

Implementación de Seis Sigma en la línea de producción de queso mozzarella en la Compañía Del Campo Ltda.

Víctor Hugo Santamaría Tacoamán

Zamorano
Diciembre, 2005

**ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Implementación de Seis Sigma en la línea de producción de queso mozzarella en la Compañía Del Campo Ltda.

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria en el grado
académico de Licenciatura

Presentado por

Víctor Hugo Santamaría Tacoamán

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2005

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Víctor Hugo Santamaría Tacoamán

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2005

Implementación de Seis Sigma en la línea de producción de queso mozzarella en la Compañía Del Campo Ltda.

Presentado por:

Víctor Hugo Santamaría Tacoamán

Aprobado:

Francisco Javier Bueso, Ph.D.
Asesor Principal

Raúl Espinal, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria

Luis Osorio, Ph.D.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

María Auxiliadora Pineda, MAE. MGCT.
Asesora

Kenneth Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios por ser mi principal apoyo en los momentos difíciles de mi vida y un amigo en mis momentos de alegría.

A mis padres por ser mis mejores amigos, guiarme por el buen camino, por sus incansables buenos consejos y por sus esfuerzos para brindarme la educación.

A mis hermanos Luis y María Eugenia que siempre me ayudaron y escuchaban cuando los necesitaba, muchas gracias.

A toda la clase NEMESIS, donde encontré muy buenas amistades.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por fortalecerme en los momentos difíciles y guiar mis acciones.

A mi familia por estar siempre apoyándome a la distancia.

A mis profesores de Agroindustria por compartir sus conocimientos, experiencias y ser un apoyo permanente en los estudios.

A mis asesores Dr. Javier Bueso, Lic. Auxiliadora Pineda y Dr. Luis Osorio por fortalecer mis conocimientos y método de trabajo.

A La Holandesa por acogerme en sus instalaciones para mis prácticas.

A mis amigos Esteban Fuentes., Esteban Valencia, Silvia Guerrero, Verónica Molina, Andrés Moreno y Freddy Benavides.

RESUMEN

Santamaría, V. 2005. Implementación de Seis Sigma en la línea de producción de queso mozzarella en la Compañía Del Campo Ltda. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agroindustrial, Zamorano, Honduras. 38 p.

Actualmente la globalización y los tratados de libre comercio hacen de la calidad un requerimiento de supervivencia para las empresas agroindustriales. Esto exige productos, bienes y servicios de calidad que reúnan los estándares de exigencia de los clientes. La empresa Del Campo Ltda., especializada en la producción de quesos, se ha visto en la necesidad de implementar metodologías que aseguren la calidad de sus productos. Para esto la gerencia decidió implementar un plan piloto Seis Sigma para el queso mozzarella. Seis Sigma es una metodología administrativa de la calidad que busca acercarse a la perfección aceptando solamente 3,4 defectos por millón de unidades producidas y utiliza los niveles sigma para evaluar el desempeño de la empresa o proceso, siendo seis el mejor desempeño y cero el peor. Se observó una alta variación de peso en el producto terminado, desperdicios fuera de control y texturas no aceptables por el cliente. Las actividades del proyecto de implementación se distribuyeron en las fases definir, medir, analizar, mejorar y controlar tal como indica la metodología Seis Sigma. Se obtuvo una reducción significativa de 1,35 y 7,52 desviaciones estándar en el peso por lote de queso mozzarella para las presentaciones de 500 y 700g respectivamente, un incremento de 0,62 niveles sigma para el peso y 0,8 niveles sigma en la textura. El coeficiente de variación se redujo en 1,28 y 1,56% para las presentaciones de 500 y 700g respectivamente. La reducción de defectos por textura dura y reducción de desperdicios no fue significativa. El nivel sigma inicial era de 2,0 y se mejoró hasta llegar a 2,54 unidades. Esto representó la reducción del 50% de los defectos que se producían antes de implementar Seis Sigma. Sin embargo, indica que aún se necesita de mejora continua en el control del proceso para acercarse al nivel deseado.

Palabras clave: calidad total, cero defectos, defectos por millón.

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría	ii
	Hoja de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos	v
	Resumen	vi
	Contenido	vii
	Índice de cuadros	ix
	Índice de figuras	x
	Índice de anexos	xi
1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	LÍMITES DE ESTUDIO	2
1.2.1	Límite	2
1.2.2	Limitantes	2
1.3	OBJETIVOS	2
1.3.1	Objetivo general	2
1.3.2	Objetivos específicos	2
2.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	CONTEXTO GENERAL	3
2.2	SEIS SIGMA	3
2.3	RESULTADOS EN OTRAS EMPRESAS	4
2.4	PRODUCCIÓN DE QUESO MOZZARELLA	5
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	6
3.1	LOCALIZACIÓN	6
3.2	MATERIALES	6
3.3	MÉTODOS	6
3.3.1	Fase Definir	6
3.3.2	Fase Medir	7
3.3.3	Fase Analizar	8
3.3.4	Fase Mejorar	8
3.3.5	Fase Controlar	8
3.3.6	Análisis Estadístico	9

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1	ESTUDIO DE MERCADO EXPLORATORIO	10
4.2	DEFINICIÓN DE PROBLEMAS A CORREGIR	13
4.3	PUNTOS CRÍTICOS PARA LA CALIDAD	13
4.4	MEDICIONES EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	14
4.5	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN	15
4.6	MEJORAS Y CORRECCIONES	15
4.7	VARIACION DE PESOS DURANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE SEIS SIGMA	16
4.7.1	Queso mozzarella presentación 500g	16
4.7.2	Queso mozzarella presentación 700g	19
4.8	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO	22
5.	CONCLUSIONES	24
6.	RECOMENDACIONES	25
7.	BIBLIOGRAFIA	26
8.	ANEXOS	27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Niveles de desempeño sigma	7
2.	Desempeño en la línea de proceso de queso mozzarella antes de Seis Sigma .	13
3.	Pérdidas de peso de la masa durante la producción	14
4.	Cálculo de pesos mínimos y máximos esperados en el control de pesos luego del hilado	14
5.	Diferencias en textura y desperdicios antes y después de implementar Seis Sigma	22
6.	Valores estadísticos de pesos del queso mozzarella durante la ejecución del proyecto	22
7.	Nivel Sigma de la línea de proceso de queso mozzarella antes y después de Seis Sigma	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Distribución porcentual del consumo de quesos en la ciudad de Quito, Ecuador	10
2.	Posicionamiento de las marcas de queso mozzarella comercializadas en los supermercados AKI, Supermaxi y Mi Comisariato en Quito, Ecuador	11
3.	Influencia porcentual de los factores de percepción del consumidor a la hora de realizar la compra	12
4.	Características del queso mozzarella de “La Holandesa” que mejor satisfacen al consumidor	12
5.	Variación de peso en el queso mozzarella presentación 500g al inicio de Seis Sigma	17
6.	Variación de peso en el queso mozzarella presentación 500g en la etapa final de Seis Sigma	18
7.	Movimiento de la desviación estándar del peso por lote en los quesos presentación 500g durante la implementación de Seis Sigma	18
8.	Variación de peso en el queso mozzarella presentación 700g al inicio de Seis Sigma	19
9.	Variación de peso en el queso mozzarella presentación 700g al final de Seis Sigma	20
10.	Movimiento de la desviación estándar del peso por lote en los quesos de 700g durante la implementación de Seis Sigma	20
11.	Defectos por textura dura durante la implementación de Seis Sigma	21
12.	Desperdicios de masa durante la implementación de Seis Sigma	21

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Diagrama de flujo de proceso de queso mozzarella	28
2.	Formato de encuesta utilizada para el estudio exploratorio del mercado	29
3.	Resultados de encuesta realizada en los tres supermercados clientes de La Holandesa	30
4.	Carta de Definición del proyecto	32
5.	Esquema de los rodillos formadores utilizados para la producción de queso mozzarella de 500g y 700g	34
6.	Manual de operaciones de máquina hiladora	35
7.	Hojas de control y verificación de cumplimiento de los cambios realizados	36
8.	Diagrama SIPOC para la línea de proceso de queso mozzarella	38

1. INTRODUCCIÓN

Los retos comerciales y de competitividad son puntos críticos ante los que se encuentra el sector industrial a causa de una economía globalizada que incrementa la necesidad de nuevas y mejores estrategias administrativas de la calidad. La calidad se hace necesaria para asegurar la permanencia de las empresas en el mercado con ventajas competitivas que ayuden a reducir costos y satisfacer mejor las necesidades del cliente. Existe una gran variedad de programas de calidad de los cuales se destaca Seis Sigma (Six Sigma, en inglés). Seis Sigma es el nombre con el que se conoce a la metodología administrativa que busca reducir el número de productos defectuosos a 3,4 por millón de unidades producidas.

La empresa Del Campo Ltda. – Productos La Holandesa es una empresa ecuatoriana procesadora de lácteos y especializada en la producción de quesos, está conciente de la necesidad de hacer más eficiente y eficaz su producción y para ello decidió implementar la metodología Seis Sigma. La empresa cuenta con el recurso humano capacitado para llevar a cabo el programa.

Seis Sigma abarca todos los procesos de la empresa. Sin embargo, por razones de tiempo se decidió comenzar el trabajo con la línea de producción de queso mozzarella (producto estrella) pues la administración concluyó que existían problemas que debían ser eliminados o reducidos para hacer más eficiente el proceso.

1.1 ANTECEDENTES

Los estudios de control de calidad realizados en la empresa antes del proyecto Seis Sigma han sido principalmente enfocados en el control de la materia prima (leche) y de los proveedores.

En el año 2003 se realizó un estudio de tiempos y movimientos en el área de procesamiento en el cual se tuvo mejoras en la eficiencia de uso de tiempo en la producción. Actualmente existe un control básico en los procesos que no brindan información precisa relacionada al desempeño de la producción en la planta.

