líneas de producción y/o que trabajan directamente con los clientes.

“Seis Sigma es pues, un sistema que combina un fuerte liderazgo con el compromiso y energía de la base”⁶.

2.1.2.2. LOS PRINCIPIOS DEL SEIS SIGMA

Principio 1: *Enfoque genuino en el cliente*

El enfoque principal es dar prioridad al cliente. Las mejoras Seis Sigma se evalúan por el incremento en los niveles de satisfacción y creación de valor para el cliente.

Principio 2: *Dirección basada en datos y hechos*

El proceso Seis Sigma se inicia estableciendo cuales son las medidas claves a medir, pasando luego a la recolección de los datos para su posterior análisis. De tal forma los problemas pueden ser definidos, analizados y resueltos de una forma más efectiva y permanente, atacando las causas raíces o fundamentales que los originan, y no sus síntomas.

Principio 3: *Los procesos están donde está la acción*

Seis Sigma se concentra en los procesos, así pues dominando éstos se lograrán importantes ventajas competitivas para la empresa.

Principio 4: *Dirección pro-activa*

⁶ ¿Qué es Seis Sigma?; Holpp L., Pande P.; Mc Graw Hill; Madrid, España; 2002.

Ello significa adoptar hábitos como definir metas ambiciosas y revisarlas frecuentemente, fijar prioridades claras, enfocarse en la prevención de problemas y cuestionarse por qué se hacen las cosas de la manera en que se hacen.

Principio 5: *Colaboración sin barreras*

Debe ponerse especial atención en derribar las barreras que impiden el trabajo en equipo entre los miembros de la organización. Logrando de tal forma mejor comunicación y un mejor flujo en las labores.

Principio 6: *Busque la perfección*

Las compañías que aplican Seis Sigma tienen como meta lograr una calidad cada día más perfecta, estando dispuestas a aceptar y manejar reveses ocasionales.

2.1.3 ¿COMO SE DETERMINA EL NIVEL DE SIGMA?

En primer lugar debemos definir y aclarar términos y conceptos.

Sigma (σ) es un parámetro estadístico de dispersión que expresa la variabilidad de un conjunto de valores respecto a su valor medio, de modo que cuanto menor sea sigma, menor será el número de defectos. Sigma cuantifica la dispersión de esos valores respecto al valor medio y, por tanto, fijados unos límites de especificación por el cliente, superior e inferior, respecto al valor central objetivo, cuanto menor sea sigma, menor será el número de valores fuera de especificaciones y, por tanto, el número de defectos.

De tal forma en la escala de calidad de Seis Sigma se mide el número de sigmas que caben dentro del intervalo definido por los límites de especificación, de modo que cuanto mayor sea el número de sigmas que caben dentro de los límites de especificación, menor será el valor de sigma y por tanto, menor el número de defectos.

“La diferencia entre la Tolerancia Superior (TS) y la Tolerancia Inferior (TI) dividido por el desvío estándar nos da la cantidad (o nivel) de sigmas (z)”⁷.

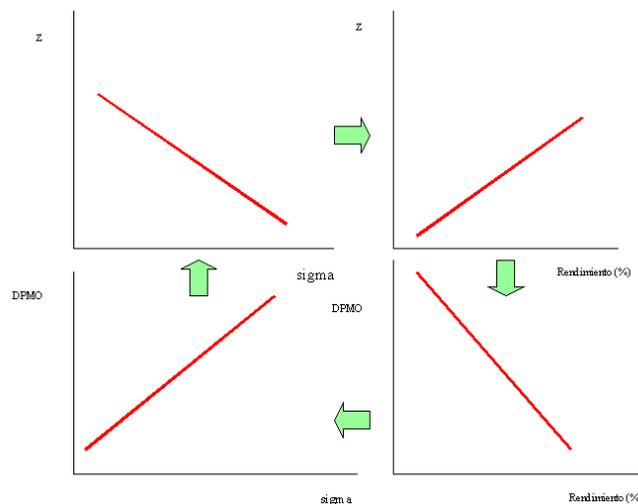
La Capacidad del Proceso para un nivel 6 sigma es igual a 2, resultante dividir la diferencia entre las Tolerancias Superior e Inferior por seis sigma.

En un nivel 6 sigma entran en el espacio existente entre la Tolerancia Superior (TS) y la Tolerancia Inferior (TI) un total de 12 sigmas.

Siempre que la medición esté dentro del intervalo TS-TI diremos que el producto o servicio es conforme o de calidad. En este caso se siguen las ideas de Crosby, quien considera la calidad como sinónimo de cumplimiento de las especificaciones.

Así cuando más cercanos estén los valores de las mediciones al Valor Central Optimo, más pequeño será es valor de sigma, y de tal forma mayor números de sigmas entrarán dentro de los límites de tolerancia.

■ **Gráfico 2.2**



Mc Graw Hill Pande, Peter S.

⁷ Liderando la Iniciativa Six Sigma, Eduardo de Moura, Qualiplus, ASI Brasil

Así se tiene, partiendo de los ejes de coordenadas ubicadas en el ángulo superior izquierdo una curva con pendiente negativa, correspondiente a la relación existente entre el desvío estándar (sigma) y la cantidad de sigmas (z). Cuanto mayor sea el valor de sigma menor es el valor de z (cantidad de sigmas), y por el contrario el disminuir el valor de sigma la cantidad de sigmas que entran dentro de los límites de tolerancias aumentan.

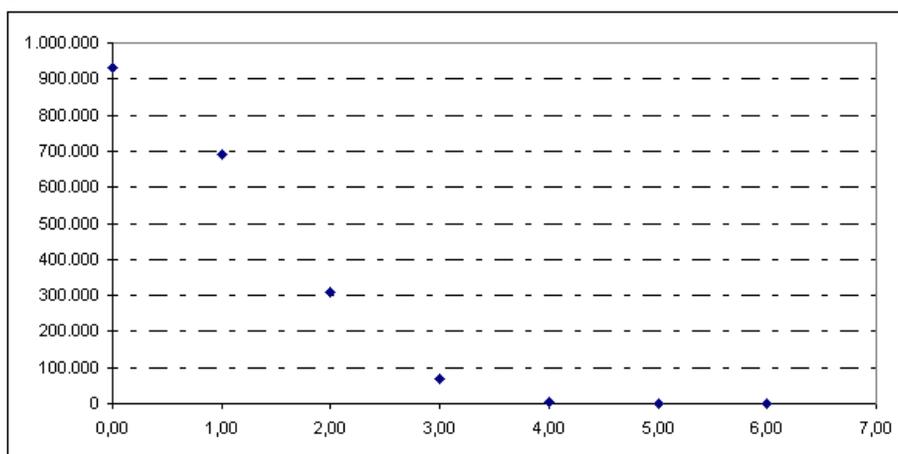
En los ejes de coordenadas del ángulo superior derecho tenemos una curva de pendiente positiva, la cual indica que al aumentar el nivel de z se incrementa el rendimiento del proceso (%).

En el ángulo inferior derecho tenemos una curva con pendiente negativa, lo cual nos indica que al aumentar el rendimiento la cantidad de defectos por millón de oportunidades (DPMO) disminuye.

En el ángulo inferior izquierdo la curva es de pendiente positiva e indica que al aumentar la cantidad de DPMO el valor de sigma aumenta, en tanto que si el nivel de DPMO disminuye el valor de sigma también decrece.

■ **Gráfico 2.3**

DPMO



Nivel Sigma

Mc Graw Hill Pande, Peter S.

Calcular el nivel de sigmas para la mayoría de los procesos es bastante fácil. Dado un determinado producto o servicio, se determina los factores críticos de calidad (FCC), luego se multiplica estos por la cantidad de artículos producidos obteniéndose el total de defectos factibles (oportunidades de fallos). Si dividimos los fallos detectados (con los distintos sistemas de medición en función del tipo de bien o servicio) por el total de defectos factibles (TDF) y luego lo multiplicamos por un millón obtenemos los defectos por millón de oportunidades (DPMO). Luego revisando la tabla de sigma se tienen los niveles de sigma.

Los factores críticos de calidad pueden ser determinados tanto por los clientes internos como externos, y serán aplicados a las distintas etapas de los diversos procesos.

En cuanto a la metodología de medición, ésta se efectuará por muestreo internos (mediciones) o mediante requisitoria (cuestionario) para la totalidad o parte de los consumidores.

Así, si para un producto se han determinado 12 factores críticos de calidad (FCC) y se han producido un total de 250.000 artículos, tomando una muestra de 1.500, el total de defectos factibles es de $(1.500 \times 12) = 18.000$. Si el total de errores o fallos detectados asciende a 278, ellos implican que tenemos 15.444,44 DPMO (resultante de dividir 278 por los 18.000 y multiplicarlos por 1.000.000). Para este nivel de DPMO la cantidad de sigmas es de 3,67 (lo cual implica un rendimiento entre el 99,80 y el 99,87 por ciento).

2.1.4. MÉTODO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Se ha desarrollado como sistema para la resolución de problemas el método DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar).

Este método es llevado a la práctica por grupos especialmente formados a los efectos de dar solución a los diversos problemas u objetivos de la compañía.

Las claves del DMAMC, según de Moura, se encuentran en:

1. Medir el problema. Siempre es necesario tener una clara noción de los defectos que se están produciendo en cantidades y expresados también en valores monetarios.
2. Enfocarse en el cliente. Las necesidades y requerimientos del cliente son fundamentales, y ello debe tenerse siempre debidamente en consideración.
3. Verificar la causa raíz. Es necesario llegar hasta la razón fundamental o raíz, evitando quedarse sólo en los síntomas.
4. Romper con los malos hábitos. Un cambio de verdad requiere soluciones creativas.
5. Gestionar los riesgos. El probar y perfeccionar las soluciones es una parte esencial de la disciplina Seis Sigma.
6. Medir los resultados. El seguimiento de cualquier solución es verificar su impacto real.
7. Sostener el cambio. La clave final es lograr que el cambio perdure.

2.1.4.1. DEFINIR EL PROBLEMA

Debe definirse claramente en ¿qué problema se ha de trabajar?, ¿por qué se trabaja en ese problema en particular?, ¿quién es el cliente?, ¿cuáles son los requerimientos del cliente?, ¿cómo se lleva a cabo el trabajo en la actualidad?, ¿cuáles son los beneficios de realizar una mejora?

Siempre debe tenerse en cuenta que definir correctamente un problema implica tener un 50% de su solución. Un problema mal definido llevará a desarrollar soluciones para falsos problemas.

2.1.4.2. MEDIR

El medir persigue dos objetivos fundamentales:

1. Tomar datos para validar y cuantificar el problema o la oportunidad. Esta es una información crítica para refinar y completar el desarrollo del plan de mejora.
2. Nos permiten y facilitan identificar las causas reales del problema.

El conocimiento de estadística se hace fundamental. ***“La calidad no se mejora, a no ser que se la mida”⁸***.

2.1.4.3. ANALIZAR

El análisis nos permite descubrir la causa raíz. Para ello se hará uso de las distintas herramientas de gestión de la calidad. Ellas son las siete herramientas estadísticas clásicas y las nuevas siete herramientas. Las herramientas de análisis deben emplearse para determinar dónde estamos, no para justificar los errores.

Al respecto cabe acotar que el Diagrama de Pareto es a los efectos de darle prioridad a los factores que mayor importancia tienen en la generación de fallos o errores, pero no debe significar dejar de atender las demás causas. Al respecto Crosby señala que ***“a los numerosos pero triviales ni si quiera les hacen caso; les dejan que envenenen el producto o servicio para el consumidor. Consideran que no vale la pena dedicar tiempo***

⁸ Congreso de Mejora Continua por Dr. Taguchi.

a solucionarlos. En cambio para un auténtico enfoque de cero defectos, todos los elementos son importantes”.

2.1.4.4. MEJORAR

En esta etapa asume una preponderancia fundamental la participación de todos los participantes del proceso, como así también la capacidad creativa, entre los cuales se encuentran el uso de nuevas herramientas como el Pensamiento Lateral y la Programación Neuro-Lingüística (PNL).

La fase de mejora implica tanto el diseño como la implementación. En esta fase de diseño es muy importante la actividad de benchmarking a los efectos de detectar en otras unidades de la misma empresa o en otras empresas (competidoras o no) formas más efectivas de llevar a cabo un proceso.

2.1.4.5. CONTROLAR

Es necesario confirmar los resultados de las mejoras realizadas. Debe por tanto definirse claramente unos indicadores que permitan visualizar la evolución del proyecto. Los indicadores son necesarios pues no podemos basar nuestras decisiones en la simple intuición. Los indicadores nos mostrarán los puntos problemáticos de nuestro negocio y nos ayudarán a caracterizar, comprender y confirmar nuestros procesos. Mediante el control de resultados lograremos saber si estamos cubriendo las necesidades y expectativas de nuestros clientes.

Es además primordial verificar mediante el control la estabilidad de los procesos. Distintos indicadores vinculados a Seis Sigma pueden y deben ser articulados en los Tableros de Comandos o Cuadros de Mando Integral (datos que se deben registrar como valores de comparación de soporte del proyecto), a los efectos de permitir un monitoreo

constante en la evolución de los mismos por parte de los diferentes funcionarios y responsables de los procesos productivos y de mejoras.

Entre los indicadores a monitorear tenemos:

- Indicadores relacionados con el coste, el mismo incluye costes correspondientes a las operaciones, las materias primas, de despilfarro y reciclaje, de comercialización, de desarrollo de productos.
- Indicadores relacionados con el tiempo de: los ciclos (productivos, comerciales, de respuestas) y de cumplimiento de las etapas de los procesos de implementación de mejoras.
- Indicadores relacionados a las prestaciones, tales como cuota de mercado, cotización de las acciones, imagen de la empresa, niveles de satisfacción de los clientes y consumidores, y participación de los empleados (cantidades de sugerencias por período de tiempo y niveles de ahorros o beneficios subsecuentes).

2.1.5. HERRAMIENTAS DE MEJORA DE PROCESOS SEIS SIGMA

El sistema Seis Sigma es mucho más que un trabajo en equipo, implica la utilización de refinados sistemas de análisis relativos al diseño, la producción y el aprovisionamiento.

En materia de Diseño se utilizan herramientas tales como: Diseño de Experimentos (DDE), Diseño Robusto y Análisis del Modo de Fallos y Efectos (AMFE).

En cuanto a Producción se utilizan las herramientas básicas del control de calidad entre los cuales se encuentran: los Histogramas, el Diagrama de Pareto, el Diagrama de Ishikawa, AMFE, SPC (Control Estadístico de Procesos) y DDE.

A las actividades y procesos de Aprovechamiento se les son aplicables el SPC y el DDE correspondientes a los proveedores y procesos.

2.1.6. EQUIPO DE MEJORA SEIS SIGMA

El mismo atraviesa por seis fases, siendo éstas las siguientes:

1. **Identificación y selección de proyectos.** La dirección considera los diversos proyectos de mejora presentados, seleccionando los más prometedores en función de posibilidades de implementación y de los resultados obtenibles. El proyecto tiene que tener un beneficio tanto para el negocio, como para los clientes. El uso del Diagrama de Pareto es una herramienta beneficiosa para dicha selección.
2. Se procede a la **formación de los equipos.** Entre los cuales se encuentra el Líder del grupo (Cinturón Negro), para lo cual se involucrarán a aquellos individuos que de acuerdo al **Inventario Permanente de RR.HH.**, poseen las cualidades necesarias para integrarse al proyecto en cuestión.
3. **Desarrollo del documento marco del proyecto.** El documento marco es clave como elemento en torno al cual se suman las voluntades del grupo, sirviendo de guía para evitar desvíos y contradicciones. El mismo debe ser claro, fijar claramente los límites en recursos y plazos, y por sobre todas las cosas el objetivo supremo a lograr.
4. **Capacitación de los miembros del equipo.** Los mismos son capacitados, de no contar ya con conocimientos y/o experiencia en Seis Sigma en estadísticas y probabilidades, herramientas de gestión, sistema de resolución de problemas y toma de decisiones, creatividad, pensamiento lateral, métodos de creatividad, planificación y análisis de procesos.
5. **Ejecución del DMAMC e implementación de soluciones.** Los equipos deben desarrollar los planes de proyectos, la capacitación a otros miembros del personal, los procedimientos para las soluciones y son responsables tanto de ponerlos en

práctica como de asegurarse de que funcionan (midiendo y controlando los resultados) durante un tiempo significativo.

