



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE
ELABORACIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA YANAHURCO DE JUIGUA
DEL CANTÓN PUJILÍ**

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

ÁREA: Industrial y Manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, Materiales y Producción

AUTOR: Carlos Sebastián León Amores

TUTOR: Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero Mg.

Ambato - Ecuador

Agosto - 2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: ANÁLISIS DE LA CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA YANAHURCO DE JUIGUA DEL CANTÓN PUJILÍ, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Carlos Sebastián León Amores, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, agosto 2021.

Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente proyecto de investigación titulado ANÁLISIS DE LA CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA YANAHURCO DE JUIGUA DEL CANTÓN PUJILÍ es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Pujilí, agosto 2021.



Carlos Sebastián León Amores

CI. 0502479397

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Carlos Sebastián León Amores, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ANÁLISIS DE LA CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA YANAHURCO DE JUIGUA DEL CANTÓN PUJILÍ, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, agosto 2021.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Víctor Pérez, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Alexis Sánchez, Mg.
PROESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de Titulación como un documento disponible para lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación a favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, agosto 2021



Carlos Sebastián León Amores

C.C. 0502479397

AUTOR

DEDICATORIA

*A mi **madre** Alicia Amores, por ser el pilar fundamental de mi formación académica, por su esfuerzo, valentía y perseverancia ante las dificultades de la vida, valores que se han reflejado en este logro. Gracias por tanto.*

*A mi **padre** Carlos León (+), por ser el ejemplo a seguir en mi carrera profesional, por su legado en el campo de la Ingeniería Industrial, este título ha sido iniciado, transcurrido y culminado en tu memoria.*

*A mi **hermano** Gabriel, por sus consejos, por ser una guía en mis decisiones y su apoyo incondicional en agregar más valor a mi formación.*

*A mis **sobrinos** Mathias, Emiliano y Rafaela, por ser una motivación en mi vida, por darle alegría a mis días y por supuesto, por mi compromiso al ser un ejemplo para ustedes.*

Carlos Sebastián León Amores

AGRADECIMIENTO

A Dios, gracias a su voluntad he llegado a disfrutar de este gran momento, por darme esta oportunidad de vida y permitirme cumplir con mi designio.

A la Universidad Técnica de Ambato por haber sido mi segundo hogar durante todo este trayecto, por su acogedora estadía y por haber hecho de mis años de estudio los mejores de mi vida.

A mis compañeros de la FISEI por su amistad, por brindarme grandiosos momentos, por las inolvidables experiencias y sobre todo por su afecto y consideración en los momentos difíciles.

A mi docente tutor Ing. Daysi Ortiz Mg, por su ayuda en el desarrollo de este trabajo, por solventar mis dudas, inquietudes y dar realce a mi proyecto.

A la empresa Yanahurco de Juigua por permitir la realización del estudio en sus instalaciones, por el acceso a la información y el desarrollo del mismo.

Carlos Sebastián León Amores

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Tema de investigación.....	3
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.2.1 Contextualización del problema	4
1.2.2 Fundamentación teórica.....	6
1.3 Objetivos.....	24
1.3.1 Objetivo general.....	24
1.3.2 Objetivos específicos.....	24
CAPÍTULO II.....	25
METODOLOGÍA.....	25
2.1 Materiales	25
2.1.1 Hoja de verificación	25
2.1.2 Microsoft Excel.....	27

2.1.3 Software Smart Draw	28
2.1.4 Entrevista	28
2.1.5 Norma NTE INEN 9:2012 quinta revisión	28
2.2 Métodos.....	29
Modalidad de investigación.....	29
Enfoque	30
2.2.3 Población y muestra	30
2.2.4 Recolección de la información.....	31
2.2.5 Procesamiento y análisis de datos	32
2.2.6 Propuesta.....	33
CAPITULO III	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1 La microempresa.....	34
3.1.1 Reseña histórica.....	34
3.1.2 Ubicación de la microempresa	35
3.1.3 Productos ofertados	35
3.2 Proceso de fabricación	37
3.2.1 Proceso productivo de elaboración de quesos en Yanahurco de Juigua.....	37
3.2.2 Materiales y herramientas en el proceso productivo.....	42
3.3 Levantamiento del proceso productivo de elaboración de quesos en Yanahurco de Juigua.....	44
3.3.1 Recepción y control de calidad de la leche cruda	44
3.3.2 Pasteurización.	47
3.3.3 Fermentación, calcio y cuajo	49
3.3.4 Corte	51
3.3.5 Batido y análisis de acidez.....	52
3.3.6 Moldeado.	54
3.3.7 Mallado.	55
3.3.8 Prensado.....	58
3.3.9 Salmuera.	60
3.3.10 Reposo.	62