1.2 LÍMITES DE ESTUDIO

1.2.1 Límite

El proyecto se enfocó únicamente en las mejoras en la línea de proceso de queso mozzarella.

1.2.2 Limitantes

El programa de trabajo fue de sólo 15 semanas a partir del 3 de enero correspondientes al período de prácticas profesionales en Zamorano.

El proceso de producción solamente permitió realizar charlas cortas al personal encargado de realizar las mejoras y/o modificaciones en la línea de proceso.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Establecer las bases para un sistema de control de calidad en la línea de producción de queso mozzarella aplicando la metodología Seis Sigma en la Compañía Del Campo Ltda.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar una investigación rápida de mercado mediante encuestas para determinar los factores que más influyen en el consumidor como criterio de calidad.
- Evaluar la variabilidad de pesos del producto terminado para las preservaciones de 500 y 700g.
- Determinar el nivel sigma del desempeño en la línea de proceso de queso mozzarella antes y después del proyecto.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CONTEXTO GENERAL

Para toda empresa, organización o país obtener bienes o servicios de calidad tiene gran influencia en el éxito que alcanza. La calidad no solamente busca producir buenos bienes o servicios, sino que la calidad brinda ventajas en el mercado tales como: impacto en los costos y participación en el mercado, impacto en la reputación con la que la compañía se observa en el mercado, impacto en la responsabilidad del producto y las implicaciones internacionales (Render *et al.* 1996).

Calidad se define como la totalidad de los rasgos y características de un producto o servicio que se sustenta en su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas (Ross Johnson *et al.* 1989).

Calidad Total es un sistema que se extiende a lo largo y ancho de la empresa que abarca todos los niveles, que incluye planificación, control y mejora de la calidad; para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes (Alvarenga 1996).

Administración de la Calidad Total es un enfoque de sistemas que considera todas las interacciones entre los diversos elementos de la organización y es un proceso de principio a fin (Omachonu 1995).

2.2 SEIS SIGMA

Seis Sigma es una filosofía popular de gerencia basada en el Control de la Calidad Total y que se está extendiendo por el mundo entero. Su meta es hacer a la compañía más eficaz y eficiente. Esta metodología busca el mejoramiento continuo, para evaluar el desempeño de la empresa, utiliza la escala de niveles sigma estadísticamente conocidos como desviación estándar, en el cual seis sigma corresponde al 99.66% de precisión (Eckes 2004).

Eficacia es el grado en el cual una organización satisface o supera los requisitos de sus clientes. La eficiencia se refiere a los recursos que consume para alcanzar esa eficacia.

Seis Sigma se define también como un objetivo de lograr casi la perfección mediante la mejora del desempeño, un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.

El Seis Sigma es una medida de la satisfacción del cliente que está cercana a la perfección. La mayoría de las empresas operan en niveles de desempeño entre 2 y 3 sigma, lo cual quiere decir que hay entre 66807 y 308538 clientes descontentos por cada millón de contactos-cliente. A diferencia de otras iniciativas de calidad que sólo atendían a las herramientas, el Seis Sigma se basa en la participación activa de la gerencia (Eckes 2004).

Barba. E. (2000) indica que Seis Sigma a pesar de haber aparecido como una metodología administrativa desde la década de los 80's en Motorola (inventada e implementada por Mikel Harry), fue hasta 1990 que fue popularizada por Allied Signal y General Electric. Actualmente muchas empresas en los Estados Unidos de América ya han implementado esta metodología o están en el proceso de implementación. Muchas multinacionales y otras empresas en diferentes países han seguido el ejemplo.

Seis Sigma es innovador en la forma de dirigir un negocio o departamento pues pone en primer lugar al cliente y usa hechos y datos para tomar decisiones. Estas decisiones buscan principalmente:

- Mejorar la satisfacción al cliente.
- Reducir el tiempo de ciclo del proceso.
- Reducir los defectos en el producto terminado.
- Reducir la variabilidad en el proceso.

Esta metodología divide su plan de trabajo en cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAMC, por sus siglas). El proyecto incluye para su análisis y toma de decisiones una serie de herramientas como: árbol crítico para la calidad, diagrama del proceso, histograma, diagrama de Pareto, hoja de resumen del análisis del proceso, diagrama causa-efecto, diagrama de dispersión, diagrama de afinidad, diagrama de comportamiento, diagrama de control, entre otros (Pande 2002).

“No inventamos Seis Sigma, lo aprendimos. El impacto acumulativo en los números de la empresa no es una mera anécdota, ni el resultado de unas gráficas, es el resultado de 276000 personas ejecutando y entregando los resultados de Seis Sigma a nuestra cuenta de resultados.” – Jack Welch en 1997 (Presidente ejecutivo de General Electric).

2.3 RESULTADOS EN OTRAS EMPRESAS

Qualiplus (2004) indica los excelentes resultados obtenidos en Motorola y General Electric. El éxito de Motorola en el período de 1987 a 1997 se refleja en el premio Malcom Baldrige logrado en 1987 por obtener un crecimiento de 5 veces en las ventas, un incremento anual del valor de las acciones de 21,3% y un crecimiento de 70.000 a 130.000 funcionarios.

El impacto de esta metodología en General Electric se refleja en 1995 cuando se iniciaron 200 proyectos de mejora con un entrenamiento masivo. En 1996 se implementaron 3000 proyectos de mejora (7 meses de duración cada uno en promedio) y se entrenaron a 30.000 personas (inversión de US\$ 200 millones), retorno de US\$ 170 millones. En 1998 se logró un record de 16,7% en el margen operacional (históricamente en 10%), US\$ 400 millones invertidos en entrenamiento y se obtuvo un retorno superior a US\$ 1.500 millones.

2.4 PRODUCCIÓN DE QUESO MOZZARELLA

El queso mozzarella es un queso fresco de origen italiano que se obtiene por coagulación enzimática, la característica de este queso es que se deja remojar la cuajada escurrida en agua caliente y luego la masa se amasa y se estira hasta que se vuelve plástica, esto proporciona a este tipo de queso su textura y consistencia características (SENACYT, 2002).

La leche se estandariza al 3% de grasa y se pasteuriza a 72°C durante 16 segundos. Luego se efectúan las siguientes operaciones: Inoculación de fermentos (*Streptococcus cremoris* y *Streptococcus lactis*), adición de cuajo, corte de la cuajada, reposo, desuerado, apretado, corte de la cuajada, enjuague con agua fría, escurrimiento (chedarizado), luego inmersión en agua caliente, estiramiento, amasado, inmersión de agua fría, inmersión en salmuera, secado y envasado, refrigeración a 4°C. El pH de queso fundido debe ser de 5,6-5,9 para el tipo de untar y de 5,4-5,6 para el tipo de consistencia firme (SENACYT, 2002).

El flujo de proceso de elaboración de queso mozzarella en La Holandesa se encuentra detallado en el Anexo 1.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

Todo el proceso DMAMC fue realizado en las instalaciones de la planta procesadora de leche La Holandesa, en Pifo – Ecuador desde enero a abril de 2005.

La investigación rápida de mercado se realizó en Quito en los supermercados clientes: Supermaxi, Mi Comisariato y supermercados AKI.

3.2 MATERIALES

- Material didáctico (folletos, revistas, libros).
- Computadora.
- Programa estadístico MINITAB.
- Programa estadístico SAS[®].
- Hoja de cálculo de EXCEL.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Fase Definir

En esta fase se agrupó una colección de documentos que suministraron motivación para realizar el trabajo e información como impacto en el negocio, planteamiento del problema, alcance del proyecto, las metas y los objetivos, tiempos en el proceso DMAMC, funciones y responsabilidades del equipo, definición de los clientes, sus necesidades y requisitos, diagrama de proceso de alto nivel.

Se realizó un estudio de mercado exploratorio para tener una idea clara del producto que le gusta al consumidor final del queso mozzarella La Holandesa. El estudio se realizó en los tres supermercados clientes de la empresa en la ciudad de Quito (Supermaxi, Mi Comisariato y Supermercados AKI), la información que se obtuvo de las 200 personas encuestadas fueron

las características que influían en las personas a la hora de realizar la compra, factores positivos que apoyaban la buena percepción del producto y la empresa, así como las características que debían ser mejoradas en el producto.

Se realizaron reuniones semanales con el coordinador del proyecto y dos reuniones con todo el equipo Seis Sigma para evaluar los resultados obtenidos en las mediciones y alternativas para mejorar el proceso. Ver encuesta en Anexo 2.

3.3.2 Fase Medir

En la fase medir se realizó el plan de recolección de datos y su modo de ejecución. El plan de recolección de datos consideró lo que se iba a medir, tipo de medición, tipo de datos, las definiciones operativas, las metas y las especificaciones, los formularios para recoger datos y los muestreos. La ejecución del plan de recolección de datos se dirigió al cálculo de la línea de base sigma (defectos por millón de unidades producidas).

Las mediciones de peso en el proceso (g) se realizaron durante el mes de enero con muestras estándar de 30 unidades después del hilado, enfriado y después del salado. El pesado del producto terminado se realizó diariamente en todo el lote producido para disminuir el error en el cálculo del Nivel Sigma.

La medición de la textura de la masa se realizó subjetivamente y con base en la textura del producto de la competencia. Para el cálculo de los “defectos por millón” (dpm, por sus siglas) correspondientes a la textura se evaluó diariamente el producto terminado, empacado y que haya permanecido al menos 24 horas en almacenamiento.

Para el cálculo del nivel sigma del peso, textura y la línea de proceso (textura y peso como causantes de defecto) se utilizó una hoja de Excel aplicando la fórmula de distribución normal estándar inversa. El Cuadro 1 indica la cantidad de defectos para cada nivel sigma.

Cuadro 1. Niveles de desempeño sigma.