6. **Traspaso de la solución.** Luego de cumplido los objetivos para los cuales fueron creados los equipos se disuelven y sus miembros vuelven a sus trabajos regulares o pasan a integrar equipos correspondientes a otros proyectos.

2.1.6.1. CINTURONES Y LÍDERES

Como una forma de identificar a determinados miembros del personal que cumplen funciones específicas en el proceso de Seis Sigma, e inspirados en las artes marciales como filosofía de mejora continua y elevada disciplina; se han conferido diversos niveles de cinturones para aquellos miembros de la organización que lideran y ayudan a liderar los proyectos de mejoras.

Así con el **Cinturón Negro (Black Belt)**, tenemos a aquellas personas que se dedican a tiempo completo a detectar oportunidades de cambios críticos y a conseguir que logren resultados. El Cinturón negro es responsable de liderar, inspirar, dirigir, delegar, entrenar y cuidar de los miembros de su equipo. Debe poseer firmes conocimientos tanto en materia de calidad, como en temas relativos a estadística, resolución de problemas y toma de decisiones.

El **Cinturón Verde (Green Belt)**, esta formado en la metodología Seis Sigma, sirviendo como miembro de equipo, sirviendo de apoyo a las tareas del Cinturón Negro. Sus funciones fundamentales consisten en aplicar los nuevos conceptos y herramientas de Seis Sigma a las actividades del día a día de la organización.

El **Primer Dan (Master Black Belt o Maestro Cinturón Negro)**, sirve de entrenador, mentor y consultor para los Cinturones Negros que trabajan en los diversos proyectos.

Debe poseer mucha experiencia en el campo de acción tanto en Seis Sigma como en las operaciones fabriles, administrativas y de servicios.

Espónsor (Champion), es un ejecutivo o directivo que inicia y patrocina a un Black Belt o a un equipo de proyecto. El mismo forma parte del Comité de Liderazgo, siendo sus responsabilidades: garantizar que los proyectos están alineados con los objetivos generales del negocio y proveer dirección cuando eso no ocurra, mantener informados a los otros miembros del Comité de Liderazgo sobre el progreso del proyecto, proveer o persuadir a terceros para aportar al equipo los recursos necesarios, tales como tiempo, dinero, y la ayuda de otros. Conducir reuniones de revisión periódicas y negociar conflictos y efectuar enlaces con otros proyectos Seis Sigma.

Líder de Implementación, es responsable de la puesta en práctica del sistema Seis Sigma y de los resultados que este arroje para la organización, siendo el estratega fundamental del sistema.

2.1.7. ESTABLECIMIENTO DE TÉCNICAS QUE EVITEN ERRORES

En muchas organizaciones, cometer errores y luego corregirlos es parte de sus operaciones diarias. Los empleados anotan información de forma errónea, usan mal las herramientas, proporcionan información equivocada, ignoran pasos de un proceso, cometen errores en mediciones y así sucesivamente. Los errores son una señal de que los procesos no están bien entendidos y que la información necesaria no está disponible para los empleados. Pueden y deben introducirse cambios que ayuden a los empleados a comprender que los errores no tienen que ser parte de las operaciones, utilizando para ello diversas técnicas entre las cuales podemos describir:

Recordatorios. Los recordatorios incluyen listas de verificación, manuales, gráficas, formas especiales –cualquier cosa que ayude a los empleados a recordar lo que deben

hacer. Los pilotos de aviación siempre usan una lista de verificación escrita de los pasos a seguir antes de despegar y aterrizar, sin importar cuántas veces lo hayan hecho. El usar recordatorios asegura que no se ignorará ningún paso de una actividad o proceso importante.

Eliminar similitudes que confunden. Cuando se presentan similitudes entre dos artículos por ejemplo: formas, colores, ubicaciones o números de partes, existe la posibilidad de que los empleados cometan errores. Para evitar este tipo de equivocaciones, supervisores y empleados deben revisar, primero, el tipo de errores que se presentan; luego podrán hacer cambios en formas, colores, ubicaciones o cualquier característica que esté causando confusión. De esta manera, pueden reducirse considerablemente la posibilidad de errores por similitud. Pensemos al respecto en los errores que suelen tener lugar en los hospitales con los tubos de oxígeno o de otro tipo de insumos médicos. Colores que identifiquen claramente su contenido, pueden evitar gravísimas consecuencias.

Establecer restricciones. Otra técnica para reducir la posibilidad de errores es el desarrollo de restricciones. Las restricciones son obstáculos físicos que impiden que las personas realicen mal una tarea. Por ejemplo, una restricción puede impedir que alguien siga los pasos de un proceso en el orden equivocado. Considere el uso de restricciones para impedir que los empleados hagan mal las cosas. Si las herramientas utilizadas en un quirófano ocupan un lugar claramente identificado, una vez utilizada la misma herramienta debe ocupar ese lugar, de quedar vacío, puede estar en el interior del paciente. Piense cuántas agujas y otros elementos se olvidan en el interior por no tomar en cuenta ésta práctica.

Usar la capacidad de realización. La capacidad de realización es un entorno o circunstancia que facilita hacer un trabajo como es debido. La capacidad de realización es el opuesto a las restricciones.

Cuestionario o Matriz de Análisis Preventivo. Para cada operación o proceso los empleados de línea y los supervisores y demás personal jerárquico deben cuestionarse que puede salir mal (haciendo por ejemplo uso de la Tormenta de Ideas) y luego analizar la forma de evitar que ello ocurra. Así si un corte de energía eléctrica puede hacer perder archivos, como así también dañar los sistemas de cómputo, una medida preventiva es utilizar baterías que permitan cerrar los programas y apagar los equipos con suficiente tiempo e inclusive si la capacidad lo permite continuar realizando labores mientras falta la energía eléctrica.

Interruptores de paro. Para detener el equipo cuando una máquina detecta una condición de error.

Contadores (monitores). Para garantizar que todas las partes han sido utilizadas o todas las acciones han sido completadas.

Estos dispositivos mecánicos y de memoria, y muchos más, ayudan a los empleados a impedir que ocurran errores al ejecutar los procesos.

2.1.8. DISEÑO CONSISTENTE

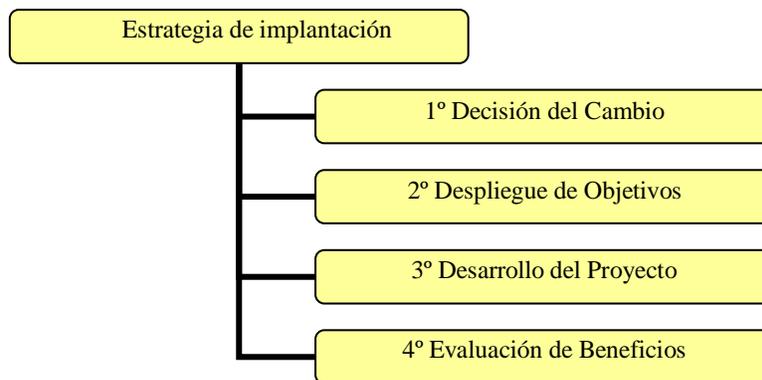
Un motivo por el cual los productos fallan es que los diseños son demasiados complejos y las partes quedan fuera de servicio al someterlos a circunstancias extremas o fuera de control. Para hacer frente a esto, los desarrolladores de productos tienen la meta de presentar diseños consistentes, que son planes que reducen la posibilidad de fallas en el producto y optimizan la confiabilidad del mismo. Los diseños consistentes privilegian la simplicidad sobre la complejidad, sin sacrificar la funcionalidad que buscan los clientes; reduciendo las oportunidades de que ocurran defectos en los procesos de producción e incrementan la posibilidad de que un producto opere como se supone que debe hacerlo en una gran variedad de usos y condiciones ambientales. El diseño es un ejemplo del control

preventivo que puede ayudar a eliminar muchos problemas más adelante en el proceso de producción.

2.1.9. ESTRATEGIA DE IMPLANTACIÓN DE SEIS SIGMA

Un plan exitoso de Seis Sigma comprende cuatro etapas fundamentales, cada una de las cuales está constituida por sub-etapas (las cuales pueden desarrollarse en forma paralela)

■ Cuadro 2.2



Elaborado por: Autores

2.1.9.1. DECISIÓN DEL CAMBIO

Es necesario y primordial convencer y demostrar a los directivos de la empresa acerca de la imperiosa necesidad del cambio, ello se logrará mejor, si se muestra la evolución de los mercados en general y de la industria específica en especial, tanto a nivel mundial como nacional y regional. En segundo lugar debe mostrarse claramente lo que acontece con la empresa, describiendo su evolución y comparándola con la de los actuales y futuros competidores. Debe dejarse en claro donde estará la empresa dentro de cinco o diez años de no efectuar cambios y donde estarán las empresas que si realicen tales cambios.

Demostrada la necesidad de instaurar un proceso de mejora continua, y de reingeniería si es necesario para cubrir rápidamente brechas de desempeño, el paso siguiente es demostrar las características y cualidades de Seis Sigma, mostrando además las diferencias de éste en relación a otros sistemas de calidad y mejora continua.

De estar aplicando ya la empresa algún otro sistema o método de mejora continua se hace necesario evaluar los resultados que los mismos están brindando, para lo cual un buen método es evaluar el nivel de sigma que tienen sus procesos actualmente y compararlos (benchmarking) con los competidores globales.

La etapa siguiente consiste en el cambio de paradigmas de los directivos y personal superior de la empresa. Es necesario que eliminen de sus mentes que los errores son algo admisible y propios de la producción.

Se planifica estratégicamente definiendo claramente cuales son los valores, misión y visión de la empresa, para fijar con posterioridad objetivos a lograr para hacer factible los objetivos de más largo plazo. En función de ello se debe lograr una visión compartida con la cual se alcance la energía suficiente para lograr un trabajo en equipo que permita lograr óptimos resultados en la puesta en marcha de Seis Sigma. En función de los planes se asignan partidas presupuestarias a los efectos de su puesta en marcha y funcionamiento.

Se seleccionan los Líderes y Cinturones, en función de sus conocimientos, capacidades y puestos que actualmente ocupan.

Se debe proceder a la capacitación y entrenamiento de los diversos niveles de cinturones y liderazgos, como así también al resto del personal. Esta capacitación incluirá diferentes aspectos dependiendo ello de las funciones y niveles que cubra dicho personal. Se incluirán aspectos vinculados con el significado y funcionamiento de Seis Sigma, los métodos de resolución de problemas y toma de decisiones, trabajo en equipo, liderazgo y

motivación, creatividad, control estadístico de procesos, diseño de experimentos, herramientas de gestión, AMFE, estadística y probabilidades, muestreo, satisfacción del consumidor, calidad y productividad, costo de calidad, sistemas de información, utilización de software estadístico, supervisión y diseño de proyectos, entre otros.

2.1.9.2. DESPLIEGUE DE OBJETIVOS

Se establecen los sistemas de información, capacitación y supervisión apropiados al nuevo sistema de mejora.

Se incluyen en los sistemas de información y control (Cuadros de Mando Integral los objetivos, indicadores e inductores relativos a Seis Sigma). De no existir un Cuadro de Mando Integral se procede a elaborar un Cuadro de Indicadores de Seis Sigma.

Se forman los primeros grupos de trabajo en función de los proyectos seleccionados.

Los proyectos son seleccionados en función de los beneficios tanto para la empresa, pero fundamentalmente para el incremento en la satisfacción de los clientes y consumidores.

Es conveniente comenzar con proyectos pilotos para poner a prueba las técnicas y conocimientos aprendidos, y demostrar además al resto de la organización acerca de los logros en la implementación del sistema.

2.1.9.3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Es primordial antes que nada definir los requerimientos de los clientes externos e internos, y la forma en que se medirán el logro de dichas especificaciones.

Los círculos de calidad o equipos de trabajo Seis Sigma (ETSS) proceden a aplicar la metodología DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar).

Se mantiene informado a los directivos acerca de la marcha de los diferentes proyectos.

2.1.9.4. EVALUACIÓN DE BENEFICIOS

Se determinan las mejoras producidas luego de la implementación de los cambios resultantes del desarrollo de los diversos proyectos. Ello se manifiesta tanto en niveles de rendimientos, como en niveles de sigma, DPMO y ahorros obtenidos.

Es conveniente hacer un seguimiento constante de los niveles de satisfacción tanto de los clientes internos como externos.

2.2. SÍNTESIS DEL TEMA

Seis Sigma, como concepto estadístico, puede ser entendido como la reducción de la variabilidad de los procesos que gobiernan aquellos resultados que impactan al cliente, así como las pérdidas y ganancias de una organización.

Como corriente de pensamiento, va más allá y busca un involucramiento organizado hacia objetivos de mejora a través de proyectos altamente redituables. Estudiando y mejorando los procesos, o las maneras como hacemos las cosas, y midiéndolos adecuadamente, podremos darnos cuenta el reto que hay ante nosotros: elevar nuestro nivel sigma.

El proceso de resolución de problemas DMAMC y las fases del ciclo del proyecto van mano a mano. A menudo se refieren al DMAMC como interactivo. Esto significa que la línea de definir a controlar no es recta sino que a menudo va hacia delante y hacia atrás, revisando hipótesis preliminares y completando temas sobre los que no se ha

En un sentido lo único que es inevitable durante un proyecto Seis Sigma es la necesidad de ser flexible al tratar con el cambio continuo, la habilidad de absorber e interpretar la información y la necesidad de permanecer abierto y atento a las aportaciones a los grupos de interés dentro y fuera del equipo inmediato. Un equipo que puede lograr esto tiene pocos límites a su potencial para resolver problemas y mejorar el nivel de desempeño de la empresa.

Un motivo por el cual los productos fallan es que los diseños son demasiados complejos y las partes quedan fuera de servicio al someterlos a circunstancias extremas o fuera de control. Para hacer frente a esto, los desarrolladores de productos tienen la meta de presentar diseños consistentes, que son planes que reducen la posibilidad de fallas en el producto y optimizan la confiabilidad del mismo. Los diseños consistentes privilegian la simplicidad sobre la complejidad, sin sacrificar la funcionalidad que buscan los clientes; reduciendo las oportunidades de que ocurran defectos en los procesos de producción e incrementan la posibilidad de que un producto opere como se supone que debe hacerlo en una gran variedad de usos y condiciones ambientales. El diseño consistente es un ejemplo del control preventivo que puede ayudar a eliminar muchos problemas más adelante en el proceso de producción.

A manera de resumen podemos decir que en primer lugar se define el problema, valorándose o midiéndose posteriormente el punto en el cual se encuentra la empresa. En tercer lugar se estudia la causa raíz del problema, procediéndose a diseñar y poner en práctica las respectivas mejoras. En última instancia a controlar los resultados obtenidos para verificar la efectividad y eficiencia de los cambios realizados.

CAPÍTULO III

DISEÑO, DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

3.1. CUADRO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO POR PROCESO

Para la elaboración de este proyecto se diseñó un cuadro de datos en el Programa EXCEL denominado Capacidad de Proceso de la Mermelada de Durazno SNOB, el mismo que se encuentra constituido de tres celdas de parámetros de valoración de calidad que debe cumplir el producto; estos atributos son: Grados Brix, Consistencia y pH.

Cada uno de estos tres parámetros está constituido por una serie de datos tomados desde el 26 de Septiembre de 2003 hasta el 15 de Julio de 2005, los mismo que se encuentran analizados por año y especificados por fechas, lotes y número de Batch.

Un Batch es la cantidad de masa ingresada como materia prima, contenida en las marmitas (crisoles), que contienen de 40 a 50 kg.

Todas las unidades fueron analizadas en cada uno de sus parámetros en función de sus límites de aceptabilidad con el fin de obtener un producto listo para su comercialización o en su defecto son catalogados como producto en cuarentena y sus respectivos análisis se lo realiza durante este período, si el producto cumple antes con los estándares, éste se pondrá a disposición de inmediato. Razón por la cual se creó un cuadro adicional con las mismas características del denominado Capacidad de Proceso de la Mermelada de Durazno SNOB, con la diferencia que solo constituye datos de cuarentena.

3.1.1. CAPACIDAD DE PROCESO

Sobre la base de los datos se obtuvo los siguientes análisis: promedios, desviación estándar, valor máximo, valor mínimo, rango, capacidad de proceso, frontera, amplitud e intervalos.

