ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Diseño para la Implementación de la Metodología Seis Sigma en una Línea de Producción de Queso Fresco"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Presentada por:

Annabel Leonor Moreano Santos

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2009

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que ayudaron a la realización de este trabajo, en especial a mi director de tesis y a la empresa de lácteos donde se desarrolló este proyecto.

DEDICATORIA

A DIOS

A MIS ABUELITOS

A MIS PADRES

A MIS TIOS

A MI HERMANO

A MI NOVIO

A MIS AMIGOS

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Francisco Andrade S.

DECANO DE LA FIMCP

PRESIDENTE

Ing. Patricio Cáceres C.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Sandra Acosta D.

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

_____

Annabel Moreano S.

RESUMEN

Este trabajo consiste en una guía para la implementación de la metodología Seis Sigma en un proceso de producción de quesos, en este caso se enfocó el estudio en una planta procesadora de queso fresco, con la finalidad de mejorar la calidad del producto, reducir los costos innecesarios provocados por fallas de proceso, incrementar los beneficios para la empresa y consolidar el trabajo en equipo de sus empleados.

En la primera parte se da a conocer todo lo referente a la metodología, sus orígenes, etapas y herramientas involucradas. Más adelante se presenta la información del producto, sus características y proceso de elaboración.

En la fase siguiente se muestra paso a paso el desarrollo del proyecto Seis Sigma basado en información recopilada de una procesadora de queso fresco ubicada en la ciudad de Riobamba, empleando herramientas de Calidad y Estadística Descriptiva, las primeras para generar y organizar ideas y las otras para medir variables del proceso industrial.

Los datos obtenidos en la etapa medir (DMAMC) fueron transformados en valores sigma mediante la aplicación de la distribución normal, se determinó la variabilidad del proceso, se investigó sus causas de origen y posteriormente se gestionaron las soluciones adecuadas.

Al terminar el proyecto se tiene a disposición un manual para integrar un Programa de Mejoramiento de Calidad Seis Sigma en varias plantas procesadoras de queso, que solucione problemas o fallas tanto en procesos de producción como en el producto. Se determinaron las causas que provocaron quesos defectuosos y las soluciones aplicables para mejorar su calidad. Además se detallan los costos que supone la implementación de este sistema de calidad y las respectivas conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.

INDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN……I

INDICE GENERAL……..…..III

ABREVIATURAS……....V

SIMBOLOGIA……VII

INDICE DE FIGURAS……VIII

INDICE DE TABLAS……..……X

INTRODUCCION……....1

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES……2
   1.1 Definición de Seis Sigma……..……..2
   1.2 Origen de Seis Sigma……..…5
   1.3 Estructura de Seis Sigma…….…..….6
   1.4 Herramientas empleadas en Seis Sigma…….……..…..9
   1.5 Método DMAMC……...……..…15

CAPITULO 2

2. PROCESO DE PRODUCCIÓN……...17
   2.1 Descripción del producto……....17
   2.2 Parámetros Físico - Químicos y Microbiológicos del producto……...18
   2.3 Proceso de elaboración de Queso Fresco……....19
      2.3.1 Materia Prima……..20
      2.3.2 Etapas del Proceso……..…..24

2.3.3 Diagrama de Flujo del Proceso…….....36
2.3.4 Controles y Análisis en el Proceso…….....…37

CAPITULO 3
3. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA SEIS SIGMA……..39
3.1 Definir……..44
3.1.1 Declaración del problema a resolver y objetivos……..44
3.1.2 Identificación del proceso……47
3.1.3 Determinación de Variables Críticas de la Calidad…….....50
3.2 Medida del rendimiento del Proceso…….....57
3.2.1 Datos Históricos…….....57
3.2.2 Datos Experimentales……..57
3.2.3 Medida de Defectos de Situación Inicial…….....58
3.3 Análisis e Investigación de Causas……76
3.4 Medidas y Plan de Acción para el Mejoramiento de la Calidad…....83
3.4.1 Formulación de Soluciones……...83
3.4.2 Selección de Soluciones…….……84
3.4.3 Diseño de Prueba Piloto…….……...85
3.5 Ejecución de Prueba Piloto y evaluación de Resultados.....88
3.5 1 Determinación de Medidas de Control…….……89
3.5.2 Plan de Gestión por Procesos…….…..94
3.6 Control del Proceso……99
3.7 Evaluación de Costos de Implementación de Seis Sigma….……99

CAPITULO 4
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…….…..103
APENDICES
BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

°C	grado centígrado
Ca	calcio
cc	centímetro cúbico
Cp	índice de capacidad a corto plazo
C_{pi}	índice de capacidad inferior a corto plazo
C_{pk}	índice de capacidad real a corto plazo
C_{ps}	índice de capacidad superior a corto plazo
°D	grado dornic
g	gramos
Kg	kilogramo
lt	litro
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
mg	miligramos
min	minuto
m°H	miligrados horvet
ml	mililitros