Niveles sigma	Defectos por millón de oportunidades
6	3,4
5	233
4	6210
3	66807
2	308537
1	690000

Nivel Sigma = DISTR. NORM. ESTAND. INV. (1-((dpm)/(1000000))) + 1,5

La administración en La Holandesa determinó que para este proyecto los límites superior e inferior de peso tuvieran una variación máxima de 10g. ($X \pm 10g$). Es decir que los quesos de 700g debían pesar máximo 710g y mínimo 690g. Para el producto de 500g debían pesar máximo 510g y mínimo 490g.

Para alcanzar el nivel Seis Sigma en cuanto al peso final se requería alcanzar una media de 500 y 700g según el caso y una variación máxima de 10g correspondiente a 3 desviaciones estándar. Esto aseguró que se cumpla la distribución Seis Sigma deseada.

3.3.3 Fase Analizar

En esta fase se usó la información obtenida en las mediciones y se realizó el análisis de datos, análisis del proceso y análisis de la causa raíz del problema. Para este fin se reunió el equipo de trabajo Seis Sigma y se informó acerca de los datos colectados para proceder a la discusión, análisis de la situación y toma de decisiones.

3.3.4 Fase Mejorar

En esta fase el equipo utilizó la generación de ideas y creatividad para mejorar el modo de analizar y enfocar la generación de ideas con nuevos métodos de control de calidad. Una vez propuestas las posibles soluciones se consideró los costos y beneficios probables para seleccionar las opciones más prometedoras y prácticas. En este punto mejorar pasó a ser implementar.

3.3.5 Fase Controlar

La fase controlar aseguró que las mejoras realizadas se mantengan, se determinó el método técnico de control y se creó un plan de respuesta en caso de variaciones no consideradas en los estándares.

La capacitación al personal se realizó al final del proyecto para explicar los logros, mejoras, consecuencias para la empresa y las correcciones que se deben mantener para asegurarse que se están realizando las operaciones adecuadamente.

Las herramientas utilizadas fueron diagramas de control y de desempeño del proceso, evaluación diaria del nivel sigma, árbol crítico para la calidad, diagrama del proceso e histogramas. El nivel sigma se calculó para el peso del producto terminado, para la textura del producto terminado y otro para la línea de proceso (tomando en cuenta las variables peso y textura al mismo tiempo).

Para el cálculo de los defectos por millón de oportunidades se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{dpm} = \frac{\text{Número de defectos}}{\text{Número de unidades} * \text{Número de oportunidades}} * 1000000$$

3.3.6 Análisis Estadístico

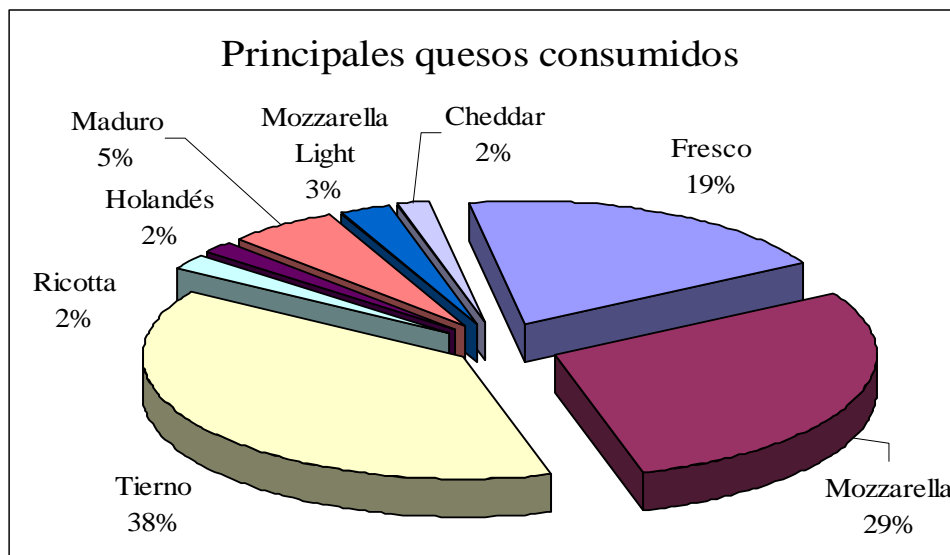
Las variables analizadas fueron la desviación estándar por lote producido, los desperdicios, los defectos por peso y la textura del producto terminado.

Los datos obtenidos se analizaron mediante la Prueba T con un nivel de significancia exigido de 0,05.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ESTUDIO DE MERCADO EXPLORATORIO

Los resultados presentados a continuación son el producto de un estudio de mercado exploratorio realizado en los tres supermercados clientes de los productos “La Holandesa”. Los principales factores que influyeron en el cliente meta a la hora de comprar fueron el sabor (definido como parámetro de textura previo a la compra), el precio y la tradición. Las características del producto de La Holandesa que más agradaron al cliente fueron el sabor, la textura y el fácil derretido. Además se estableció que el producto (queso mozzarella) La Holandesa ocupaba el cuarto lugar en cuanto al posicionamiento en los tres supermercados antes mencionados. Ver Anexo 3. Los quesos que tenían consumo masivo fueron los quesos tierno, fresco y queso mozzarella. Estos representaron el 86% del total consumido (Figura 1).



* Información obtenida con base en los clientes de los supermercados AKI, Supermaxi y Mi Comisariato en Quito, Ecuador.

Figura 1. Distribución porcentual del consumo de quesos en la ciudad de Quito, Ecuador.

En cuanto a la distribución del consumo de queso mozzarella, las marcas El Kiosko y González dominaban el 48% del mercado, el queso mozzarella marca La Holandesa y El Salinerito ocupaban el tercer lugar, ambos con el 4% de participación en el mercado. El 25% de personas encuestadas desconocía la marca de queso que consumía y el 19% de encuestados consumían otras marcas de quesos con menor grado de industrialización (Figura 2).

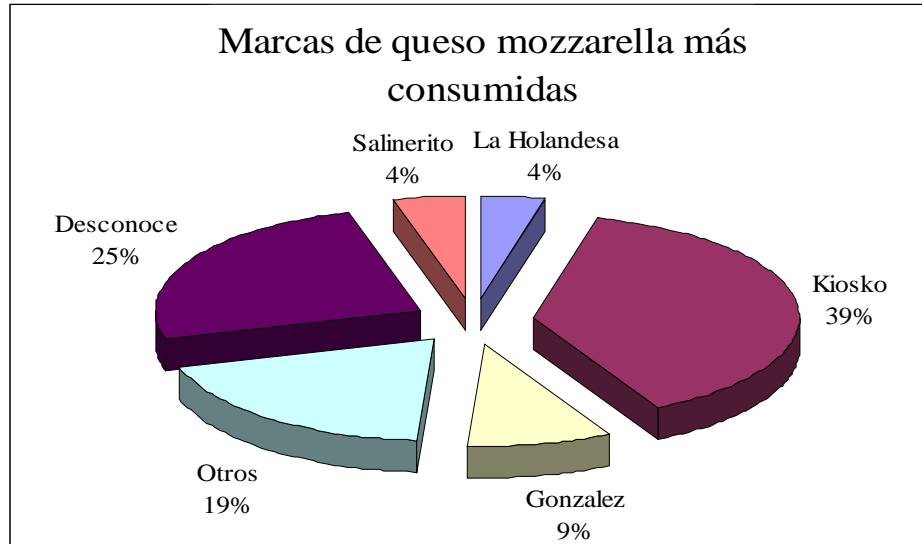


Figura 2. Posicionamiento de las marcas de queso mozzarella comercializadas en los supermercados AKI, Supermaxi y Mi Comisariato en Quito, Ecuador.

Los factores que más influyeron en el cliente para la decisión de compra fueron el sabor, precio, marca y tradición de consumo (Figura 3). Estos representaron el 83% de influencia en la compra. Se determinó que el producto de la competencia tenía textura más suave. Esto se tomó en cuenta para la definición de los problemas a corregir en el proyecto.

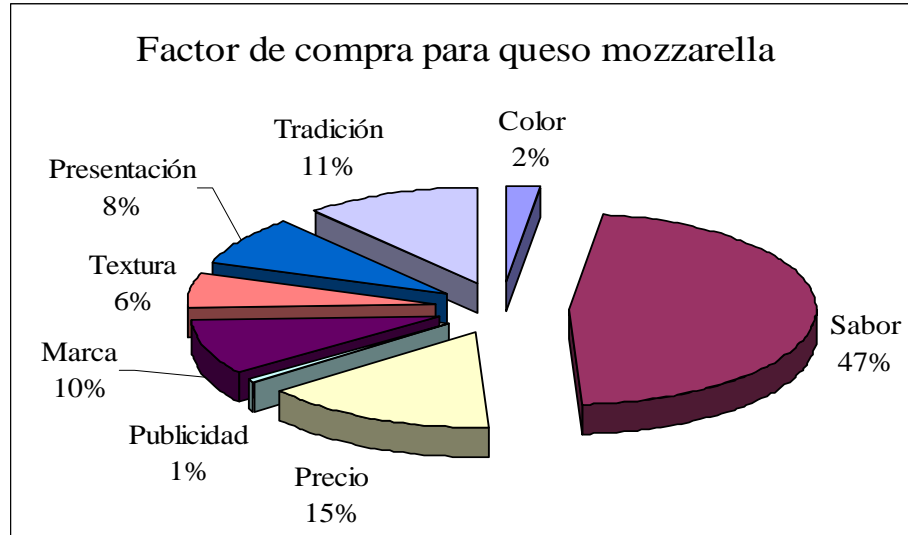


Figura 3. Influencia porcentual de los factores de percepción del consumidor a la hora de realizar la compra.

Las características del queso mozzarella marca La Holandesa que eran mejor vistas por los consumidores fueron el sabor, la textura y la facilidad de derretido del producto (Figura 4). Estas características comprendían el 86% de la percepción favorable para el cliente. Con base en esto se consideró a la textura como indicador de la calidad y sabor del queso antes de la compra.