- Datos: Son los valores cuantitativos x_i mediante los cuales se midieron las características de los parámetros mesurables de la mermelada.
- Promedios: El promedio se obtuvo sumando todos los datos de cada parámetro y dividiendo para el tamaño de la muestra, n . Este promedio nos permite conocer donde se maneja la media de los mismos. A continuación se muestran las tres propiedades más importantes del promedio

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

- Balancea las diferencias de puntajes.
- Refleja las transformaciones hechas a los puntajes.
- Puede no ser representativo cuando los valores son extremos.
- Desviación Estándar: Este parámetro es una medida que permitió analizar el grado de dispersión de los datos del valor promedio. Dicho de otra manera, la desviación estándar es simplemente el "promedio" o variación esperada con respecto de la media aritmética.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n(\bar{x})^2}{n-1}}$$

Una desviación estándar grande indica que los puntos están lejos de la media y una desviación pequeña indica que los datos están agrupados cerca de la misma.

La desviación estándar puede ser interpretada como una medida de incertidumbre.

La desviación estándar de un grupo repetido de medidas nos da la precisión de éstas. Cuando se va a determinar si un grupo de medidas está de acuerdo con el modelo teórico, la desviación estándar de esas medidas es de vital importancia: si la media de las medidas está demasiado alejada de la predicción (con la distancia medida en desviaciones estándar), entonces consideramos que las medidas contradicen la teoría. Esto es de esperarse ya que las mediciones caen fuera del rango de valores de los cuales sería razonable esperar que ocurrieran si el modelo teórico fuera correcto.

- Valor Máximo y Valor Mínimo: Son los más altos y más bajos que permite obtener el rango, R ; éste parámetro obtenido es necesario para calcular la capacidad del proceso.
- Rango: Es la longitud del intervalo en el que se sitúan los datos.

$$R = \text{maximo-minimo}$$

- Capacidad del Proceso: Este valor muestra el rendimiento actual del proceso productivo; el mismo que debe ser mayor que 1, lo que significa que el proceso es satisfactorio en relación a la capacidad del mismo. Para obtener la Capacidad del Proceso se aplica la siguiente fórmula:

$$C_p = R/6 (\sigma) > 1$$

- Frontera, Amplitud e Intervalos: Estos parámetros forman parte de la estructura de la Distribución de Frecuencias y así mismo de los Histogramas. Por medio de éstos se muestra la variabilidad de los datos graficados en la Campana de Gauss.

Cabe mencionar que todos los resultados obtenidos de los valores recopilados se encuentran interrelacionados para cada uno de los cuadros, asegurando la eficiencia de obtener la información necesaria.

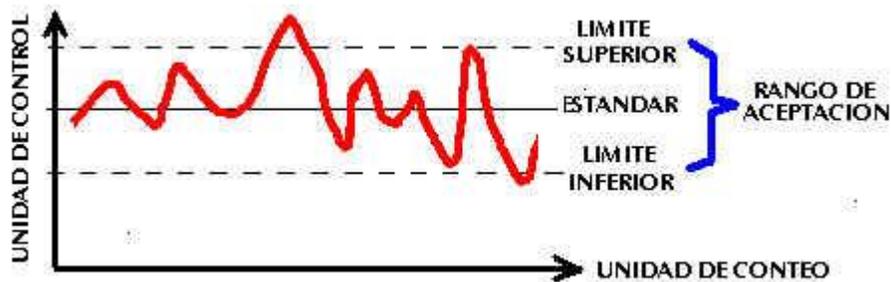
VER ANEXO “HC Ex”

3.1.2. LÍMITES DE CONTROL DE PROCESOS

Los Límites de Control del Proceso, muestran las tolerancias mínimas y máximas con las que se debe manejar el proceso productivo.

Los Cuadros de Control, desarrollados por los autores, son la base del Control Estadístico de la Calidad. Son un tipo de herramienta estadística, que sirve para diagnosticar las variaciones producidas dentro de un rango de aceptación.

Gráfico 3.1



Fuente: www.geocities.com

Para obtener los Límites del Proceso se debe realizar los siguientes pasos:

1. Seleccionar cinco (5) datos al azar de cada lote de la “Hoja de Control”, tomando en cuenta que los datos de cuarentena NO participan en la selección.
2. Obtener los valores máximos y mínimos.
3. Sobre la base del punto 2, calcular el rango.

4. Se debe calcular la Desviación Estándar.
5. Crear un cuadro que este compuesto de: promedio de promedios, promedio de rangos y promedio de desviaciones estándar.
6. Para una muestra $n=5$ datos, los factores para cálculos de gráficos de control, están determinados para un $A_2=0,58$ y un $D_3=0$.⁹
7. Finalmente, aplicar la formula respectiva para Límites de Control Superior e Inferior:

$$\begin{aligned}LS &= (PP) + A_2 (PR) \\LI &= (PP) - A_2 (PR)\end{aligned}$$

Es conveniente realizar una gráfica que contenga los límites y adicionalmente el promedio de promedios, con la finalidad de facilitar al supervisor y al trabajador visualizar la situación del proceso actual sobre la base de los parámetros requeridos.

VER ANEXO “LC Ex”

3.1.3. HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

El histograma de frecuencias es una serie de rectángulos mostrados en un gráfico con bases iguales al rango de los intervalos y con área proporcional a sus frecuencias. En el eje X tenemos normalmente el intervalo de clases y en el Y el número de observaciones. Para poder graficar los mismos fue necesario soportarlos con:

- Muestra: Al recoger datos relativos a los parámetros de la mermelada, suele ser imposible o nada práctico observar todo el grupo, en especial si es muy grande. En vez de examinar el grupo entero, llamado población o universo, se examina una pequeña parte del grupo, llamada muestra.

⁹ Estos valores se obtienen de Tablas; Quality Control Manual; University of IOWA

- **Tamaño de la Muestra:** Es la cantidad de datos que fueron extraídos de todos los parámetros para formar parte de la muestra.
- **Clase:** Es una subdivisión de la escala de datos tomados de la muestra.
- **Frecuencia:** Es el número de veces en que se repitió un dato en cada uno de los parámetros.
- **Frontera inferior y superior:** Son los valores extremos que tiene el intervalo de clase, inferior y superior, entre los cuales van a estar los valores de los datos agrupados en ese intervalo de clase.
- **Intervalo de Clase:** Es una pequeña sección de la escala según la cual se agrupan las puntuaciones de una distribución de frecuencia. Tamaño o rango de Clase.

VER ANEXOS “HIS Ex”

3.1.4. TENDENCIAS

Es el comportamiento que tendrá el proceso de la mermelada durante el presente año, esto se basa sobre los datos 2003, 2004 y parte de 2005. Se aprecia que el proceso se mantendrá como lo ha estado haciendo, es decir habrá batches que cumplan las condiciones requeridas, mientras que otros no. Lo que se busca con la implementación es cambiar esa tendencia para obtener una estabilidad en el proceso disminuyendo la variabilidad de los datos.

Sin embargo ese cambio no se reflejará como conclusión de este proyecto, puesto que se requiere como mínimo un año de cambio y el factor tiempo es un decisivo importante para el mismo.

VER ANEXOS “TEND Ex”

3.2. ANÁLISIS DEL PRODUCTO

3.2.1. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

■ Gráfico 3.2



Fuente: Área de Etiquetado SNOB – SIPIA S.A.

La fruta se manipula manualmente a fin de cortarla adecuadamente y adicionalmente extraer su jugo. Junto con azúcar de caña son luego concentradas y pasteurizadas. Su siguiente paso es ser envasadas asépticamente en frascos de vidrio, tarrinas de polipropileno, envases doypack de poliamida y polietileno o en baldes de polietileno, embaladas en cajas de cartón corrugado.

3.2.2. RECETA Y ELABORACIÓN DE MERMELADA DE DURAZNO

3.2.2.1. RECETA DE MERMELADA DE DURAZNO

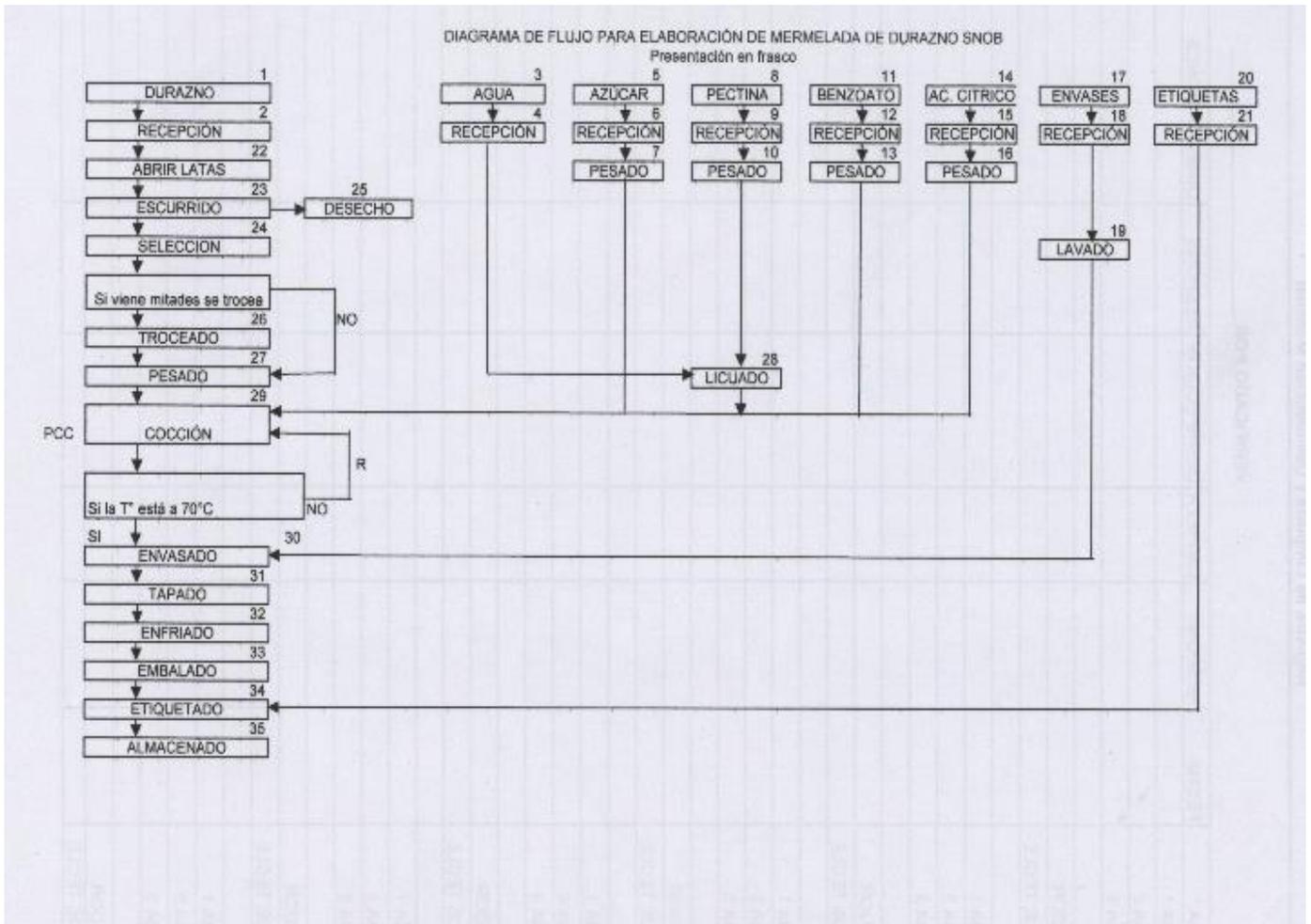
- Azúcar
- Fruta (durazno en trozos de 5 a 15 mm)
- Pectina
- Cítrico
- Benzoato

Estos materiales se depositan en ollas industriales en tiempos y momentos adecuados (no todos los materiales se depositan al mismo tiempo), a fin de aprovechar la temperatura de la colada, como también la consistencia de la misma.

La colada debe ser constantemente manipulada con una cuchara de madera industrial, para prevenir que la base de la sustancia se adhiera a la base de la olla y así mismo evitar que la base se quemé. El mecido garantiza una cocción más uniforme y la calidad de la colada.

3.2.2.2. LAY OUT O DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE MERMELEDA DE DURAZNO

■ Cuadro 3.1



Fuente: Área de Producción SNOB – SIPIA S.A.

3.2.3. PRESENTACIONES DE MERMELADA DE DURAZNO EN EL MERCADO

■ Tabla 3.1

Tipo de Frasco	Peso Neto
Frasco de vidrio tapa twist off	295 gr.
Frasco de vidrio tapa twist off	600 gr.
Tarrina (polipropileno)	400 gr.
Funda doy pack (poliamida y polietileno)	250 gr.
Baldes de polietileno	5000 gr.

Fuente: Área de Ventas SNOB – SIPIA S.A.

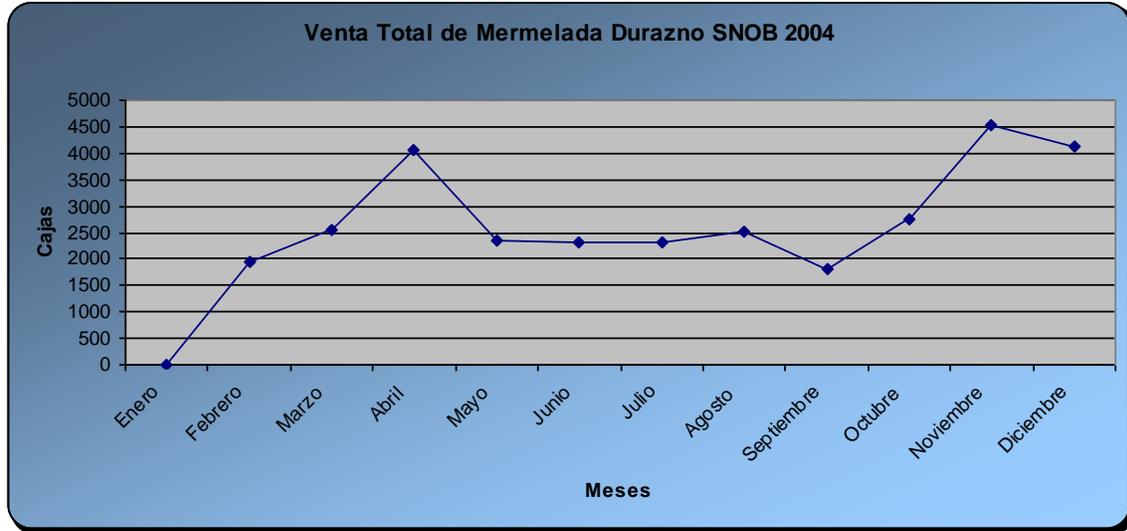
3.3. OFERTA DE MERMELADA DE DURAZNO

El área de producción de la empresa SNOB, envase a los parámetros de la demanda e implementando stocks de seguridad, transforma la materia prima en productos terminados con el fin de satisfacer la necesidad del mercado; sin embargo los pronósticos de ventas desempeñan un papel fundamental ya que estos equivalen a la proyección de producción.

La cantidad producida en cada mes es equivalente a la oferta del producto, sin embargo la demanda tiende a variar en cada mes, ya que algunas veces lo proyectado varía con el resultado final.

A continuación se presenta el siguiente gráfico correspondiente a las ventas del 2004.

■ Gráfico 3.3



Fuente: Área de Ventas SNOB – SIPIA S.A.

Para la producción de las mermeladas de durazno, la planta cuenta con equipos de alta tecnología, con personal altamente calificado y constantemente capacitado. Para cumplir con los estándares de calidad que se requieren, las máquinas se calibran periódicamente. Todo este procedimiento es controlado y supervisado por el Ingeniero de Producción, quien presenta reportes a los gerentes de la empresa.

Por otra parte la infraestructura de SNOB – SIPIA S.A. es totalmente moderna y sus instalaciones son adecuadas para el proceso de conservas, de líneas de concentrados, y de productos de alta calidad.

Cabe mencionar que la planta consta con salidas de emergencia, áreas de seguridad y extintores, todas ellas específicamente marcadas y señalizadas.

3.3.1. MAQUINARIA Y EQUIPOS

3.3.1.1. MAQUINARIA PARA EL PROCESO

- Extractora
- Licuadora
- Crisol (Marmita)
- Emasadora

3.3.1.2. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO

■ Gráfico 3.4



Fuente: Área de Marketing SNOB – SIPIA S.A.