Ph	potencial hidrogenoide
PO4	Fosfato
Pp	índice de capacidad a largo plazo
P_{pi}	índice de capacidad inferior a largo plazo
P_{pk}	índice de capacidad real a largo plazo
PPM	partes por millón
P_{ps}	índice de capacidad superior a largo plazo
pvc	policloruro de vinilo
seg	segundo
St	índice de inestabilidad
ufc	unidades formadoras de colonia

SIMBOLOGIA

σ	desviación estándar
‘	minuto
"	segundo
S	desviación estándar
X-S	media-desviación estándar
Z	sigma

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Niveles de calidad y valores Sigma……..…3

Figura 1.2 Diagrama de flujo de proceso…….....11

Figura 1.3 Diagrama de causa-efecto o espina de pescado…….12

Figura 1.4 Diagrama de pareto……...12

Figura 1.5 Histograma…….…….13

Figura 1.6 Gráfica de corrida……..…13

Figura 1.7 Gráfica de control……...……14

Figura 1.8 Diagrama de dispersión……...…....14

Figura 1.9 Modelo de regresión…….....15

Figura 2.1 Estructura primaria de la K-caseína bovina……...29

Figura 2.2 Corte de cuajada……31

Figura 2.3 Inmersión de quesos en salmuera……..34

Figura 2.4 Quesos rectangulares listos para envasado…….35

Figura 2.5 Almacenamiento de quesos en cámara de refrigeración……35

Figura 2.6 Jabas con quesos redondos de 500g destinados a la distribución……..36

Figura 2.7 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso fresco……..36
Figura 3.1 Orificios en la cara lateral de un queso rectangular de 600g hinchado…….....47
Figura 3.2 Queso redondo de 500g hinchado…….....48
Figura 3.3 Diagrama de flujo de elaboración de queso fresco….....48
Figura 3.4 Mapeo del proceso de elaboración de queso fresco……50
Figura 3.5 Diagrama de causa y efecto para X1…….80
Figura 3.6 Diagrama de causa y efecto para X4…….80
Figura 3.7 Diagrama de causa y efecto para X5…….78
Figura 3.8 Diagrama de causa y efecto para X6…….78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Niveles de desempeño Sigma……4

Tabla 2.1 Características físicas, químicas y biológicas de la leche……21

Tabla 2.2 Controles y análisis en el proceso de elaboración de queso fresco……..…..38

Tabla 3.1 Hoja de trabajo “Eliminación de abombamiento o hinchazón en queso fresco……..……46

Tabla 3.2 Narración del proceso……..……49

Tabla 3.3 Declaración de requisitos del cliente……..51

Tabla 3.4 Variables críticas de la calidad…….....52

Tabla 3.5 Resultados de las matrices de relación y determinación de subprocesos críticos……..……...53

Tabla 3.6 Resultados de estudios de reproducibilidad y

repetibilidad de variables de salida…….……..60

Tabla 3.7 Indices de inestabilidad y de capacidad de la variable de salida Y1……..…..63

Tabla 3.8 Indices de inestabilidad y de capacidad de las variables de salida…….64

Tabla 3.9 Matriz de relación del subproceso de recepción de leche……..…77

Tabla 3.10 Matriz de relación del subproceso de pasteurización de leche…….....77

Tabla 3.11 Matriz de relación del subproceso de moldeo……..78

Tabla 3.12 Matriz de relación del subproceso de salado……78

Tabla 3.13 Plan de gestión por procesos……..96

Tabla 3.14 Monitoreo del proceso de producción de queso fresco…….……..98

Tabla 3.15 Costos de implementación de Seis Sigma……..……...102

INTRODUCCION

En Ecuador son pocas las empresas que manejan sistemas de aseguramiento y mejoramiento de calidad, en muchos casos el procesamiento de alimentos se da de manera artesanal, bajo condiciones sanitarias inadecuadas y con problemas de calidad como sucede en la producción de queso fresco.

La ausencia de calidad en el producto genera pérdidas monetarias a la empresa, con reducción de ventas, pérdida de mercado y desgaste de imagen. Para cambiar este panorama y ofrecer mejores productos se requiere la aplicación de una filosofía de calidad que asegure la obtención de quesos que satisfagan los requerimientos del cliente y que no se desvíen del objetivo trazado en base a las especificaciones normativas; para lograrlo se recurre a la implementación de seis sigma que ofrece la eliminación de defectos al concentrarse en las causas raíz de los problemas en un tiempo adecuado.

Este trabajo desarrolla un proyecto Seis Sigma como ejemplo de la implementación de esta filosofía en la solución de problemas y el mejoramiento de la calidad del procesamiento de quesos.