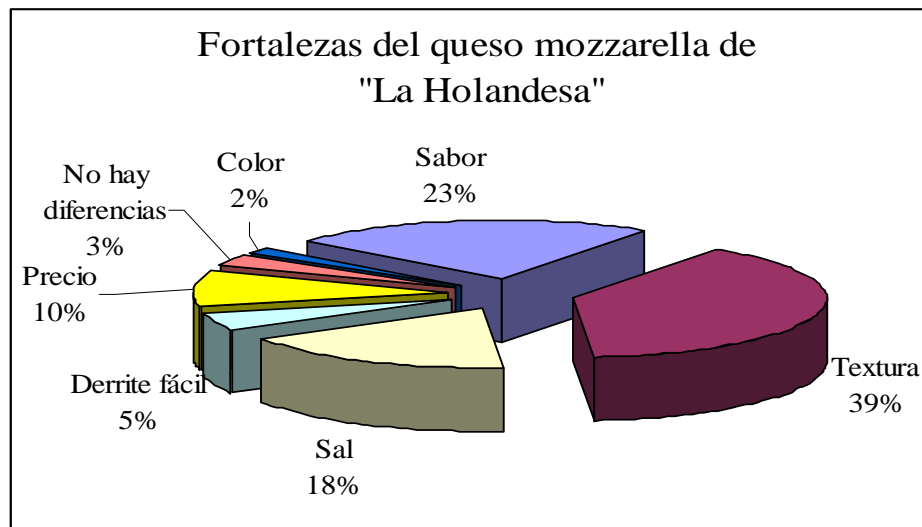


Figura 4. Características del queso mozzarella de "La Holandesa" que mejor satisfacen al consumidor.

4.2 DEFINICION DE PROBLEMAS A CORREGIR

Los problemas seleccionados para corregir fueron:

- Alta variación en el peso individual del queso de 500 y 700g, pues el 54% de quesos estaban fuera del rango establecido.
- Alta variación en la textura del queso (definido como elemento de sabor previo a la compra para el cliente). El 10% de la producción no tenía la textura deseada.
- Alto desperdicio en el proceso del queso. (0,5 kg/día). Ver Anexo 4

4.3 PUNTOS CRITICOS PARA LA CALIDAD

Se establecieron dos puntos críticos en el proceso que fueron indispensables controlar:

- Pesaje de la masa luego del hilado
- Chedarizado
-

El pesaje de la masa luego del hilado era necesario debido a que los rodillos formadores en la máquina hiladora tenían hoyos con tamaños diferentes unos de otros. En este punto la calibración y manejo de la máquina hiladora influyeron en la cantidad de masa con sobrepeso o bajo peso.

El chedarizado de la masa no se estaba realizando adecuadamente en algunos lotes. El control de pH de la masa antes de iniciar el hilado debía ser 5,3-5,4 para obtener la textura deseada. Variaciones hacia abajo de estos valores producían quesos con texturas muy duras mientras que valores por arriba de 5,4 producían quesos más suaves de lo deseado. Esto se reflejó en los valores del nivel sigma que se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Desempeño en la línea de proceso de queso mozzarella antes de Seis Sigma.

Evaluación al Inicio del Proyecto	
Nivel sigma en pesos	1,38
Nivel sigma en textura	2,78
Nivel sigma del proceso ^a	2,01
Desperdicio de producto	0,5 kg./día

^a Nivel sigma del proceso considera las variables de peso y textura simultáneamente.

El desperdicio de masa diario antes de implementar Seis Sigma era de 0.5 kg. Esto principalmente ocurría en el momento del picado de la masa previo al hilado y al sacar la masa de las tinas para el chedarizado.

4.4 MEDICIONES EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

El estudio de la línea de producción mostró que había pérdidas de peso no cuantificadas. Para esto se cuantificó la pérdida de peso de la masa después del enfriado y después de la salmuera. La información que se obtuvo en esta fase se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Pérdidas de peso de la masa durante la producción.

Mozzarella 700g		Mozzarella 500g	
Proceso	Pérdida de peso (%)*	Proceso	Pérdida de peso (%)*
Enfriado	0,69	Enfriado	0,61
Salmuera	0,91	Salmuera	1,30
Total	1,60	Total	1,91

* Los datos son el resultado promedio de las mediciones de todo el mes de febrero, sin embargo varían sustancialmente dependiendo de la acidez de la masa, calidad de la leche y temperatura del agua del enfriado.

Se realizaron los cálculos correspondientes para asegurar que los quesos fueran producidos dentro del rango de variación de peso permitido $X \pm 10g$ (Cuadro 4). Para esto se tomó en cuenta las pérdidas porcentuales de peso.

Cuadro 4. Cálculo de pesos mínimos y máximos esperados en el control de pesos luego del hilado.

Tipo de queso	Peso mínimo (g)	Peso máximo (g)	Peso óptimo (g)
500g	500	515	505
700g	700	715	704

Durante el estudio de los rodillos formadores para cada tipo de queso se determinó que el rango de variación de pesos era muy alto. Por ejemplo, para el rodillo de 500g se obtuvo pesos con un rango de hasta 46,95g, para el rodillo de 700g se observó un rango de pesos de 46,25g. Estas variaciones se debían principalmente a la diferencia de tamaños en los hoyos formadores de la hiladora y el personal que trabajaba en la máquina hiladora pues se requiere de oportunas modificaciones en la velocidad de los helicoides a medida que la masa avanza en la máquina.

4.5 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

Se realizó una lluvia de ideas para solucionar los problemas quedando como las más viables para su aplicación las siguientes:

- Reducir el rango de variación de pesos luego del hilado a través de la identificación de los hoyos problema.
- Identificar el rango de velocidad necesaria en los helicoides para el pre-formado del queso.
- Controlar que el desuerado sea de por lo menos 15 minutos antes del picado de la masa.
- Verificar que la masa pase en el enfriado al menos 10 minutos hasta que la masa se endure.
- Controlar los parámetros de cocinado en la máquina hiladora y crear un manual de operaciones para el uso correcto de la misma.

4.6 MEJORAS Y CORRECCIONES

En la aplicación de mejoras y correcciones se capacitó al personal sobre el trabajo de los rodillos, hoyos que producían quesos fuera del rango permitido de peso y hoyos guías para la estandarización de pesos. Esto se realizó mediante una charla al personal encargado del pesaje y operadores de hiladora.

La alta variación de pesos se debió a la diferencia de tamaño de los hoyos en los rodillos formadores de la máquina hiladora. En la identificación de los hoyos causantes de problemas se determinó que en el rodillo formador de queso mozzarella de 500g el hoyo 2 produce los pesos más bajos (promedio 8g menos que el deseado), los hoyos 4 y 7 producen los pesos más altos (promedio 5g más que el deseado). Para el rodillo formador de queso mozzarella de 700g el hoyo 1 produce los pesos más bajos (promedio 31g menos). Ver Anexo 5.

Se realizó un manual de operación de la máquina hiladora para recordar al personal encargado la forma correcta de manejo de ésta (Ver Anexo 6). En la mesa de control de pesos luego del hilado y en el tablero de control de la máquina hiladora se ubicaron los cuadros de información con los límites superior e inferior esperados en el proceso.

Se obtuvo texturas suaves en el producto final cuando se trabajaba con pH's de 5,3 en la masa antes del hilado. En cuanto a este parámetro de producción se informó al personal encargado del chedarizado la necesidad de cumplir con este requisito para todos los lotes así como el evitar la sobre cocción de la masa en la hiladora.

Los desperdicios de masa eran producto de errores naturales en el proceso durante el paso de masa de la tina de desuerado hacia la mesa de chedarizado (paso hecho manualmente). En la cortadora aún existían desperdicios al cortar la masa, por lo que se encontraba en estudio la posibilidad de adaptar una trampa de masa en la cortadora.

Para el control rutinario del desempeño de la línea de proceso de queso mozzarella después de finalizado el proyecto de implementación se elaboraron cuadros de control para calcular el Nivel Sigma para texturas, pesos y con ambas variables (textura y peso), se realizaron hojas de control y medición de la variación en la hiladora y verificación de las prácticas de procesamiento que aseguren una mejor calidad del producto. Ver Anexo 7.

4.7 VARIACIÓN DE PESOS DURANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE SEIS SIGMA

A continuación se presentan los resultados de mediciones durante el proceso de implementación de Seis Sigma. Para mostrar estos resultados se dividió el estudio en dos etapas: Inicio (primer mes del proyecto) y Final (cuarto mes del proyecto).

4.7.1 Queso mozzarella presentación 500g.

El peso del producto terminado en la presentación de 500g al inicio del proyecto tenía un alto porcentaje de productos con pesos bajos y altos que incrementaban la necesidad inmediata de un control de calidad que reduzca o elimine los defectos de peso. La desviación estándar era de aproximadamente 13 unidades superior a la deseada. La comparación de la Figura 5 fue hecha con base en el desempeño Seis Sigma deseado y el desempeño antes de implementarlo.