- Agua destilada
- Espátula

- Refractómetro

■ Foto 3.1



Elaborado por: Autores

- Potenciómetro

■ Foto 3.2



Elaborado por: Autores

- Consistómetros

- Foto 3.3



Elaborado por: Autores

- Termómetros

- Foto 3.4



Elaborado por: Autores

- Balanzas

- Foto 3.5



Elaborado por: Autores

- Cronómetros

- Foto 3.5



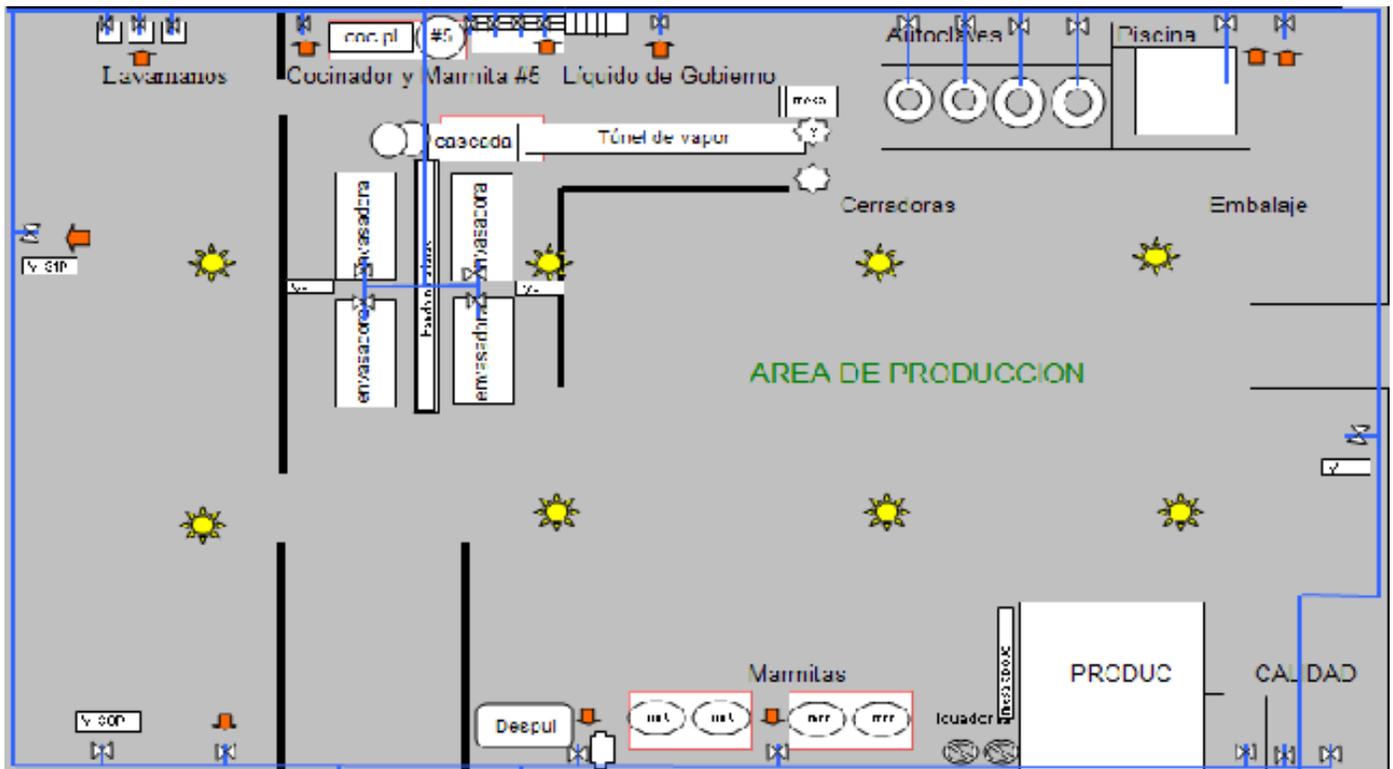
Elaborado por: Autores

3.3.2. PLANO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y CONDICIONES DE CALIDAD, OPERACIONES Y EQUIPOS

3.3.2.1. PLANO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

Se presenta a continuación el plano del área de producción, desde una perspectiva superior.

■ PLANO 3.1



Fuente: Área de Producción SNOB – SIPIA S.A.

3.3.2.2. CONDICIONES DE CALIDAD, CONDICIONES DE OPERACIÓN, EQUIPOS

■ Cuadro 3.2

MONITOREO DE PCC Y PC DE PESADO Y MEZCLADO

PCO1

FASE DEL PROCESO	PELIGROS	MEDIDAS PREVENTIVAS	PCC/ REGISTRO	MONITOREO / VIGILANCIA			ACCIONES CORRECTIVAS
				LÍMITE CRÍTICO	LÍMITE OBJETIVO	FRECUENCIA / RESPONSABLE / MÉTODO/QUE	ACCIÓN RESPONSABLE
Pesado y Mezclado	Defecto De calidad por inadecuado concentración de benzoato de sodio.	Formula maestra PC-PESA-I01	OT Y PC Y PCC PESAR01	0.01	0.03	Cada batch Operador de dosificación/ Balanza Electrónica/peso	Reproceso Técnico de producción

Fuente: Área de Control de Calidad SNOB – SIPIA S.A.

■ Cuadro 3.3

MONITOREO DE PCC Y PC DE COCCIÓN

PCC01

Mezclado	PELIGROS	MEDIDAS PREVENTIVAS	PCC/ REGISTRO	MONITOREO / VIGILANCIA			ACCIONES CORRECTIVAS
				LÍMITE CRÍTICO	LÍMITE OBJETIVO	FRECUENCIA / RESPONSABLE / MÉTODO/QUE	ACCIÓN RESPONSABLE
Cocción	Supervivencia de bacterias patógenas por inadecuado tiempos y temperaturas	Procedimiento de tiempos y temperaturas de pasterización <i>PC y PCCP01</i>	<i>PCC-COC-R01</i>	70°C 45 min.	77 °C 55 min.	Cada batch procesado Operador Termómetro	Reprocesar Regresando a la marmita Operador ,

Fuente: Área de Control de Calidad SNOB – SIPIA S.A.

■ Cuadro 3.4

MONITOREO DE PCC Y PC DE COCCIÓN

PC02

Mezclado	PELIGROS	MEDIDAS PREVENTIVAS	PCC/ REGISTRO	MONITOREO / VIGILANCIA			ACCIONES CORRECTIVAS
				LÍMITE CRÍTICO	LÍMITE OBJETIVO	FRECUENCIA / RESPONSABLE / MÉTODO/QUE	ACCIÓN RESPONSABLE
Cocción	Grados Brix (bajo o alto Brix)	Instructivo de control de brix PC-BRIX-I01	<i>PC y PCCP01 PCC-COC-R01</i>	63 Brix 45 min.	64 Brix 55 min.	Cada batch Operador / Refractómetro/ grados brix	Reproceso/ Reproceso/ cocinando

Fuente: Área de Control de Calidad SNOB – SIPIA S.A.

■ Cuadro 3.5

MONITOREO DE PCC Y PC DE ENVASADO

PCO3

FASE DEL PROCESO	PELIGROS	MEDIDAS PREVENTIVAS	PCC/ REGISTRO	MONITOREO / VIGILANCIA			ACCIONES CORRECTIVAS
				LÍMITE CRÍTICO	LÍMITE OBJETIVO	FRECUENCIA / RESPONSABLE / MÉTODO/QUE	ACCIÓN RESPONSABLE
Envasado	Presencia de vidrios por ruptura de frascos rotos, observación visual.	Procedimiento para control de vidrios en envasados de producto. PC y PCC02	<i>PCVIDR01</i>	Ausencia	Ausencia	Cada proceso de producto /supervisor visual	Desecho Operador y/o supervisor

Fuente: Área de Control de Calidad SNOB – SIPIA S.A.

■ Cuadro 3.6

MONITOREO DE PCC Y PC DE TAPADO

PC04

FASE DEL PROCESO	PELIGROS	MEDIDAS PREVENTIVAS	PCC/ REGISTRO	MONITOREO / VIGILANCIA			ACCIONES CORRECTIVAS
				LÍMITE CRÍTICO	LÍMITE OBJETIVO	FRECUENCIA / RESPONSABLE / MÉTODO/QUE	ACCIÓN RESPONSABLE
Tapado	Proliferación de bacterias patógenas por inadecuado tapado.	Procedimiento para control de tapado. 07PCy PCC P	PC TAPR01	10% del tamaño del envase	10% del tamaño del envase	Cada 4 horas / inspector de calidad.	Reproceso o desecho según el caso Técnico de Producción

Fuente: Área de Control de Calidad SNOB – SIPIA S.A.

■ Cuadro 3.7

MONITOREO DE PCC Y PC DE VERIFICACIÓN Y ETIQUETADO

PC05

FASE DEL PROCESO	PELIGROS	MEDIDAS PREVENTIVAS	PCC/ REGISTRO	MONITOREO / VIGILANCIA			ACCIONES CORRECTIVAS
				LÍMITE CRÍTICO	LÍMITE OBJETIVO	FRECUENCIA / RESPONSABLE / MÉTODO/QUE	ACCIÓN RESPONSABLE
Verificación de Etiquetado	Falta de especificación después de abrir refrigerar indicativo en la etiqueta.	Instructivo de recepción de etiquetas PC Y PCC I05	PC ETR01	Presencia de especificación después de abrir refrigerar indicativo en la etiqueta.	Presencia de especificación después de abrir refrigerar indicativo en la etiqueta.	Cada recepción/inspectora de calidad/Visual/especificación	Rechazo/ inspectora de calidad

Fuente: Área de Control de Calidad SNOB – SIPIA S.A.

■ Cuadro 3.8

ENUMERACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DEL PROCESO

PASO	Identificación del factor de Riesgos	Nivel de seguridad	¿Este es un peligro significativo?	Justificación de la decisión	Medidas Preventivas	¿Este es un PCC?
Recepción	No aplica					No
Abrir latas y Ecurrir	Microbiológicos (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	1C	Si	Proliferación de bacterias patógenas por inadecuada limpieza y desinfección de mesas de trabajo y tinas plásticas	Procedimiento de Limpieza y desinfección PPP-05 e instructivo de limpieza y desinfección PPI-5.1	No





Selección	Microbiológicos (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	1C	Si	Proliferación de bacterias patógenas por inadecuada limpieza y desinfección de mesas de trabajo y tinas plásticas	Procedimiento de Limpieza y desinfección PPP-05 e instructivo de limpieza y desinfección PPI-5.1	No
PASO	Identificación del factor de Riesgos	Nivel de seguridad	¿Este es un peligro significativo?	Justificación de la decisión	Medidas Preventivas	¿Este es un PCC?
Troceado de ser necesario	Microbiológicos (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	1B	Si	Proliferación de bacterias patógenas por inadecuada limpieza y desinfección de picadora de frutas	Procedimiento de Limpieza y desinfección PPP-05 e instructivo de limpieza y desinfección PPI-5.1	No
	Químicos (detergentes y desinfectantes)	1B	Si	Residuos de detergentes y desinfectantes por inadecuada limpieza y desinfección de picadora de frutas	Procedimiento de Limpieza y desinfección PPP-05 e instructivo de limpieza y desinfección PPI-5.	No





	Físico (tornillos)	3C	Si	Presencia de tornillos por inadecuado ajuste.	Procedimiento de mantenimiento PMP-01, y Plan de mantenimiento PML 1.1 e inspección visual.	No
PASO	Identificación del factor de Riesgos	Nivel de seguridad	¿Este es un peligro significativo?	Justificación de la decisión	Medidas Preventivas	¿Este es un PCC?
Pesado y Mezclado.	Microbiológicos (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	1B	Si	Supervivencia de bacterias patógenas por déficit de conservante de benzoato de sodio (bacterias y mohos).	Procedimiento de calibración GCP-02 e instructivo GCI-2.1 Procedimiento de mantenimiento preventivo PMP-01, y OT de formula maestra.	No





	Químicos (benzoato sodio)	1C	SI	Exceso de conservante de benzoato de sodio.	Procedimiento de calibración GCP-02 e instructivo GCI-02, Procedimiento de mantenimiento preventivo PMP-01, y OT de formula maestra.	No
PASO	Identificación del factor de Riesgos	Nivel de seguridad	¿Este es un peligro significativo?	Justificación de la decisión	Medidas Preventivas	¿Este es un PCC?



	Defecto de Calidad por inadecuada concentración de benzoato.	1B	No	Variación de características organolépticas	Procedimiento de calibración GCP-02 e instructivo GCI-2.1 y OT de formula maestra.	PC01
Cocción	Microbiológicos (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	1C	Si	Proliferación de bacterias patógenas por inadecuado tiempos y temperaturas.	Procedimiento de calibración GCP-02 e instructivo GCI-02, Procedimiento de mantenimiento preventivo PMP-01 Procedimiento de tiempos y temperaturas de pasteurización <i>PC y PCCP01</i>	PCC01
PASO	Identificación del factor de Riesgos	Nivel de seguridad	¿Este es un peligro significativo?	Justificación de la decisión	Medidas Preventivas	¿Este es un PCC?
	Grados Brix (bajo o alto Brix)	1C	Si	Variación de texturas por inadecuados tiempos y	Procedimiento de calibración GCP-02 e instructivo GCI-02, Procedimiento de	PC02



				temperaturas	mantenimiento preventivo PMP-01 Instructivo de control de brix PC-BRIX-I01	
Envasado	Microbiológicos (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	1C	Si	Proliferación de bacterias patógenas por inadecuada limpieza, desinfección de envasadoras.	Procedimiento de Limpieza y desinfección PPP-05 e instructivo de limpieza y desinfección PPI-5.1	No
	Peligro físico (vidrios)	1C	Si	Presencia de vidrios por ruptura de frascos rotos, observación visual.	Procedimiento para control de vidrios en envasados de producto. PC y PCC02 PCVIDRO	PC03
PASO	Identificación del factor de Riesgos	Nivel de seguridad	¿Este es un peligro significativo?	Justificación de la decisión	Medidas Preventivas	¿Este es un PCC?





Tapado	Microbiológicos (<i>E. coli</i> , <i>salmonera</i>)	1C	Si	Proliferación de bacterias patógenas por inadecuado tapado.	Procedimiento para control de tapado. PCy PC TAPR01PCC P061	PC04
Verificación de Etiquetado	Microbiológicos (<i>E. Coli</i> , <i>Salmonella</i>).	1C	Si	Falta de especificación después de abrir refrigerar indicativo en la etiqueta.	Instructivo de recepción de etiquetas P PC ETR01 C Y PCC I05	PC05

Fuente: Área de Control de Calidad SNOB – SIPIA S.A.

Para que el supervisor, operario o lector comprenda de mejor manera los cuadros anteriores, se presenta a continuación las abreviaciones utilizadas, con su significado.

PCC (Puntos Críticos de Control):

Es un punto, etapa o procedimiento en el cual es posible aplicar medidas de control, en donde el peligro para la seguridad alimenticia puede ser prevenido, eliminado a niveles aceptables.

OT (Ordenes de Trabajo para cada actividad):

Se solicita al proveedor o a bodega materia prima para el inicio o para una siguiente etapa del proceso.

PC (Punto de Control):

Son actividades que realiza la empresa, sobre los análisis físicos, químicos y biológicos, los mismos que pueden ser omitidos, eliminados y controlados.

Estos no afectan la inocuidad del alimento.

TAPR01, PCPESA01, ETR01, PCVIDR01, COCR01:

Abreviaciones del proceso, respectivamente: tapado, pesado, etiquetado, envasado en vidrio, cocción.

3.4. DEMANDA DE MERMELADA DE DURAZNO

El área de ventas de la empresa SNOB, se encarga de investigar la demanda de mermelada de durazno, la misma que es aleatoria por semana y obviamente por mes. Es por eso que la empresa decidió trabajar en base a un sistema de planificación llamado MRP II Manufacturing Resources Planning.

Debido a la aleatoriedad del mercado, se optó por obtener un promedio del número de cajas vendidas en el año 2004, los resultados fueron los siguientes:

■ Cuadro 3.9

Numero de Cajas	Unidades/Cajas	Demanda Total
150	24	3600 mermeladas

Fuente: Área de Ventas SNOB – SIPIA S.A.

Este proceso de planificación consiste en un sistema de maximización de recursos de materia prima y minimización de desperdicios y tiempos muertos. ¿Cómo lo hace? El valor generado por la demanda, es enviado al Ingeniero de Planificación de la Producción, quien se encarga de transformar la necesidad del mercado en términos de producción.