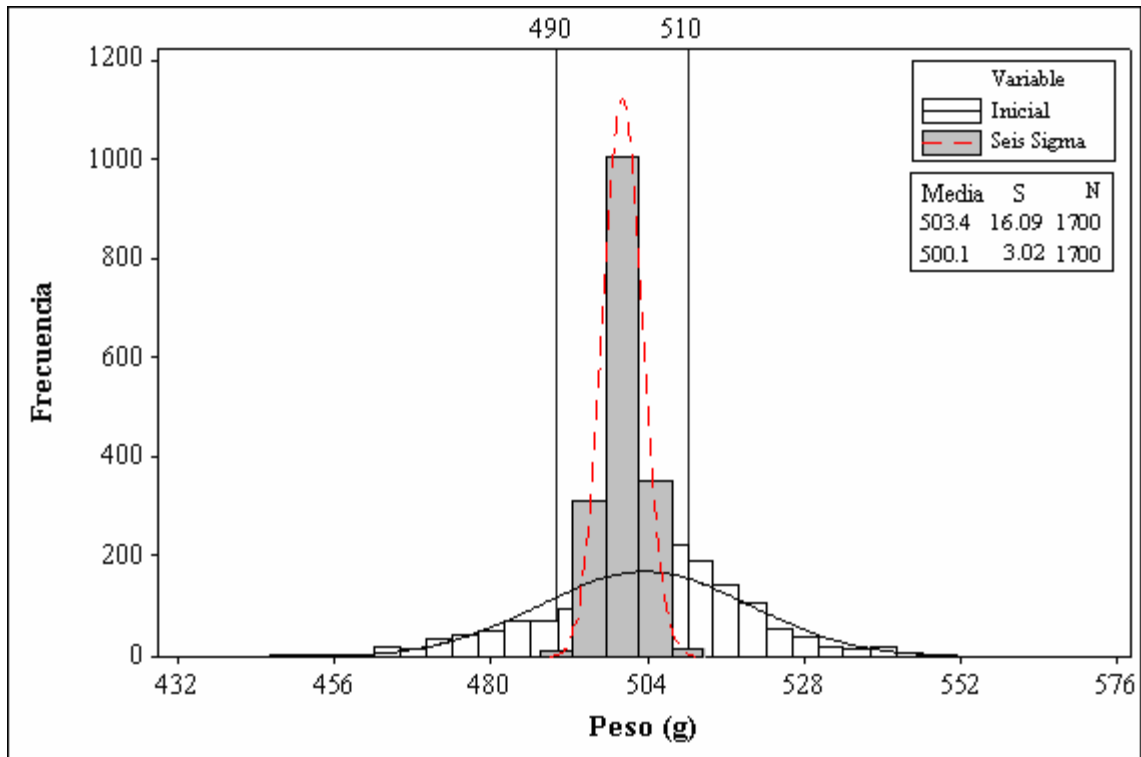


Figura 5. Variación de peso en el queso mozzarella presentación 500g al inicio de Seis Sigma.

Al final del proyecto se impartieron capacitaciones relacionadas al origen de los problemas de productos con pesos bajos y altos. Esto influyó para obtener mejoras significativas. La desviación estándar de peso se redujo significativamente de 16,09 a 9,73g. La Figura 6 muestra la reducción de la variabilidad de pesos si se compara con el estado inicial de desempeño del proceso.

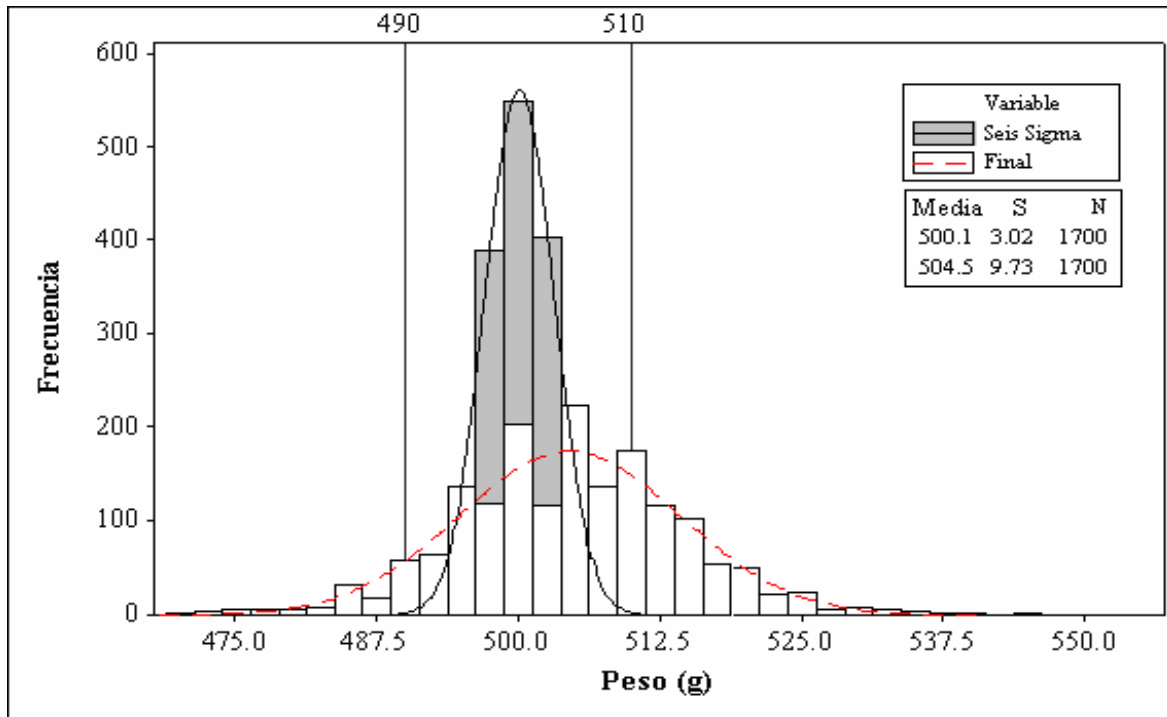


Figura 6. Variación de peso en el queso mozzarella presentación 500g en la etapa final de Seis Sigma.

La desviación estándar por lote de producción de queso mozzarella en la presentación de 500g tuvo una tendencia significativa a la baja (Figura 7). Sin embargo, aún existían lotes con valores altos en cuanto a esta medida.

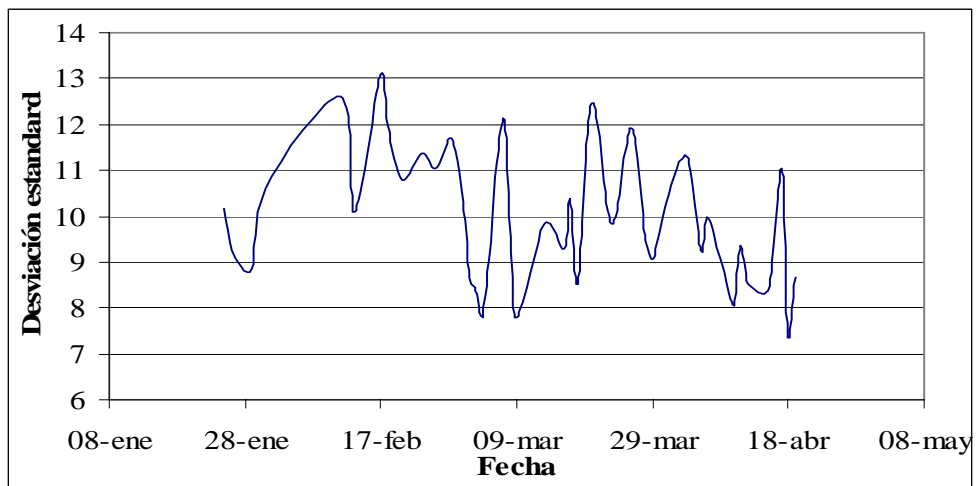


Figura 7. Movimiento de la desviación estándar del peso por lote en los quesos presentación 500g durante la implementación de Seis Sigma.

4.7.2 Queso mozzarella presentación 700g.

El peso del producto terminado en la presentación de 700g al inicio del proyecto tenía un alto porcentaje de pesos bajos. La desviación estándar era de aproximadamente 17g superior a la deseada. La comparación de la Figura 8 fue hecha con base en el desempeño Seis Sigma deseado y el real antes de implementar el programa de mejora.

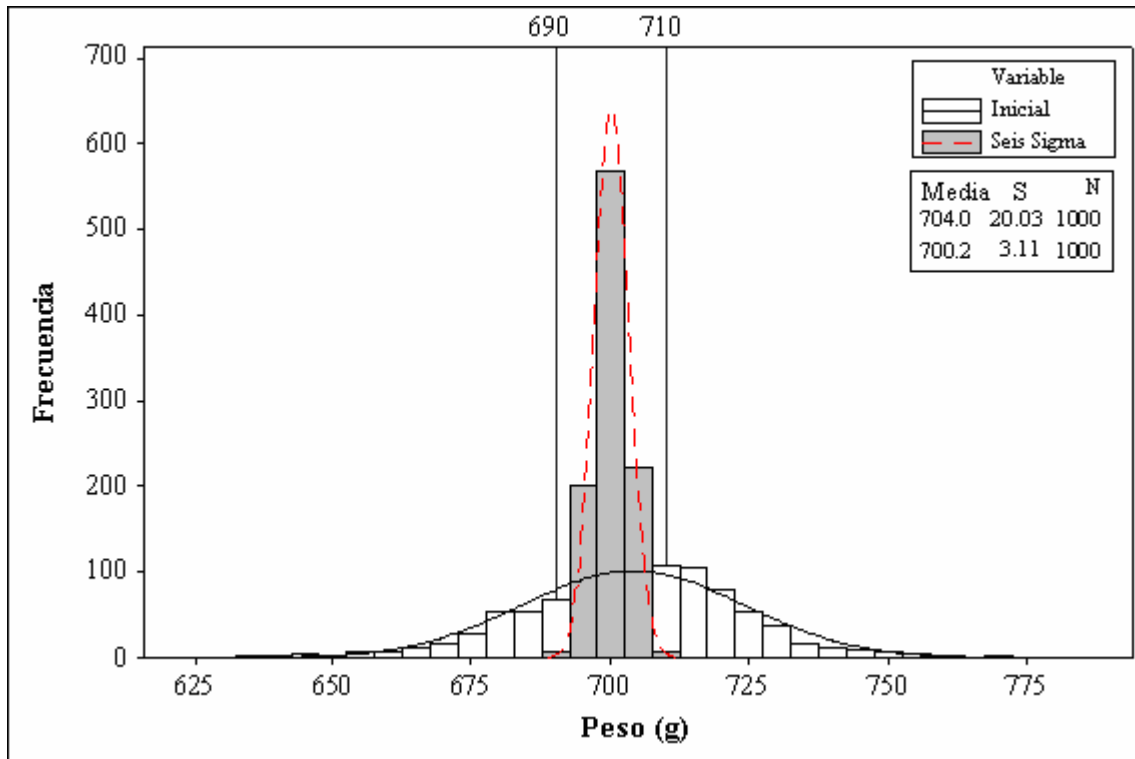


Figura 8. Variación de peso en el queso mozzarella presentación 700g al inicio de Seis Sigma.

Al final del proyecto, se obtuvo una distribución de pesos más concentrada en el rango aceptado. Sin embargo el porcentaje de defectuosos aún fue alto. La Figura 9 muestra esta concentración de pesos dentro de los límites asociada con la reducción de la desviación estándar a 9,02g. De igual manera el rango de pesos para los productos fuera de las especificaciones se redujo en 45g.

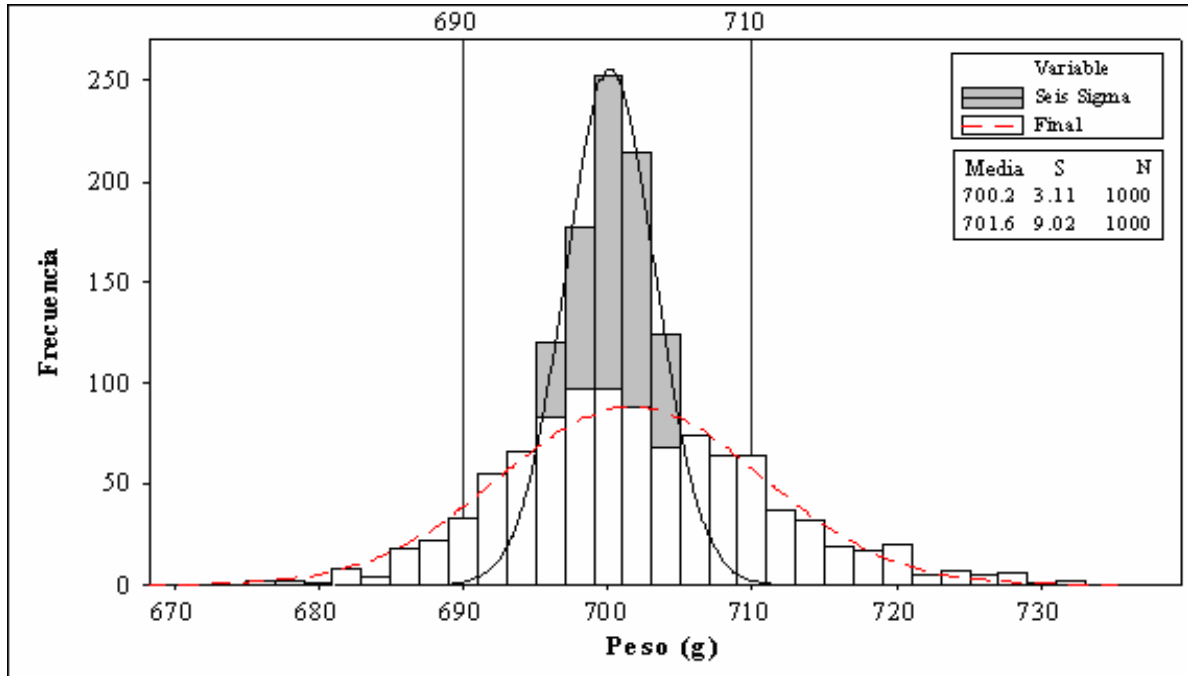


Figura 9. Variación de peso en el queso mozzarella presentación 700g al final de Seis Sigma.

En la Figura 10 se muestra que la desviación estándar por lote de producción de queso mozzarella en la presentación de 700g se redujo significativamente y tiene una tendencia a la baja más notoria que en la presentación de 500g, logrando reducirla a 9,08g. Esto se debió a que solamente un hoyo de la hiladora causaba la mayor variación de pesos.

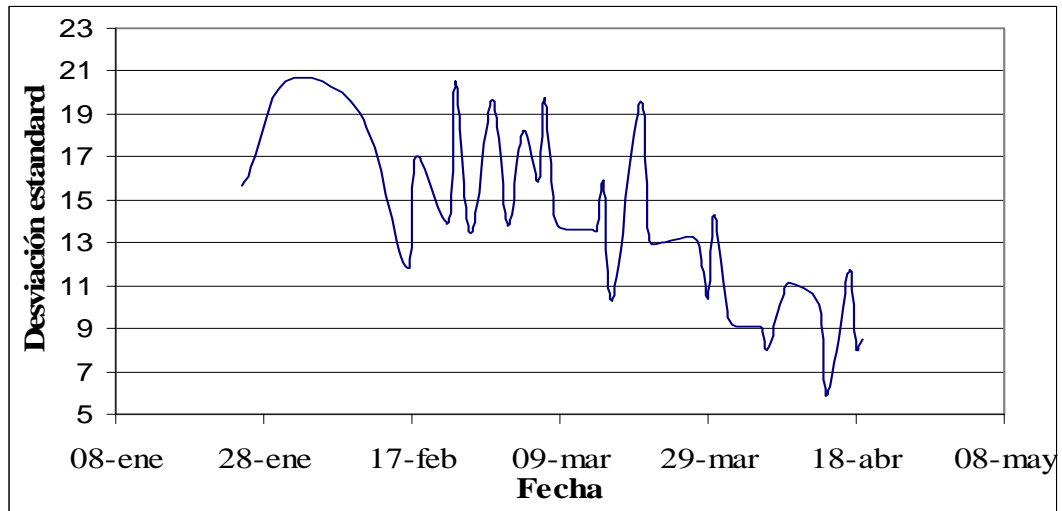


Figura 10. Movimiento de la desviación estándar del peso por lote en los quesos de 700g durante la implementación de Seis Sigma.

Los defectos producidos por texturas duras en el producto terminado no se redujeron significativamente (Figura 11). Esto se debió a que el control del pH de la masa antes del chedarizado aún no se controlaba adecuadamente para todos los lotes de producción.

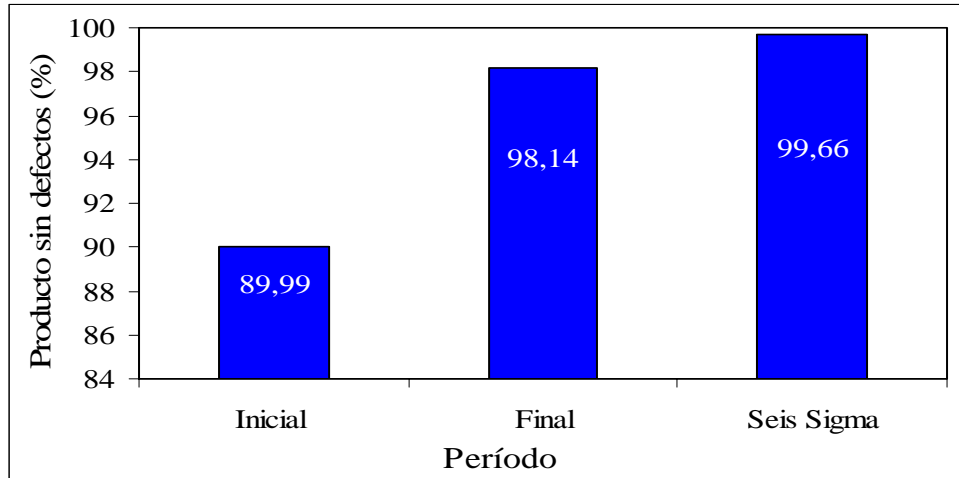


Figura 11. Defectos por textura dura durante la implementación de Seis Sigma.

En la Figura 12 se muestra que los datos de desperdicios de masa en la línea de producción de queso mozzarella no mostraron una reducción significativa a pesar de la reducción del promedio de desperdicios diarios tal como se muestra en el Cuadro 5. Los desperdicios eran producidos principalmente en el momento del picado por lo cual no se lograron mejoras significativas en este punto del proceso.

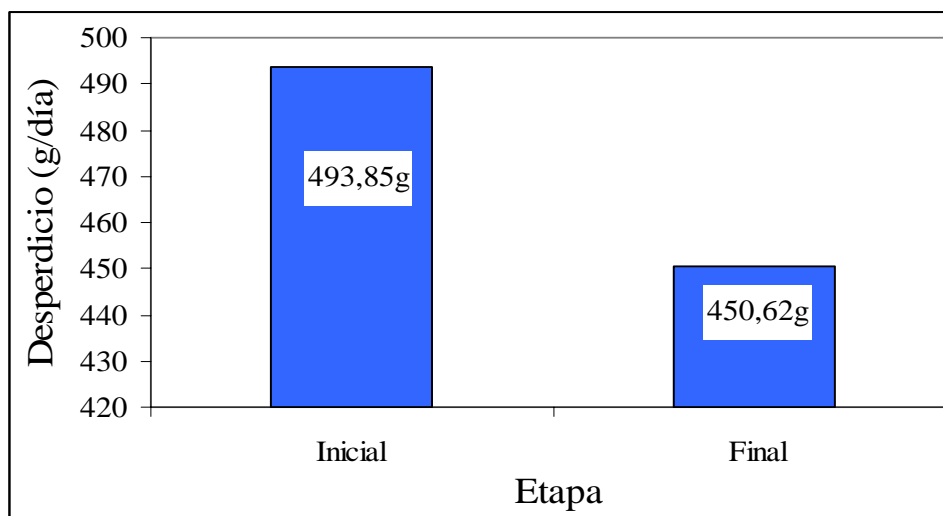


Figura 12. Desperdicios de masa durante la implementación de Seis Sigma.

La reducción de desperdicios diarios de masa y los defectos por texturas duras no mostraron diferencia significativa. El porcentaje de productos libres de defectos por textura como se observa en el Cuadro 5 es alto (98.14%). Sin embargo este valor aún produce más defectos de los que busca la metodología Seis Sigma.