A continuación se presenta un cuadro que muestra la producción de mermelada de durazno para satisfacer la demanda del mercado sobre la base de los datos recopilados por Ventas.

■ Cuadro 3.10

PRODUCCION DE MERMELADA DE DURAZNO EN BASE A LA DEMANDA DEL MERCADO									
Semanas	45	46	47	48	49	50	51	52	53
	CAJAS								
Mermelada Durazno 295 gr.	40	35	40	35	40	40	40	20	20
Mermelada Durazno 450 gr.	20	20	0	0	20	20	0	0	0
Mermelada Durazno 5.1 Kg.	0	15	15	0	15	15	0	0	0
Mermelada Durazno 600 gr.	0	20	20	20	20	20	20	0	0

Nota: Cada caja contiene veinte y cuatro (24) unidades.

Fuente: Área de Ventas SNOB – SIPIA S.A.

De acuerdo al Cuadro 3.10, los gerentes coordinan la preparación de la materia prima y el de su proceso; de esta manera se determina las cantidades a fabricar, con la finalidad de que el producto terminado se distribuye a tiempo a nivel nacional e internacional.

Es importante mencionar que la mercancía se distribuye a nivel nacional por camiones y trailers de hasta seis ejes y a nivel internacional, el producto terminado viaja desde de la fábrica al puerto principal en trailers y posteriormente son embalados en contenedores para emprender el rumbo por barco hasta sus puertos de llegada.

Por otro lado, la proveniencia de la materia prima depende del producto que se quiera elaborar, por ejemplo la frutilla, la naranja, la guayaba, para las mermeladas son provistas por haciendas nacionales, sin embargo para efectos de elaboración de mermelada de durazno, la materia prima necesariamente debe ser importada desde Chile, puesto que:

- La producción en haciendas ecuatorianas, no alcanza volúmenes industriales.
- No existe un proceso de extracción de la pepa por parte de los proveedores, por consiguiente la empresa entraría a implementar un proceso adicional, el mismo que no es rentable.
- El tamaño del durazno ecuatoriano no cumple con los requerimientos de planta.
- Finalmente, la consistencia y madurez del durazno ecuatoriano, no cumplen con los estándares necesarios para la elaboración.

Cabe destacar que la empresa realizó pruebas con los duraznos ecuatorianos, y los resultados no fueron los esperados y requeridos por los estándares.

La empresa ha establecido dos parámetros muy importantes, estos son el Stock de Seguridad (SS) y el Punto de Orden (PTO ORDEN). Estos parámetros permiten evitar costos altos de almacenamiento y satisfacer al cliente con la entrega a tiempo del producto. Esto se puede apreciar en el siguiente cuadro.

■ Cuadro 3.11

Stock de Seguridad SS y Punto de Orden para la Producción de Mermeladas de Durazno en Base a la Demanda del Mercado				
	SS		PTO. ORDEN	
	UN	CAJAS	UN	CAJAS
Mermelada Durazno 295 gr.	720	30	1680	70
Mermelada Durazno 450 gr.	360	15	840	35
Mermelada Durazno 5.1 Kg.	10	10	20	10
Mermelada Durazno 600 gr.	480	20	960	40

Fuente: Área de Ventas SNOB – SIPIA S.A.

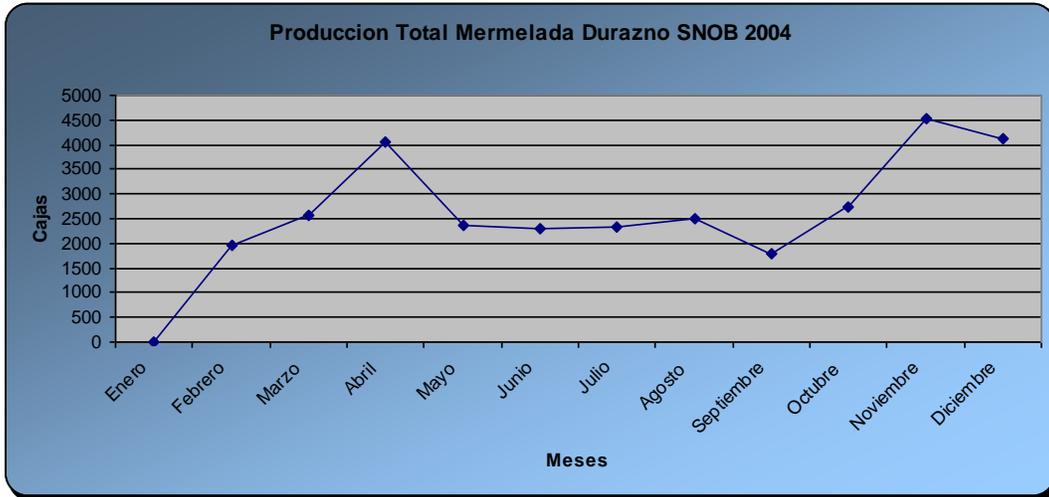
Según el Cuadro 3.11, los gerentes se basan en el Punto de Orden para determinar en qué momento y en qué cantidad se debe hacer el pedido de nueva materia prima, para que la producción de mermelada de durazno no se detenga y por lo tanto se logre entregar siempre a tiempo el producto terminado. Por otra parte el Stock de Seguridad SS, permite tener en bodega la cantidad de producto terminado que satisfaga al mercado en caso de una emergencia¹⁰, en cantidades que no incurran en altos costos de almacenamiento.

Por estas y muchas otras razones, SNOB – SIPIA S.A., se ha convertido en uno de los líderes de ventas, teniendo siempre como objetivo principal la satisfacción del cliente.

¹⁰ Retraso de la materia prima, daños en la maquinaria, paralización del recurso humana, etc.

A continuación se presenta los datos de la proyección de producción del año 2004, a partir de la información proporcionada por el área de ventas.

■ Cuadro 3.11



Fuente: Área de Ventas SNOB – SIPIA S.A.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE GESTIÓN SEIS SIGMA

4.1. DEFINIR

DEFINIR OPORTUNIDAD

- Definir, primer paso: Actualizar y desarrollar el cuadro de proyecto DMAMC. Lo que debe y lo que no debe hacer en el marco de proyecto.
- Definir, segundo paso: Identificar los requisitos de cliente. Lo que debe y lo que no debe hacer en la definición de requisitos.
- Definir, tercer paso: Identificar y documentar el proceso.
- Terminar el trabajo de Definir.

HERRAMIENTAS PARA DEFINIR

- Hoja de trabajo para el cuadro de proyecto DMAMC (Es un diseño creado por el líder; el mismo que asigna funciones a cada miembro del equipo. Información confidencial).
- Hoja de trabajo para la declaración del problema/oportunidad.
- Hoja de trabajo para la planificación del proyecto DMAMC.
- Diagrama de Gantt.
- Hoja de trabajo para el análisis de las "partes interesadas" del proyecto.
- Instrucciones para los requisitos de servicio o de resultado.
- Hoja de trabajo para la declaración de requisitos.
- Instrucciones para el análisis de Kano.

- Mapa y análisis SIPOC.
- Lista de comprobación de la etapa Definir.
- Hoja de trabajo para preparar la revisión de Definir
- El ciclo QFD.
- Consejos para la etapa de formación. Prevención y solución de problemas en la etapa Definir.

4.1.1. DEFINIR FOCO DE MEJORA

El DMAMC, como se mencionó anteriormente, son los pasos a seguir para ir encontrando los problemas “apagar incendios”, el primero de ellos es Definir, en éste, se debe precisar el foco de mejora, lo que significa, ir detrás del problema principal, para esto existen diferentes herramientas y técnicas.

Para este proyecto se realizó un cuestionario al cliente interno (Área de Producción y Área de Control de Calidad), sobre la base de la información desplegada del cuestionario, se diseñó el Diagrama de Ishikawa.

El cuestionario se estructuró con la idea de verificar que el foco de mejora (materia prima MP) es la acertada.

VER ANEXO “CCIS Wd”

En la entrevista con el Ingeniero de Producción Agroindustrial del Departamento de Producción de la empresa, Sr. Esteban Riofrío, este expuso su punto de vista y expectativas del producto, refiriéndose a lo siguiente:

“La materia prima proveniente de Chile contiene muchas impurezas, pedazos de pepas y cáscaras; lo que permite pensar que no existe el debido control de calidad por parte de la empresa proveedora.”

Sin embargo, señaló: “la razón fundamental de la inestabilidad de la calidad de la materia prima es la diferencia en el grado de maduración de los trozos, eso se aprecia en el color, algunos, verdes, amarillos y más oscuros; posiblemente en una lata entren diferentes tipos de durazno.”

Dos de los factores que consideró importantes en la recepción de la MP,

1. Diferente madurez (grados brix).
2. Impurezas.

En cuestión de transporte, comenta que “es muy posible que un golpe en la lata si afecta al contenido, pues se produciría oxidación, se presenta como ennegrecimiento del producto.”

La calidad de la MP se analiza en los parámetros de Grados Brix y pH, los mismos que sugiere que sean analizados para verificar que el rango de los mismos sea el correcto.

En cuestión de la realización de auditorias al proveedor, expresó que a todos los proveedores se las debe realizar, sin embargo depende de la cantidad o volumen que se importe y básicamente de la primera auditoria, en el caso de que el proceso del proveedor no cumpla con los estándares de sus clientes, para determinar la frecuencia de las auditorias.

Como una solución sugirió, tratar de buscar los medios necesarios para adaptar la materia prima al proceso; es decir homogeneizarla para disminuir la variabilidad del producto terminado.

Como solución, cuando la materia prima no se encuentra en condiciones óptimas, el rechazo debe ser inminente.

Por otro lado, según su criterio, se debería reestructurar los parámetros de Grados Brix y pH, para este tipo de materia prima.

Como costos innecesarios, entra el esfuerzo de equilibrar químicamente la homogeneidad de la colada a causa de la variabilidad de la materia prima.

Una segunda entrevista se realizó con la Ingeniera de Alimentos del Departamento de Aseguramiento de la Calidad de la empresa, la Sra. Valeria Naranjo, jefa del mismo, quien expuso su punto de vista y expectativas del producto, refiriéndose a lo siguiente:

“La calidad de la materia prima la considera de pésimas condiciones, ya que existe una mezcla entre durazno maduros, no maduros, de la misma variedad y de otras. De igual manera existe mucha presencia de rebabas, pelos, cáscaras, pedazos de pepas.”

Como factores primordiales de los defectos de la materia prima, que afectan al producto, citó:

1. Madurez de la fruta.
2. Mal peladas.
3. Formas de Corte.
4. Tamaños diversos.
5. Impurezas en general

6. Sabor variable (Brix)

La Ingeniera recalca que la materia prima definitivamente es el problema, ya que afirma que mientras lo que entra (MP) no sea de calidad, lo que sale (producto terminado) no va a ser de calidad.

Valeria sugiere que si se debería realizar auditorias independientemente de la cantidad, por lo menos una vez al mes, para de esa manera crear una buena base de datos.

Como cliente interna, su expectativa es recibir el durazno en mitades, mas no en trocitos, ya que es más fácil seleccionar la MP óptima con relación a lo que exige:

- Textura firme.
- Madurez homogénea óptima.
- Grados Brix estandarizados.

Como última entrevista, conversamos con la Ingeniera Agroindustrial del Departamento de Aseguramiento de la Calidad de la empresa la Sra. Francisca Delgado, asistente, quien expuso su punto de vista y expectativas del producto, refiriéndose a lo siguiente:

Según su experiencia, "la materia prima es la que produce la variabilidad del producto terminado, puesto que existe inestabilidad en la materia prima. De igual forma comenta que antes la materia prima se recibía con glucosa, mientras que ahora se recibe con azúcar."

Como dato más certero, afirma que un 70% de los trozos son inmaduros (color verde). Como sugerencias de la MP, desea que:

- Mejorar los trozos o recibir materia prima en mitad.

- Completamente pelados.
- Madurez Homogénea.
- Sin impurezas.

Como dato adicional, durante el dialogo, cuando Francisca dio como solución que los duraznos estén en mitades, los autores cuestionaron su respuesta con la afirmación “esa solución no traería un costo adicional de implementar otro proceso más, como son mano de obra y tiempos”, su respuesta fue firme, respondiendo “es preferible adicionar otro proceso y operario, que los costos de reproceso y cuarentena.”

Sobre la cuestión de auditorias, la ingeniera afirma que si se debería realizar auditorias al proveedor cada seis meses, y concuerda con la Ingeniera Naranjo, que la auditoria se debe realizar independientemente del volumen o la cantidad, para comprobar que sus estándares se están cumpliendo.

Como conclusión piensa que si entra calidad, sale calidad.

Se ha comprobado que el foco de mejora es la materia prima MP, por ende se debe continuar al siguiente paso de la etapa de Definir.

■ Foto 4.1 Materia Prima con Rebaba



Fuente: Autores.

■ Foto 4.2 Materia Prima con Diferentes Grados de Maduración



Fuente: Autores.

■ Foto 4.3 Materia Prima con Impurezas



Fuente: Autores.

■ Foto 4.4 **Materia Prima en Trozos**



Fuente: Autores.

4.1.2 IDENTIFICAR CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS

Al realizar reuniones lideradas por los autores de este proyecto con el personal de la planta (Supervisor Área de Producción, Jefa de Área de Aseguramiento de la Calidad y ayudantes), se recolectó una lluvia de ideas del por qué de la variabilidad del producto terminado.

De igual forma también se utilizó la Herramienta de Los Cinco Por Qués, los resultados fueron los siguientes:

CINCO PORQUÉS

¿Por qué la calidad producto terminado (Mermelada de Durazno) es muy irregular?

Porque la materia prima es muy variable.

¿Por qué?

Porque existe muchas impurezas y mucha variabilidad en la maduración de los trozos.

¿Por qué?

Porque los proveedores colocan en una sola lata duraznos de diferentes tipos y texturas.

¿Por qué?

Porque falta supervisión de control de calidad en el producto que se importa.

¿Por qué?

Porque SNOB no realiza auditorias, para exigir un mejor producto (MP) de más calidad y homogeneidad.

LLUVIA DE IDEAS

En materia prima:

- Textura
- Madures de los trozos
- Tamaños
- Impurezas
- Pepas
- Pelos
- Rebabas
- Trozos verdes, otros amarillos y medio negros
- Diferente tipo de durazno

En recepción de MP:

- Parámetros de estándares
- Rechazo

En proceso:

- Máquina envasadora actual

Sobre la base de ésta información obtenida, se estructuró la Herramienta o Diagrama de Ishikawa, la misma que se estructura de la siguiente manera.

“El Diagrama de Ishikawa es un vehículo para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto. Permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos”⁷.

⁷ www.diagramapareto.com

Como cabeza se encuentra el problema de estudio, y como espigas las famosas Seis M. (Materiales, Mano de Obra, Maquinaria, Medio, Método, Materia Prima), de cada una de ella se ramifican otras espigas, que vendrían a ser las posibles causas de los problemas y de ella, nacen otras espigas que son las razones de esa causa.