Cuadro 5. Diferencias en textura y desperdicios antes y después de implementar Seis Sigma.

Etapa	Desperdicios (g/día)	Textura (% sin defectos)
Inicial	493,85 ^a	89,99 ^a
Final	450,62 ^a	98,14 ^a

^{ab} Valores con letras diferentes en la misma columna indican diferencia. (P < 0,05).

4.8 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

El peso del producto terminado en el queso mozzarella presentación 500g tuvo incremento significativo en la media de peso. Sin embargo este nuevo valor se alejó de la media de 500g que se deseaba (Cuadro 6). La desviación estándar por lote en este producto si tuvo una reducción significativa al final del proyecto.

En el peso del queso mozzarella presentación 700g se encontró reducción significativa en la media del peso. Esta reducción se acercó hacia la media de 700g que se buscaba. También se determinó que la reducción de la desviación estándar después de Seis Sigma fue significativa. A pesar de que se tuvo resultados significativos en cuanto a la reducción de la variabilidad en el peso y textura esto no es suficiente para calificar el desempeño del proceso como aceptable.

Cuadro 6. Valores estadísticos de pesos del queso mozzarella durante la ejecución del proyecto.

Etapa	Queso 500g.			Queso 700g.		
	Media	S¹	C.V.	Media	S¹	C.V.
Inicial	503,43 ^a	10,99 ^a	3,20	704,00 ^a	16,60 ^a	2,84
Final	504,50 ^b	9,54 ^b	1,92	701,61 ^b	9,08 ^b	1,28

^{abc} Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (P < 0,05).

S¹: Desviación estándar de los pesos por lote.

C.V: Coeficiente de variación.

El incremento del nivel sigma inicial de 2,01 al nivel 2,54 al final del proyecto de implementación Seis Sigma indicó que se logró reducir el 50% de los defectos que tenía el producto al inicio del proyecto (Cuadro 7). A pesar de esto el porcentaje de productos defectuosos aún fue alto (15%). El 2% de los productos tenían textura no aceptada por el cliente. Esto es un porcentaje pequeño de la producción, sin embargo para alcanzar el nivel Seis Sigma deseado aún falta mejorar el proceso de producción. Para esto se crearon hojas de control y verificación para el proceso (Anexo 8).

Cuadro 7. Nivel Sigma de la línea de proceso de queso mozzarella antes y después de Seis Sigma.

Período	Nivel Sigma		Defectos		Nivel Sigma	
	Pesos	(%)	Texturas	(%)	Línea de producción	Defectos (%)
Inicio	1,38	54	2,78	10	2,01	30
Final	2,00	31	3,58	2	2,54	15

5. CONCLUSIONES

- Los factores que más influyeron en el consumidor para comprar queso mozzarella fueron el sabor, precio, tradición y la marca posicionada en el mercado.
- Los puntos críticos para la calidad en la línea de proceso de queso mozzarella fueron el control de pesado y el chedarizado de la masa.
- No se encontró diferencia en los defectos por desperdicio de masa y textura.
- El nivel sigma final de la línea de proceso fue de 2,54 niveles sigma representando la reducción del 50% de defectos producidos antes de Seis Sigma.
- Se redujo la variabilidad de pesos del producto por lote producido. Esto representó la reducción del 43% de los defectos por pesos fuera de los límites producidos al inicio del proyecto.
- A pesar de que se encontraron mejoras significativas en la línea de producción de queso mozzarella aún existía un alto porcentaje de producto defectuoso.

6. RECOMENDACIONES

- Continuar con el proceso de implementación Seis Sigma para toda la empresa.
- Hacer un control semanal del desempeño del proceso y cumplimiento de las normas de proceso de queso mozzarella.
- Informar al fabricante de la máquina hiladora sobre la mala calibración de los hoyos de formado y los desperdicios en la cortadora para solucionar estos problemas.
- Mantener al personal informado en cuanto a los problemas que se desean solucionar para que se comprometan en colaborar en solucionarlos.
- El queso mozzarella para supermercados debe ser enfundado el día que se produce. No se debe postergar para otro día el enfundado, pues esto produce texturas duras en el producto terminado.
- Controlar las mejoras en el desempeño del proceso a través de los valores diarios de la media y desviación estándar alcanzada.

7. BIBLIOGRAFIA

Alvarenga, E. 1996. Control total de la calidad. Tegucigalpa, HN. Universidad Católica de Honduras. 54p.

Barba, E. 2000. Seis Sigma. Una iniciativa de calidad total. Barcelona, ES. 209p.

Eckes, G. 2004. El Six Sigma para todos. Trad. JC Nannetti. Bogotá, CO. Editorial Norma. 166 p.

Lean Production. (2005, Quito, EC). 2004. Seminario Introductorio. QUALIPLUS. Quito, EC. (82 p.).

Omachonu, V. 1995. Principios de la calidad total. Editorial DIANA. MX. 386 p.

Pande, S; Holpp, L. 2002. ¿Qué es Seis Sigma?. Trad. E Barbá. Madrid, ES. Mc Graw Hill. 79 p.

Render, B; Heizer, J. 1996. Administración de operaciones. Trad. J Purón. Naucalpan de Juárez. MX. Prentice-Hall. 624p.

Ross Johnson, William Winchel. 1989. Production and Quality. Milwaukee, WI; American Society for Quality Control. p. 2.

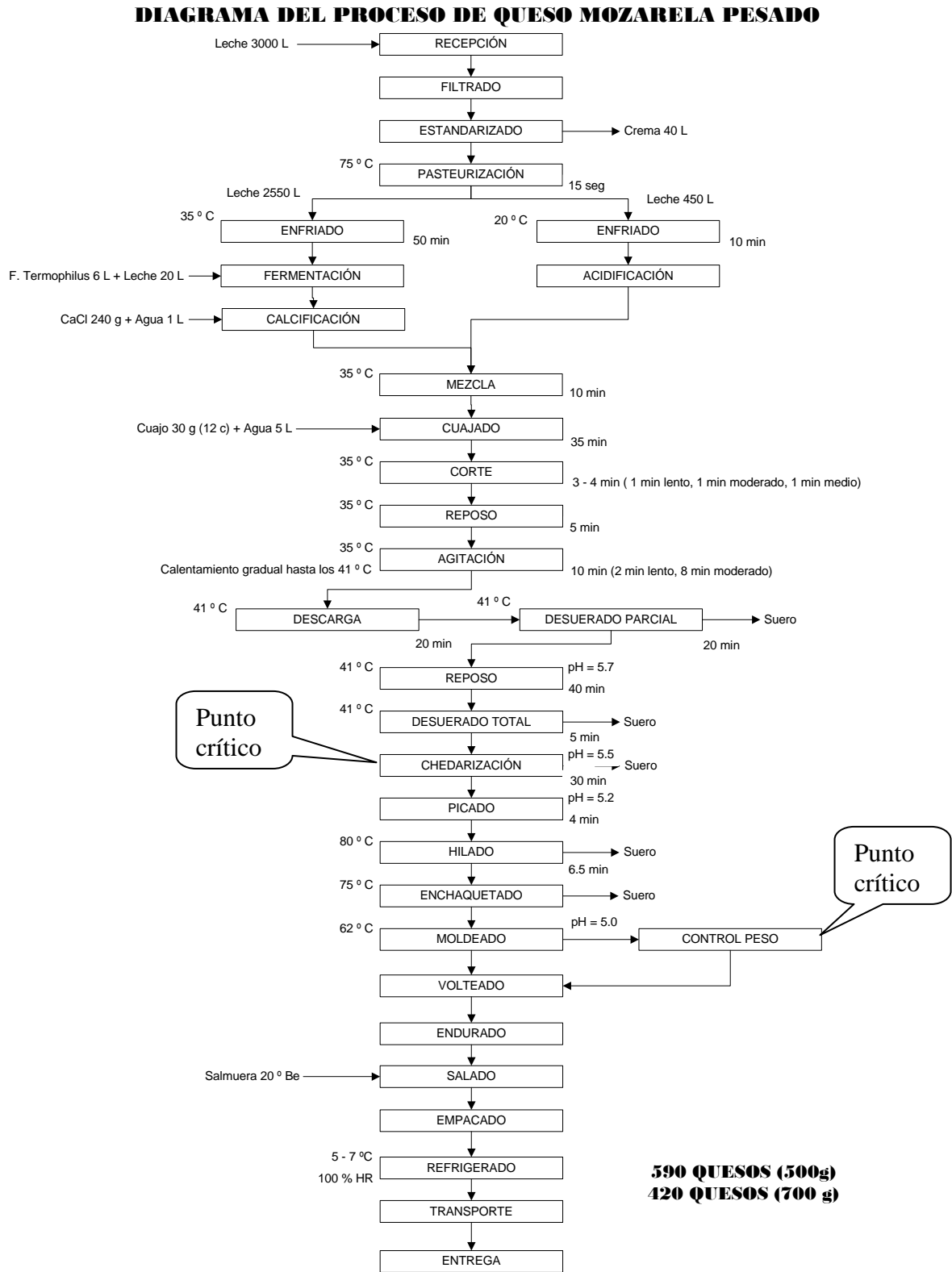
SENACYT (Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá). 2002. Tecnología para la elaboración de queso amarillo, cremas y mantequilla. (En línea).

Consultado el 14 de octubre de 2005. Disponible en:

http://www.senacyt.gob.pa/g_innovacion/facitec/docs/ft-11.pdf

8. ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de flujo de proceso de queso mozzarella.



Fuente: Planta de lácteos La Holandesa, Quito-Ecuador.

Anexo 2. Formato de encuesta utilizada para el estudio exploratorio del mercado.