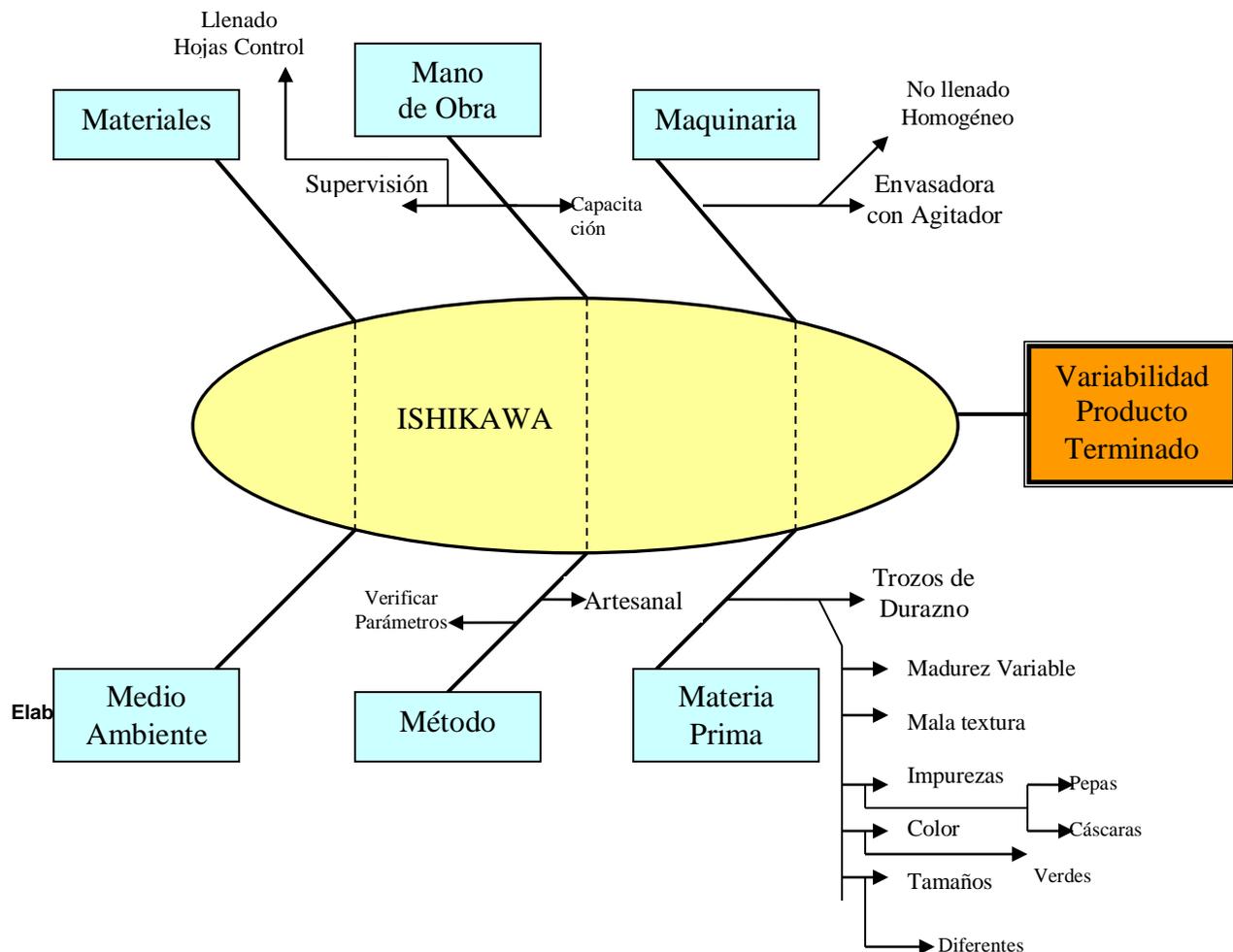
También conocido como Diagrama Causa - Efecto o como Diagrama Espina de Pescado, esta herramienta gráfica, constituye un valioso auxiliar para visualizar, discutir, analizar y seleccionar las bases relevantes que conducen a un resultado determinado.

La variabilidad de las características de calidad es un efecto observado que tiene múltiples causas. Cuando ocurre algún problema con la calidad del producto, debemos investigar para identificar las causas del mismo.

A continuación veremos como el valor de una característica de calidad depende de una combinación de variables y factores que condicionan el proceso productivo.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

■ Gráfico 4.1



Como un análisis breve del Diagrama Causa – Efecto, se debe recalcar como puntos positivos que los materiales que se utilizan en las áreas de Producción y Control de Calidad son de altas prestaciones para el cliente interno. Por otro lado el Medio Ambiente Laboral, es decir la relación entre jefes y operarios, operarios y operarios o jefes y jefes, se presenta un factor común, el respeto, la comprensión, la ayuda y el manejo de información; lo que facilita la comunicación y el desarrollo de los proyectos, como ejemplo: este proyecto de tesis.

Siendo el problema principal la Materia Prima, se observa que dentro de esta variable cuantificada se ramifican varios problemas y de ellos salen otros más. Este hecho se hace

presente ya que las partes han tenido como criterio similar la baja calidad de la misma (trozos de durazno). Defecto que se debe tomar mucho en cuenta si se quiere obtener un producto terminado de alta calidad.

Como factores importantes, pero no vitales, existen las ideas de mayor supervisión en el llenado de hojas de control y por otro lado la capacitación del personal con el fin de dar un criterio mejor centrado de la selección de MP óptima.

Dentro del plano más técnico, sale la idea de obtener una envasadora con agitador, para homogenizar el llenado de los envases.

4.1.3. DEFINIR PARÁMETROS DE DESEMPEÑO

A lo largo de la etapa definir, se ha hablado de los parámetros, hasta tal punto que en el Diagrama de Espina de Pescado, en la raíz de Método, se da una idea de verificar si es que los parámetros de recepción de MP están correctos.

A continuación se aprecia los datos estandarizados a los que se somete el personal para seleccionar la óptima materia prima:

■ Cuadro 4.1

DURAZNOS EN TROCITOS 3000g	
Peso neto g	3000 a 3200
Vacío in. Hg	3 a 8
Esp. Cabeza mm	8 a 18
pH	3.80-4.20
° Brix	18 a 22
Líquido de cobertura	Transparente
Peso drenado g	1800 a 2420
Cuerpos extraños	Ninguno
Color	122-123 c
Olor	Característico

Sabor	Característico
Textura	Firme

Fuente: Área de Control de Calidad SNOB – SIPIA S.A.

De acuerdo con la Ingeniera Naranjo, sobre la base de su conocimiento y experiencia, los parámetros son los adecuados. Según su información, los parámetros se han obtenido de análisis químicos que compete realizar a una ingeniera en alimentos.

El problema radica en que es muy difícil de manipular los trozos de durazno y seleccionar los óptimos y rechazar los malos; por ende siempre va a existir aquel trozo que no cumpla con los requisitos y lo peor es que va a involucrar en la baja calidad del producto terminado.

Razón por la cual vendría mejor recibir la MP en mitades, pues se facilitaría la selección del durazno. Hay que tomar en cuenta que esta solución adicionará un proceso más a la mermelada de durazno, el trocear las mitades; sería conveniente un análisis costo – beneficio antes de implementarlo.

4.1.4. FORMALIZAR EL PROYECTO DE MEJORA

Después de escuchar la voz del cliente (VOC = Voice of the customer), se tradujo el lenguaje de éste a términos significativos para el proyecto.

■ **Tabla 4.1 VOC Requerimientos del Cliente Interno**

El cliente Interno dice	Significado para la empresa	Requerimientos del cliente interno
-------------------------	-----------------------------	------------------------------------

"Muchos envases de mermelada de durazno se encuentran en cuarentena"	El producto constantemente pasa en bodega y se lo somete a análisis continuos.	El producto terminado no debe estar tanto tiempo en cuarentena.
"La materia prima presenta mucha variabilidad en el proceso"	No cumple los requerimientos de Calidad y Producción.	Los lotes de producción no deben ser reprocesados.
"El producto final presenta color oscuro algunas de las veces"	El color en las perchas genera incertidumbre a la hora de tomar una decisión.	El color del producto necesario, al final debe ser amarillo claro.
"La consistencia presenta mucha variabilidad en el producto terminado"	La untuosidad del producto es muy inestable de una unidad a la otra, independiente del tipo de batch o de lote.	El producto final no debe presentar una consistencia muy aguada ni muy espesa
"La materia prima presenta impurezas en la recepción"	Presenta baja calidad de mermelada a lo largo del proceso	La recepción de materias primas frescas debe ser meticulosa y devolverse los productos en mal estado

Elaborado por: Autores

Se ha decidido desarrollar el presente proyecto después de evaluar la información presentada anteriormente. Analizando su nivel de criticidad, este producto refleja disfunciones por causa de la materia prima y genera al cliente interno problemas constantes y consecuentes.

Con este plan el proyecto pretende definir y limitar el ámbito del problema, clarificar los resultados que se busca, y confirmar el valor que representa el mismo a la empresa.

Ubicando como foco de mejora, la materia prima, a continuación se muestra la matriz CTS vs CTY:

■ Matriz 4.1 CT Flowdown Materia Prima Trozos de Durazno

Mermelada de Durazno SNOB		CTS (Critical To Satisfaction)						Suma Escala		
		Sabor y aroma naturales	Untable	Color natural	Cero impurezas	Homogeneidad	Corte adecuado			Madurez óptima
		9	7	7	5	5	5			9
CTY	Análisis sensorial	● ₉	● ₉	○ ₃	○ ₃	○ ₃	○ ₃	△ ₁	219	9
	Consistencia		● ₉			○ ₃		● ₉	159	7
	Brix	● ₉		○ ₃		○ ₃		● ₉	198	8
	pH	● ₉				○ ₃	○ ₃	○ ₃	138	6
	Drenado de almibar	△ ₁			○ ₃	△ ₁			29	1
	Tamaño de trozos		○ ₃		○ ₃	○ ₃	● ₉		96	4
	Fecha de Validez	● ₉		△ ₁				○ ₃	115	5

Elaborado por: Autores

La forma en la que evaluaron los autores la matriz es la siguiente:

1. En el eje CTS (Critical To Satisfaction) se coloca los requerimientos del cliente interno, es decir como desea el personal de calidad que llegue la materia prima.
2. En el eje CTY, se coloca los métodos, los cuales se utilizan para analizar y comprobar que los parámetros del CTS se encuentren adecuadamente y que cumplan con los requerimientos.
3. Los valores de los CTS (9,7,5), los coloca la persona que lidera la matriz, de acuerdo a las opiniones del personal entrevistado, según la importancia que tiene

- el parámetro para la calidad de la materia prima. En lo posible estos valores cuantificables deben ser impares, siendo 9 el más importante.
4. Las calificaciones que componen la matriz, es decir las que determinan la relación de importancia entre los CTY vs los CTS, solo se componen de tres valoraciones (1,3,9), con la finalidad de presionar a los entrevistados a dar un valor real de la relación entre los parámetros citados. Cabe destacar que 9 es una relación fuerte, 3 una relación media y 1 determina poca relación.

Como análisis de la matriz, se ve que la información de ésta confirma el foco de mejora sobre la base de la escala, los cuatro puntos más importantes en orden descendente son: análisis sensorial, grados Brix, consistencia y por último pH.

Por otro lado la matriz permite conocer cuales son los requerimientos ideales del cliente interno (CTS), y como éste analiza que esos parámetros o requerimientos se cumplan (CTY) de la mejor manera.

Con esta información, los autores pueden pasar a la siguiente etapa del DMAMC, esta trata de la etapa M (medir).

4.2. MEDIR

Si algo diferencia a Seis Sigma de anteriores metodologías de mejora, es la obsesión permanente por medir y disponer de datos objetivos que permitan tomar decisiones. Medir el proceso consiste en cuantificar exactamente la capacidad del mismo, esto es, determinar la fracción de errores que se cometen.

■ Foto 4.5

Mediciones para Cliente Interno



Elaborado por: Autores

Se debe medir el rendimiento de proceso, sobre la base de:

- Conceptos básicos de medida.
- Determinar parámetros de medida.
- Prepararse para Analizar.

HERRAMIENTAS PARA MEDIR

- Hoja de trabajo para la planificación de las medidas.
- Árbol de CTQ.
- Factores de estratificación.
- Árbol de evaluación de medidas.
- Hoja de trabajo para la definición operativa.
- Muestreo de procesos y de poblaciones.
- Gráficos de muestreo diario y semanal.
- Instrucciones para desarrollar una hoja de comprobación.
- Hoja de trabajo para el cálculo de Sigma.

- Instrucciones para el cálculo de la proporción de unidades defectuosas y del rendimiento.
- Cálculo de los Costes de Mala Calidad (CMC).
- Lista de comprobación de la etapa Medir.
- Hoja de trabajo para preparar la revisión de Medir.
- Monitorear la variación a largo plazo y los desplazamientos del proceso.

Guiar al equipo Seis Sigma en la etapa Medir:

- Tormenta en el equipo.
- Prevención y solución de problemas en la etapa Medir.
- Lo que debe y lo que no debe hacer en la etapa Medir.

*** ESTO SE ENCARGA DE REALIZAR EL GREEN BELT.**

4.2.1. MAPEAR EL PROCESO

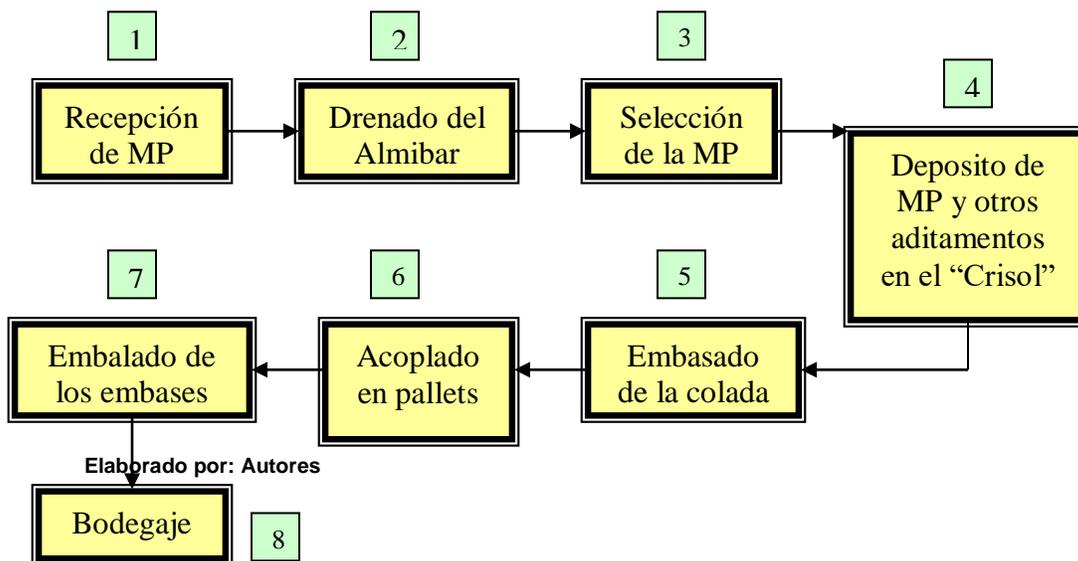
Es de vital importancia que a esta altura del proyecto todo el equipo tenga una idea clara del proceso, para esto se realiza un diagrama no muy detallado, al contrario, lo menos complejo posible. De modo que éste muestra entre cinco a diez etapas principales del proceso.

Esto permite a cualquier persona del equipo y fuera de él tener la misma imagen del proceso y trabajar bajo las mismas hipótesis.

Por razones de estructura, se decidió dividir el mapa del proceso en dos partes, el primero es el mapa de proceso de producción, mientras que el segundo es el mapa de proceso de control de calidad.

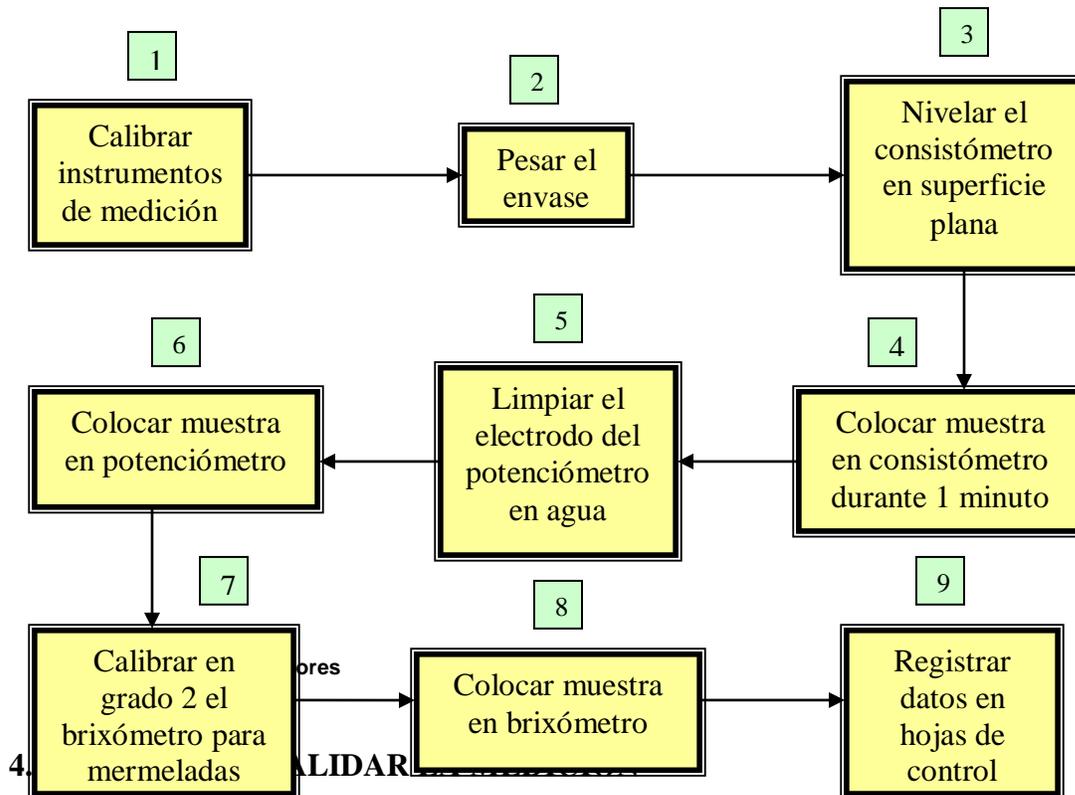
A continuación se presenta el proceso de elaboración de la mermelada de durazno:

■ Gráfico 4.2 Mapa del Proceso Productivo de Mermelada de Durazno SNOB



A continuación se presenta el proceso de control de calidad de la mermelada de durazno:

■ Gráfico 4.3 Mapa del Proceso de Control de Calidad de Mermelada de Durazno SNOB



Para definir valores coherentes para la base de datos y que sirvan como elementos de análisis para la empresa, como también para el presente proyecto, se deben cumplir procedimientos técnicos estandarizados, ya sea en el proceso de elaboración como en el proceso de control de calidad.

Aquí se habla de tiempos, cantidades y parámetros técnicos como presión y temperatura, razón por la cual a continuación se estructura la información de acuerdo al punto 4.2.1.

A continuación se presenta los requerimientos del proceso de producción de la mermelada de durazno SNOB.

■ Tabla 4.2 Datos Técnicos de la Elaboración de Mermelada de Durazno SNOB

Paso del	Tiempo	Cantidad	Presión	Temperatura
----------	--------	----------	---------	-------------

Proceso				
1		Latas 3000 gr.		
2	1 – 2 min.	A fabricar		Temp. Ambiente
3	Depende cantidad	A fabricar		Temp. Ambiente
4	40 min.	40 kg/crisol	30 psi.	90 °C
5	45 min.	40 kg/crisol		50 - 80 °C
6	1 día	A fabricar		Temp. Ambiente
7	Depende cantidad	A fabricar		Temp. Ambiente
8	Depende cantidad	A fabricar		Temp. Ambiente

Elaborado por: Autores

A continuación se presenta lo requerimientos y pasos del proceso de control de calidad de la mermelada de durazno SNOB.

Para realizar la toma de datos se toma una muestra de cada batch producido y se deja enfriar por un lapso mínimo de 12 horas.

Posteriormente para medir la consistencia se debe:

■ Foto 4.6

Calibración de consistómetro



Elaborado por: Autores

1. Colocar la cantidad adecuada de la muestra tomada en el consistómetro con su respectiva medida.
2. Se deja recorrer a la mermelada por 1 minuto.
3. Se toma el dato de la distancia recorrida en el tiempo especificado.
4. Se anota el resultado en las hojas de datos.

Se procede a realizar la medición del pH, para lo cual se requiere:

1. Calibrar el potenciómetro.
2. Colocar en un recipiente la muestra a ser medida.
3. Colocar el electrodo por lo menos a dos centímetros de altura de la muestra, evitando el contacto con costras, sólidos, o burbujas de aire.
4. Mover dentro de la muestra el electrodo de 10 – 20 segundos.
5. Permitir que el dial se estabilice de 5 – 10 segundos.
6. Tomar la lectura de datos con aproximación de 0,01.
7. Registrar los datos en las hojas de control.

Por último se mide los grados Brix:

■ **Foto 4.7** **Medición Grados Brix**



Elaborado por: Autores

1. Tomar con la espátula 1 o 2 gotas de la muestra exenta de sólidos insolubles o separados de la superficie del prisma.
2. Permitir que se estabilice de 5 – 10 segundos la medida en el brixómetro.
3. Tomar lectura del dato.
4. Registrar en la hoja de control.

VER ANEXO “HC Wd”

Se debe seguir paso a paso los requerimientos mostrados, para de esa manera obtener datos reales que nos permitan analizar la calidad ideal del producto.

4.2.3. DETERMINAR ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DEL PROCESO

En el presente punto se analiza la situación actual del comportamiento del producto final, la mermelada de durazno SNOB; se han tomado como puntos primordiales la capacidad del proceso, las gráficas de control y el sigma con que se trabaja.

Al hablar de la capacidad del proceso, las mismas que se encuentran en *ANEXO "HC Ex"*, se ha obtenido sobre la base de los datos recopilados por los autores y de igual forma de las hojas de control de calidad de la empresa.

■ **Tabla 4.3** **Capacidad de Proceso Mermelada de Durazno SNOB**

	Grados Brix 63 – 65	Consistencia 8.5 -11.5	pH 3.3 – 3.7
Capacidad Proceso 2003	1,01	1,14	1,82
Capacidad Proceso 2004	1,08	1,14	2,14
Capacidad Proceso 2005	0,97	0,67	0,79

Fuente: Hojas de Control
Elaborado por: Autores

Se aprecia mucha inestabilidad en los datos de capacidad de proceso, de acuerdo a los años y así mismo a los diferentes parámetros de análisis (grados Brix, consistencia y pH), sin embargo la mayoría de estos como se aprecia en los años 2003 y 2004 sobrepasan el 1%, lo que significa que el proceso en sí, es decir la forma estandarizada de producción es óptima y el proceso es adecuado. Por otro lado, en el año 2005 la capacidad de proceso baja menos de 1%, esto se debe a que el rendimiento de producción bajó, en los seis meses de análisis, se fabricó muy pocas mermeladas de durazno con relación a la capacidad de la maquinaria y de la mano de obra.

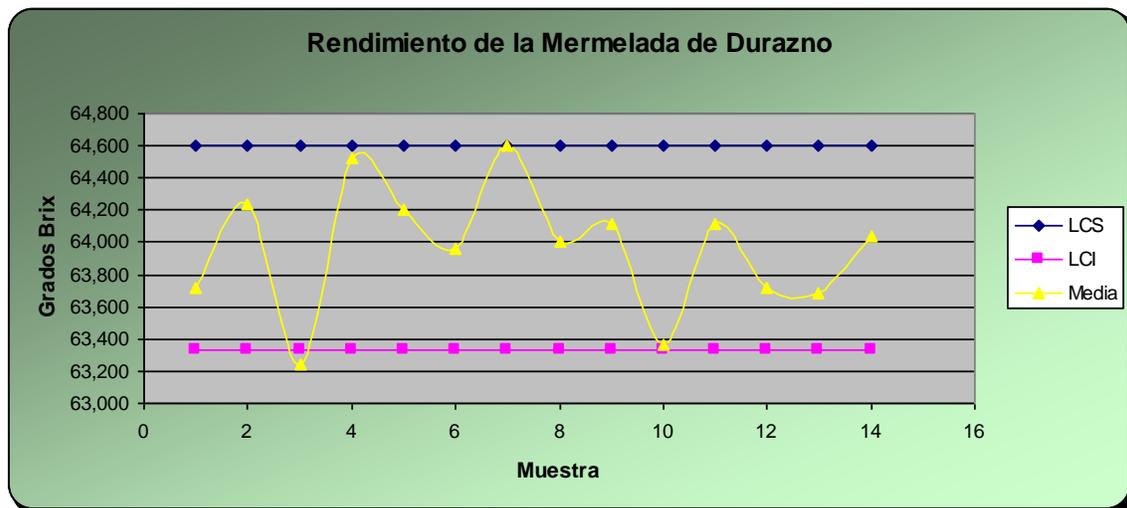
Una explicación hipotética de la disminución del rendimiento es que la materia prima, comenzó a tener mayor variabilidad que meses anteriores, y observando que mucho

producto terminado en lugar de ser comercializado, pasó a cuarentena o, peor aún, a reproceso.

Para facilitar al supervisor y al operario tratar de ubicar la situación real del comportamiento del proceso en relación al producto terminado, los autores decidieron realizar gráficas de control, sobre la base de los límites inferior y superior, obtenidos.

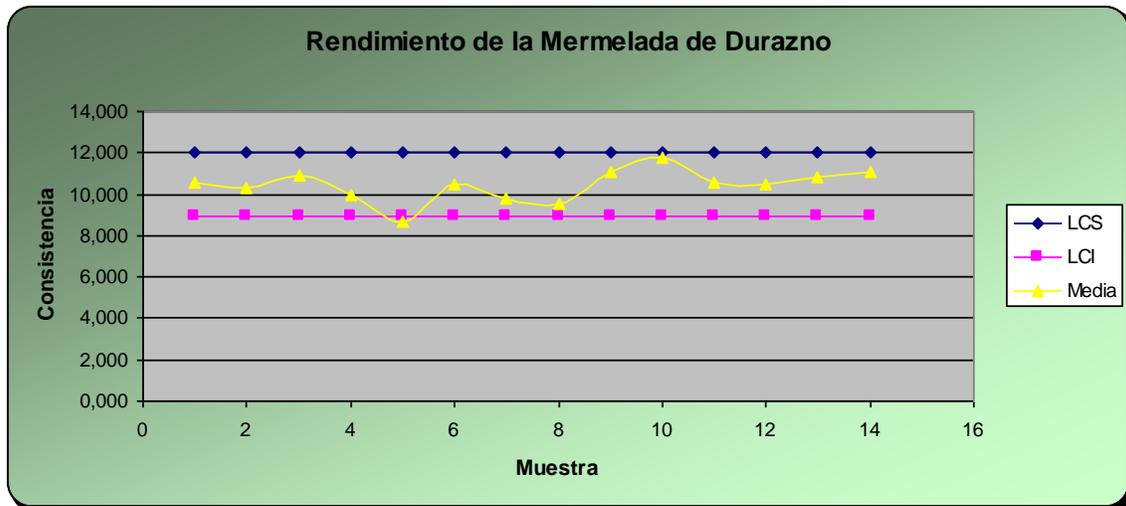
VER ANEXO "GC Ex"

■ **Gráfico 4.4 Rendimiento Grados Brix de la Mermelada de Durazno 2003**



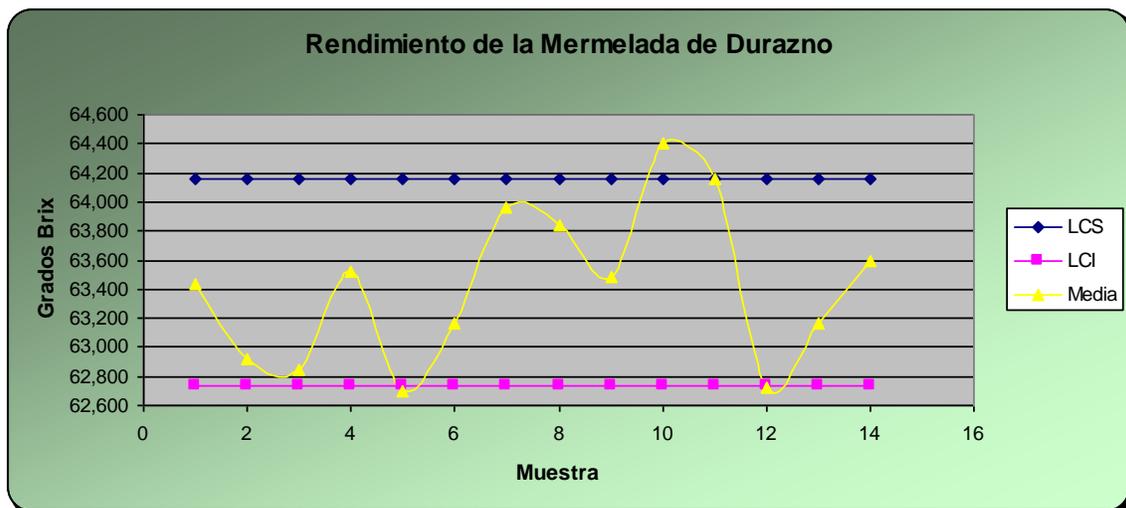
Fuente: Gráficas de Control
Elaborado por: Autores

■ Grafico 4.5 Rendimiento Consistencia de la Mermelada de Durazno 2003



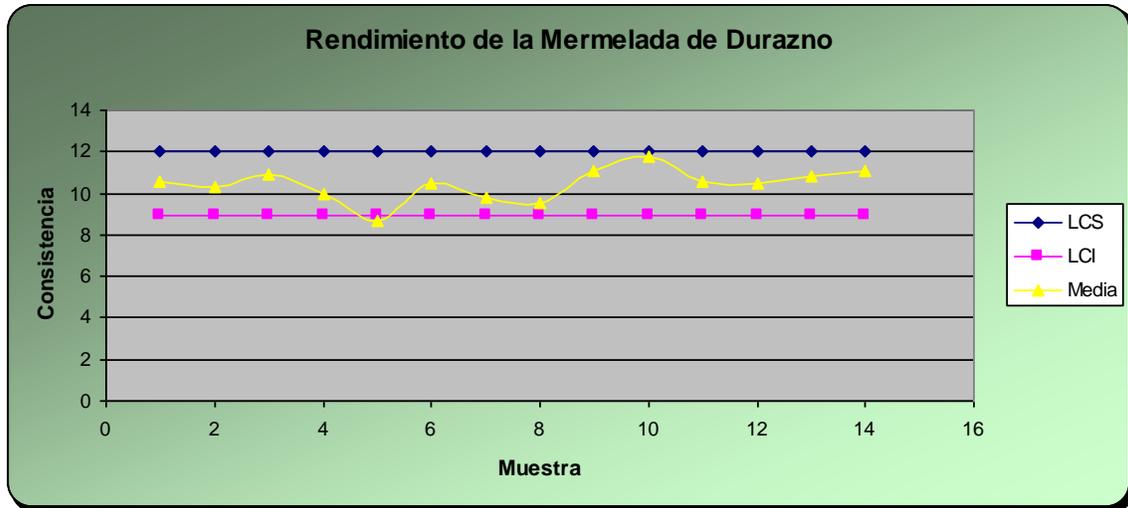
Fuente: Gráficas de Control
Elaborado por: Autores

■ Grafico 4.6 Rendimiento Grados Brix de la Mermelada de Durazno 2004



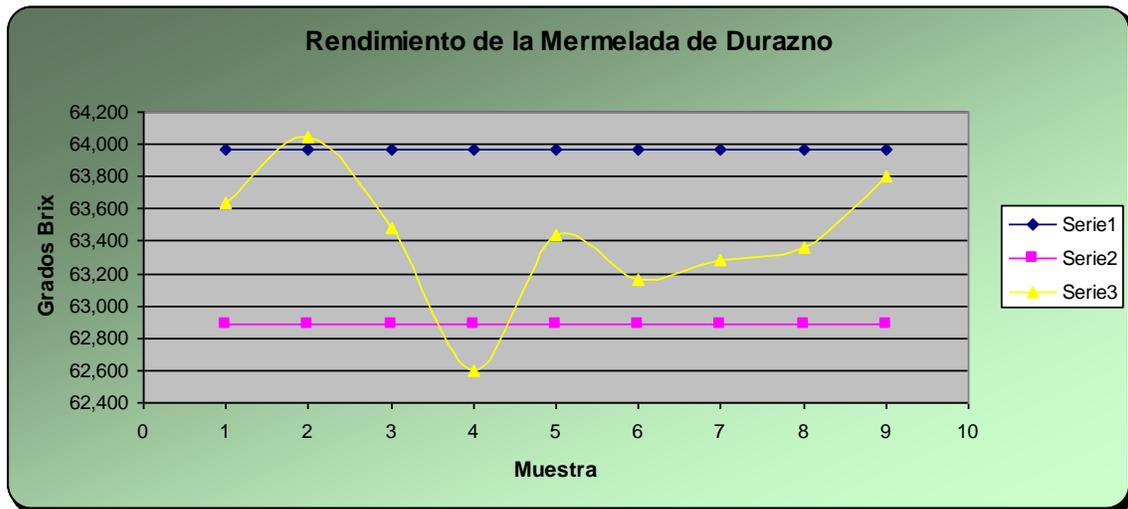
Fuente: Gráficas de Control
Elaborado por: Autores

■ Grafico 4.7 Rendimiento Consistencia de la Mermelada de Durazno 2004



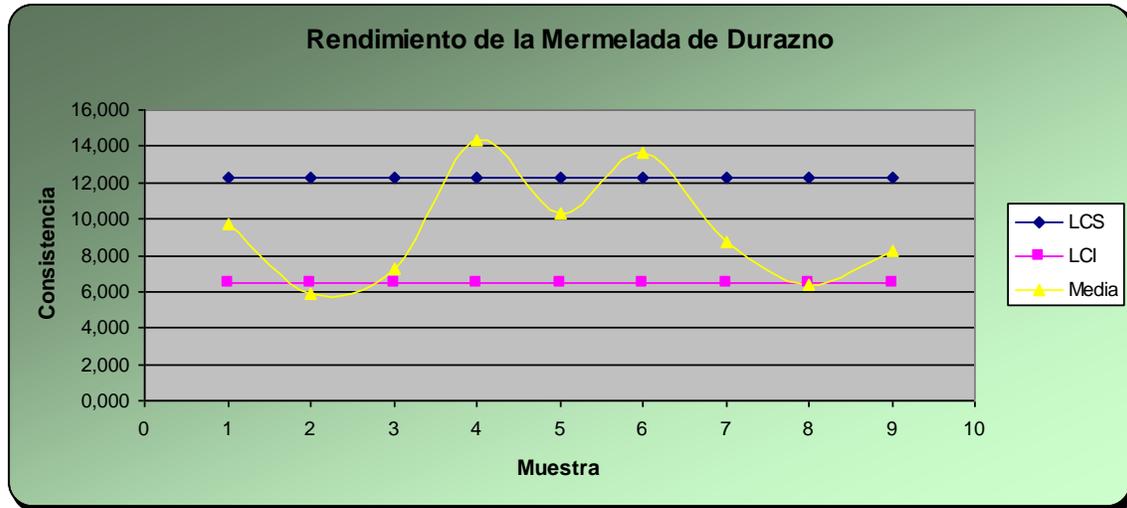
Fuente: Gráficas de Control
Elaborado por: Autores

■ Grafico 4.8 Rendimiento Grados Brix de la Mermelada de Durazno 2005



Fuente: Gráficas de Control
Elaborado por: Autores

■ Grafico 4.9 Rendimiento Consistencia de la Mermelada de Durazno 2005



Fuente: Gráficas de Control
Elaborado por: Autores

De acuerdo a las gráficas de control se observa que muchos puntos en el rendimiento de Grados Brix como también de Consistencia, salen fuera de los límites ya sean superiores o inferiores y eso se debe a la variabilidad de la materia prima, ya que a pesar de tener un buen proceso, la calidad de la MP juega un importante papel en el producto terminado. Como acota la Ingeniera Delgado “si entra calidad, sale calidad”.