1. Qué tipo de queso consume?		
2. Consume Ud. Queso mozzarella? Con que frecuencia?		
3. Qué marca de queso mozzarella consume Ud.? Por que la prefiere?		
4. Cuál de estos factores influye a la hora de comprar el queso mozzarella?		
- Color	- Sabor	- Precio
- Publicidad	- Tradición	
- Marca	- Textura	- Presentación
5. Alguna vez ha consumido queso mozzarella de “La Holandesa”?		
Si	No	
6. Qué es lo que más le gusta de este queso?		
7. Qué es lo que menos le gusta del queso?		
8. Sexo		

Anexo 3. Resultados de encuesta realizada en los tres supermercados clientes de La Holandesa.

Consumo de quesos ¹

Holandes	1,68%
Cheddar	1,68%
Ricotta	2,10%
Mozzarella Light	2,52%
Maduro	5,46%
Fresco	19,33%
Mozzarella	28,99%
Tierno	38,24%

Factor de decisión en la compra de queso mozzarella

Publicidad	0,56%
Color	2,26%
Textura	5,65%
Presentación	8,47%
Marca	9,60%
Tradicición	11,30%
Precio	15,25%
Sabor	46,89%

Frecuencia de compra de queso mozzarella

Muy rara vez	4,48%
Quincenal	10,45%
1 vez cada 2 meses	10,95%
2 veces por semana	10,95%
Mensual	20,40%
Semanal	42,79%

Distribución de consumo de queso mozzarella por marca

La Holandesa	3,89%
Salinerito	4,44%
González	8,89%
Otros	19,44%
Desconoce	25,00%
Kiosko	38,33%

**Factor más importante del queso mozzarella "La
Holandesa"**

No hay diferencias	2,08%
Color	2,08%
Precio	4,17%
Sal	6,25%
Derrite fácil	12,50%
Textura	22,92%
Sabor	50,00%

**Consumo de queso mozzarella
"La Holandesa" ²**

29,76%

¹ Los datos obtenidos revelan la información obtenida únicamente en los tres supermercados clientes de "La Holandesa".

² Consumo de queso mozzarella con base en el número de personas que compran queso mozzarella en los supermercados clientes.

Anexo 4. Carta de Definición del proyecto

Carta del proyecto	
Problema	Plan del Proyecto
<p>Existe variación excesiva en el proceso diario del queso mozzarella “La Holandesa”, lo que se refleja en características que son críticas para el cliente y para la empresa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alta variación en el peso individual del queso, pues la mayor parte de quesos están fuera del rango establecido por el cliente (Crítico para la calidad). - Alta variación en la textura del queso (definido como elemento de “sabor” para el cliente), pues la mayor parte de lotes están fuera de los rangos (crítico para la calidad). - Alto desperdicio en el proceso del queso. <p>Estos problemas afectan directamente al cliente, causando problemas en la producción y bodega, y evitando la optimización de los recursos. Todo esto perjudica las utilidades de la empresa.</p>	<p>Inicio del proyecto: 11 Enero de 2005 Fin del proyecto: 30 Abril de 2005</p> <p>Fases intermedias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Encuestas: 17 Enero de 2005 - DEFINE: 25 Enero de 2005 - MEASURE: 28 Febrero de 2005 - ANALYZE: 16 Marzo de 2005 - IMPROVE: 8 Abril de 2005 - CONTROL: 22 Abril de 2005
Colaboradores clave	Miembros del Equipo
<p>Los accionistas de la empresa serán comunicados al comienzo del proyecto sobre el alcance y los objetivos del mismo. El equipo comunicará su progreso quincenal y cumplimiento de objetivos propuestos. Finalmente, se comunicara el resultado del proyecto y el beneficio para la empresa.</p>	<p>Green Belt (Sponsor): Diego Escudero</p> <p>Miembro del equipo a tiempo completo: Víctor Santamaría</p> <p><u>Miembros del equipo de planta:</u> Rubén Gallo, jefe de producción Julio Vera, asistente de calidad Luis Martínez, asistente de producción</p>
Importancia del Proceso	Proceso de Medición
<p>El proceso de queso mozzarella es el más importante dentro de la empresa, pues equivale al 80% del producto fabricado y comercializado.</p>	<p>Verificación de la textura del queso en funda. Pesaje del queso en funda. Pesaje del desperdicio de masa durante el proceso.</p>

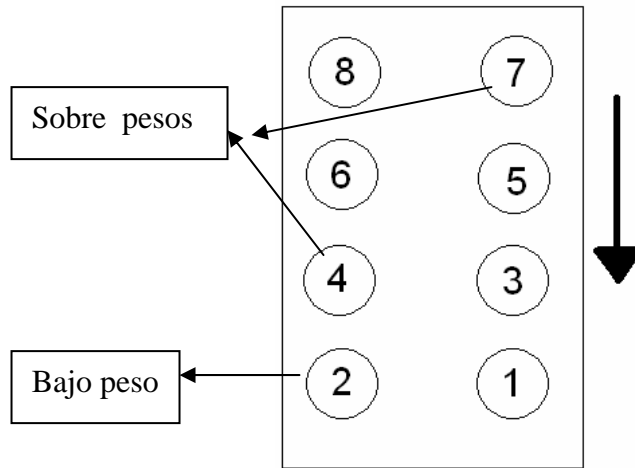
Impacto en el Negocio

Después del proyecto el equipo espera lograr un beneficio de por lo menos \$162 dólares mensuales, y \$1944. Este beneficio es directo para la empresa en reducción de variación de pesos y reducción de desperdicios.

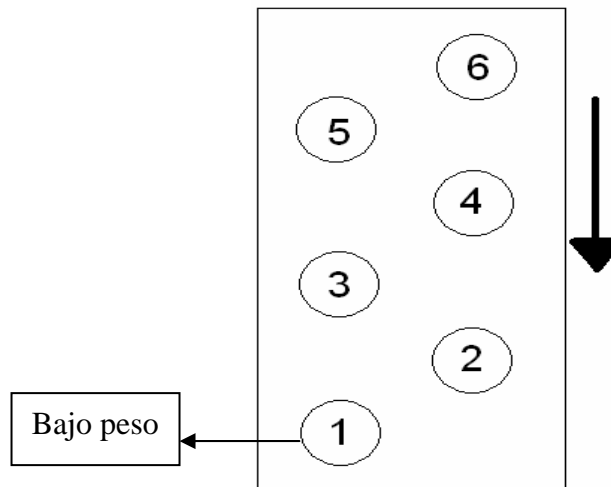
El impacto también estará directamente relacionado con el incremento de la demanda como resultado indirecto producido por la percepción del producto como alta calidad para el cliente.

Anexo 5. Esquema de los rodillos formadores utilizados para la producción de queso mozzarella de 500g y 700g.

Rodillo formador para queso mozzarella de 500g.



Rodillo formador para queso mozzarella de 700g.



Anexo 6. Manual de operaciones de máquina hiladora

1. Verificar que la temperatura del agua de hilado se encuentre entre 75 a 80°C, y la del enchaquetado entre 70 a 75°C.
2. Colocar los bloques de masa en la picadora, activar el sistema de picado y tornillo elevador.
3. Accionar los brazos hiladores y abrir la llave de agua caliente para empezar el hilado.
4. El hilado tarda de 10-12 minutos, tiempo en el que se deben realizar 2 cambios de agua de hilado.
5. Accionar los helicoides en sentido contrario al de salida para asegurarse que la masa que ocupa la chaqueta de la hiladora también se cocine.
6. Eliminar completamente el agua de cocinado y accionar los helicoides para la salida de la masa. Asegúrese que la llave de agua fría esté abierta lo suficiente como para facilitar la salida de la masa pero evitando que se formen fuertes chorros de agua.
7. Un minuto después encender el rodillo formador y estandarizar la velocidad de los helicoides, ésta generalmente varía entre 4.0 a 5.5
8. Devolver las primeras unidades defectuosas (bajo peso o cocinado deficiente), usualmente se devuelven de 10-15 unidades.
9. Ubicar la tina con agua fría en posición para la caída de los quesos.
10. El agua debe tener una temperatura de 19° C o inferior y esta debe ocupar 1/3 de la capacidad de la tina, de modo que cuando caigan, los quesos queden completamente sumergidos.
11. El agua de la tina debe ser cambiada cada 2 - 3 paradas por el encargado del pesaje del día.

Anexo 7. Hojas de control y verificación de cumplimiento de los cambios realizados**Verificación de cumplimiento de cambios**

Fecha:

Acciones	Si	NO
Hilado de la masa durante 10-12 min		
El encargado de la hiladora revisa constantemente el peso con el que salen los quesos		
Pesa por lo menos los quesos que salen en los hoyos señalados		
Se comunican frecuentemente el personal encargado del pesaje e hilado		
Se mantienen las señales de los rodillos bien claras		
Pasan los quesos por el pre-enfriado antes de ponerlos en el molde		
Se voltea la masa dos veces en el chedarizado previo al picado		
La Balanza se encuentra bien equilibrada (sin movimientos)		
Cambia el agua de la tina de preenfriamiento cada 3 paradas hiladas		

Evaluación de hiladora para quesos de 500g

	Pesos										Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hoyo # 1											
Hoyo # 2											
Hoyo # 3											
Hoyo # 4											
Hoyo # 5											
Hoyo # 6											
Hoyo # 7											
Hoyo # 8											

Rango:

Límites para la calidad

LCI=500g, hoyo # 2

LCS= 515g, hoyo # 4

Lote:

LCS= Límite Crítico Superior

LCI= Límite Crítico Inferior

Determinación de Niveles Sigma

Tipo de queso

Lote

# muestra	Peso	Duros
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
n=100		

Promedio

Rango de pesos

quesos bajo peso

quesos peso

apropiado

quesos sobrepeso

Total defectos 0

Defectos por millón

Total 1000000

Nivel Sigma (pesos)

Defectos por millón

Total 1000000

**Nivel Sigma
(pesos + texturas)**

Anexo 8. Diagrama SIPOC para la línea de proceso de queso mozzarella.