De esta manera los supervisores y los operarios pueden observar fácilmente la situación del producto terminado, de tal forma que agiliza la toma de soluciones inmediatas.

Los años 2003, 2004 y 2005 tienen un comportamiento similar, debido a que, ya sea Grados Brix o Consistencia, siempre existen puntos fuera de los límites, factor que impide alcanzar totalmente la calidad óptima.

Como este proyecto trata de proponer la implementación del Seis Sigma en la línea de concentrados, específicamente en la mermelada de durazno, los autores obtuvieron el sigma actual de la empresa.

El procedimiento fue el siguiente: se obtuvo el sigma en cada uno de los parámetros (Grados Brix, consistencia y pH), y se obtuvo el sigma total acumulado de los tres factores, de tal manera se observa qué porcentaje afecta a cada parámetro del total.

Los resultados fueron los siguientes:

■ **Tabla 4.4** Nivel Sigma

	Nivel Sigma Grados Brix	Nivel Sigma Consistencia	Nivel Sigma pH	Nivel Sigma Total
Año 2003	3,02	2,25	3,02	2,68
Año 2004	2,39	1,06	2,07	1,81
Año 2005	2,35	1,00	0,72	1,35

Fuente: Manual de Green Belt, Coca – Cola 2003
Elaborado por: Ingeniero Gabriel Garzón

El análisis completo de la obtención del nivel sigma para cada uno de los parámetros de los tres años se muestra en:

VER ANEXOS “C6S Ex”

Según la filosofía Seis Sigma, existen 3,40 defectos por millón de oportunidades, mientras que el nivel más alto de sigma que presenta el proceso es de 3,02 en Grados Brix y pH de los años 2003, y como un total de nivel sigma es de 2,68 en el año 2003.

Esta es la razón del porqué la empresa se encarga de “apagar incendios”, es decir se preocupa tanto de que el producto terminando (mermelada de durazno) sea de alta calidad, que no tiene la capacidad de trabajar en la investigación y desarrollo de nuevos productos.

El no encontrar la calidad óptima con frecuencia se debe a la materia prima, si la calidad de ésta fuese más estable y mejor, los niveles sigma aumentarían, obteniendo menos cuarentena o reproceso. Es decir, la variabilidad de la mermelada de durazno disminuiría considerablemente, obteniéndose un mayor rédito económico.

4.2.4. CONFIRMAR OBJETIVO DEL PROYECTO DE MEJORA

Después de analizar toda la información medible obtenida y los datos tomados durante el desarrollo del proyecto para los cuales se atacó consistencia, pH y brix del presente producto, se reafirma la necesidad de enfocar a la materia prima como la base fundamental de los problemas que se suscitan a lo largo del proceso productivo de la mermelada de durazno.

4.3. ANALIZAR

En el presente proyecto después de adoptar una visión más amplia del proceso productivo y usar esta visión para fijar prioridades y tomar buenas decisiones sobre las medidas que se necesitan, se partió de tres categorías principales para medir:

- *Salida o Resultado:* presentó los resultados finales del proceso de mermelada de durazno, mostrando respuestas inmediatas sobre defectos, quejas, problemas, etc. Se evidenció los resultados que se obtendrían a largo plazo como beneficios y satisfacciones al cliente interno.

- *Proceso:* son elementos que permitieron medir y seguir al presente producto en el proceso. Ayudó al presente proyecto a señalar las causas claves que determinaron el problema.
- *Entrada:* son los elementos que entraron en el proceso productivo y se transformaron en la salida. Desde luego, se debe tomar en cuenta que unas malas entradas MP generan unas malas salidas. De modo que después de medidas y analizadas las entradas MP se identificó la causa del problema.

En esta etapa del proyecto se entró en detalles, se mejoró la comprensión del proceso productivo y del problema en sí, lográndose identificar el problema. Los autores utilizaron la etapa Analizar para descubrir la causa raíz, que fue la materia prima necesaria para el proceso.

4.3.1 IDENTIFICAR CAUSAS POTENCIALES

Para identificar las causas potenciales se efectuó un análisis de todas las posibles causas que podían encontrarse lo largo del proceso, para conseguir estos resultados fue de gran importancia comprender al DMAMC, ya que ayudó a considerar todos los tipos de estas explorando:

- *Métodos:* son los procedimientos y técnicas que se analizaron para poner en marcha el trabajo.
- *Máquinas:* tecnología que utiliza actualmente la planta y que fue sujeta a análisis para determinar un posible cambio en una de éstas.
- *Materiales para el proyecto:* fueron datos, instrucciones, encontrados en ficheros y que fueron causa de análisis ya que podían en algún momento tener algún impacto en la salida producto como por ejemplo una mala medición.

- Medidas: son los datos correctos y erróneos obtenidos de la medida del proceso, los cuales sustentaron lo que se ha medido y cómo se lo ha realizado.
- Ambiente laboral: elementos que permitieron determinar cómo se lleva a cabo el proceso de producción de mermeladas.
- Personas: elementos fundamentales, analizados como una variable clara para generar resultados y clarificar lo que ocurre en el proceso.

4.3.2. SELECCIONAR CAUSAS PRIMARIAS

Para el desempeño de esta selección de causas fue necesario recurrir a lo que se llamó un “Ciclo de Análisis”. Se comenzó mediante la combinación de las diferentes experiencias que tuvo el personal de planta, los datos tomados antes, durante y después del proceso y la revisión de todo el proceso en sí de la mermelada de durazno. Entonces se permitió formular la hipótesis sobre la presente causa, la materia prima de la mermelada de durazno proveniente desde Chile. Se buscaron más datos y otras evidencias que confirmaron la verdadera causa raíz de este problema y se identificó y verificó con los datos obtenidos de hojas de control y análisis posteriores realizados por los autores.

Las herramientas principales utilizadas para determinar y verificar la causa fueron técnicas estadísticas avanzadas, Ishikawa, lluvia de ideas, análisis de los ¿por qué? Y otras.

La variabilidad de las características de calidad es un efecto observado que tiene múltiples causas. Cuando se presenta algún problema con la calidad del producto se debe investigar y analizar para identificar las causas que lo originan, para lo cual se siguió los siguientes pasos:

1. Se decidió cuales debían ser las características de calidad que se iba a analizar en del producto y se enfocó en los grados brix, el pH y la consistencia.

2. Se indicó los factores causales más importantes y generales que generaron fluctuaciones de las características de calidad, analizando las principales como fueron: Materias Primas, Equipos, Operarios, Método de Medición, etc.
3. Se incorporó en cada una de estas, factores más detallados que pudieran considerar causas de fluctuación dentro del proceso. Para esto formulamos las siguientes preguntas:
 - a) ¿Por qué hay fluctuación o dispersión en los valores de las características de calidad? Por la fluctuación de las Materias Primas. Entonces se anotó Materias Primas como el problema principal.
 - b) ¿Qué Materias Primas producen fluctuación o dispersión en los valores de las características de calidad? Azúcar, pectina, cítricos, benzoato y porcentaje de fruta. Todos estos se agregan a la Materia Prima.
 - c) ¿Por qué hay variación en la cantidad agregada de azúcar? Por el funcionamiento irregular que presenta la Materia Prima con respecto a su madurez.
 - d) ¿Por qué la Materia Prima se presenta en forma irregular? Porque necesita un estricto control de calidad antes de su embarque.
 - e) Así se siguió ampliando el análisis hasta que se obtuvo todas las causas posibles de dispersión en la mermelada de durazno.
4. Finalmente se verificó que todos los factores que puedan causar dispersión hayan sido incorporados al problema de la Materia prima. Las relaciones de las *Causas* quedaron claramente establecidas y en ese caso el problema fue encontrado.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

- Es ideal para nuevos ingenieros de producción conocer la filosofía de la Herramienta de Seis Sigma y Mejoras Continuas, ya que al entender estos dos conceptos se manejará desde un inicio el proceso con estándares rígidos de calidad llevándolo a cero defectos.
- Con la herramienta se logró comprobar que la materia prima influye directamente en la consistencia de la mermelada; puesto que los duraznos en su forma natural presentan diferentes niveles de maduración, color, textura.
- La Herramienta Seis Sigma es el arma más efectiva en la corrección de disfunciones en los procesos productivos.
- Seis Sigma es un conjunto de métodos para mejora continua y calidad, que provee métodos para obtener beneficios tangibles en términos de calidad y costos a cualquier producto de la empresa. Típicamente éste método utiliza análisis estadísticos de las operaciones actuales para definir áreas de oportunidad.
- Cuando determinamos la integración de Seis Sigma estamos hablando de esfuerzos aplicativos, mejoras en la calidad y costo de los servicios y estos deben ser mejor estimados priorizando los gastos en personal, incremento en los esfuerzos de los procesos y la tecnología.
- Los pilares en los que se fundamentó el presente proyecto de Seis Sigma fueron: la orientación al cliente, la medida de los procesos y la toma de decisiones en base a datos objetivos.

- El hecho de apagar incendios en una empresa, les significa sacrificar la posibilidad de investigar y desarrollar nuevos productos.

5.2. RECOMENDACIONES:

- Si se pretende llevar a cabo esta filosofía en una organización es preferible identificar solo un proceso, ya que los datos generados por el mismo, serán analizados uno por uno para aplicar esta herramienta.
- Se debe tener en cuenta que el análisis de un proyecto lleva tiempo y por lo tanto se lo debe hacer paulatinamente y por partes, con anticipación, para no saltar ningún aspecto o punto importante que afecte a la validez del mismo.
- Lo adecuado para el inicio del estudio es la aplicación de DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), así como también la definición del grupo de trabajo.
- Se debe tomar en cuenta que Seis Sigma es una inversión extraordinariamente rentable; entendida y practicada como herramienta de gestión integral de la empresa, constituye una de las más prometedoras opciones de que disponemos en el difícil camino sin fin hacia la excelencia.
- Se debe implementar una máquina envasadora con agitador, para homogenizar la distribución de los trozos en la etapa de llenado en los envases y evitar que éstos se asienten en el fondo del recipiente, como sucede con el envasador utilizado actualmente.

5.3. OBSERVACIONES:

- Se presentan envases con exceso de trozos en la mermelada de durazno y otros que carecen de estos.
- Se observó la alta sensibilidad de oxidación que presenta el producto, en forma de ennegrecimiento.
- Los cambios climáticos juegan un papel preponderante, en especial por tener las cuatro estaciones del año, a las que se somete el durazno en cosecha y poscosecha.

6. BIBLIOGRAFÍA:

- Holpp L., Pande P; ¿Qué es Seis Sigma?; Mc Graw Hill; Madrid, España; 2002.
- R. Pagano Robert; Estadísticas para las Ciencias del Comportamiento; Thomson; Quinta Edición; México, México DF; 1999
- Galindo E.; Estadística Avanzada; Norma; Quito, Ecuador; 1998.
- De Moura Eduardo; Liderando la Iniciativa Six Sigma; Qualiplus, ASI, Brasil, 2001.
- Wiesen, Macmillan J. M.; Muestreo por Atributos; Londres; 1998.
- Chowdhury, Subir; El Poder de Seis Sigma; Prentice Hall; 2001
- Saderra i Jorba, Lluís; El secreto de la calidad japonesa; Marcombo; 1993
- Crosby, Philip B.; Hablemos de calidad; McGraw Hill; 1989
- Brue, Grez; Seis Sigma para Directivos; McGraw Hill; 2002
- Impact of Six Sigma on Quality Engineering; Quality Engineering; 2000.
- www.sipia.com.ec
- <http://software.isixsigma.com/library/content/c040505b.asp>
- <http://software.isixsigma.com/library/content/c040512b.asp>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Capacidad de procesos: Es el comportamiento del proceso dentro de la cadena productiva.

Clase: Subdivisión de escala de datos.

Coficiente: Medida de relación entre variables.

Correlación: Es la relación concomitante entre dos o más variables, o sea, entre dos o más series de datos. El grado de relación puede ser medido y representado por el coeficiente de correlación designado por la letra griega rho (ρ) o por r .

Datos: Son los valores cualitativos o cuantitativos mediante los cuales se miden las características de los objetos, sucesos o fenómenos a estudiar.

Desviación Estándar: Es un indicador de la variabilidad de la desviación de cada medición particular con respecto al promedio.

Desvió Padrón: Es una medida de la variabilidad entorno de la media.

DMAIC: Proceso existente, el mismo que: Define, Mide, Analiza, Mejora y Controla el desempeño productivo.

Grados Brix: Nivel de sacarosa en el producto.

Frecuencia: Número de veces en que se repite un dato.

HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control): Sistema preventivo que identifica, evalúa y controla (potenciales) peligros, que son significativos para la seguridad o inocuidad alimentaria.

Es un sistema mundialmente reconocido y adoptado en la legislación de los países más desarrollados, como la herramienta más eficaz para asegurar la inocuidad, es decir la calidad sanitaria de los alimentos

Ofrece un enfoque documentado y verificable para la identificación de peligros y medidas preventivas, puntos críticos de control para un sistema de monitoreo.

Histograma: Es la forma más fácil de presentar de una manera gráfica una distribución de frecuencias.

Índice Cpk: Este índice evalúa el desplazamiento de la media en relación a la tolerancia.

Intervalo de Clase: Pequeña sección de la escala según la cual se agrupan las puntuaciones de una distribución de frecuencia. Tamaño o rango de la clase

Límites del Intervalo: Son los valores extremos que tiene el intervalo de clase, inferior y superior, entre los cuales van a estar los valores de los datos agrupados en ese intervalo de clase..

Media: Indica la tendencia central de los datos.

Pectina: Polisacárido de alto peso molecular, de naturaleza gélida y gran viscosidad.

pH: Característica de la sustancia analizada: ácida, base, neutra.

Porcentaje: Es la proporción de una cantidad de datos específicos, con respecto al total de esos datos.

Rango: El rango de n mediciones es igual a la diferencia entre los valores mayor y menor de las mismas.

Seis Sigma: Es una iniciativa liderada por la alta dirección, la cual dirige proyectos con vistas a la obtención de mejoramientos radicales en los procesos, por medio de reducciones drásticas de la variación de parámetros clave para la satisfacción de los clientes.

Tendencia: Es el comportamiento que presentan una serie de datos