3.3.11 Maduración.....	63
3.3.12 Empacado.....	66
3.4 Análisis de las 5 M de la calidad.....	67
3.4.1 Mano de obra.....	67
3.4.2 Materiales.....	71
3.4.3 Métodos.....	72
3.4.4 Maquinaria.....	73
3.4.5 Medio Ambiente.....	74
3.5 Lluvia de ideas.....	75
3.5.1 Aplicación de la técnica de lluvia de ideas.....	75
3.5.2 Identificación de la problemática.....	77
3.5.3 Selección de las mejores ideas.....	77
3.6 Las 5W y 1H.....	78
3.7 Hoja de control.....	84
3.8 Muestreo de aceptación por variables Military Standard 414.....	84
3.9 Carta de control por variables.....	87
3.10 Cálculo de índices de capacidad.....	105
3.10.1 Índice C_p	106
3.10.2 Índice C_r	108
3.10.3 Índices C_{pi} , C_{ps} y C_{pk}	108
3.10.4 Índices de capacidad para la especificación inferior y superior C_{pi} y C_{ps}	109
3.10.5 Índice K	110
3.10.6 Índice C_{pm} (Índice de Taguchi).....	111
3.11 Métricas sigma.....	111
3.12 Muestreo por atributos.....	113
3.13 Carta de control por atributos.....	117
3.14 Análisis Seis sigma.....	120
3.14.1 Índice DPU y DPO.....	120
3.15 Estrategias de mejora.....	124
CAPITULO IV.....	141

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	141
4.1 Conclusiones	141
4.2 Recomendaciones	143
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	144
ANEXOS.....	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Hoja de verificación de acidez de la leche cruda	26
Tabla 2. Hoja de verificación de mastitis en la leche cruda	27
Tabla 3. Metodología DMAIC	31
Tabla 4. Datos generales de la microempresa Yanahurco de Juigua [35]	35
Tabla 5. Productos de la empresa	36
Tabla 6. Proceso de producción en Yanahurco de Juigua.....	38
Tabla 7. Materiales y herramientas.....	42
Tabla 8. Levantamiento del proceso de recepción y control de calidad de la leche cruda	45
Tabla 9. Levantamiento del proceso de pasteurización	47
Tabla 10. Levantamiento del proceso de fermentación, calcio y cuajo	49
Tabla 11. Levantamiento del proceso de corte.....	51
Tabla 12. Levantamiento del proceso de batido y análisis de acidez	53
Tabla 13. Levantamiento del proceso de moldeado	54
Tabla 14. Levantamiento del proceso de mallado	56
Tabla 15. Levantamiento del proceso de prensado.....	58
Tabla 16. Levantamiento del proceso de salmuera.....	60
Tabla 17. Levantamiento del proceso de Reposo	62
Tabla 18. Levantamiento del proceso de maduración	64
Tabla 19. Levantamiento del proceso de empacado	66
Tabla 20. Información general de los operadores de la empresa	69
Tabla 21. Análisis de máquinas e instrumentos de Yanahurco de Juigua	73
Tabla 22. Principales defectos en la producción de quesos	76

Tabla 23. Análisis 5W y 1H Leche con mastitis	79
Tabla 24. Análisis 5W y 1H Leche muy ácida	80
Tabla 25. Análisis 5W y 1H Cuajado mal cortado	81
Tabla 26. Análisis 5W y 1H Queso muy madurado	82
Tabla 27. Letras código para determinar el tamaño muestral MIL STD 414	85
Tabla 28. Factores para la construcción de cartas de control	88
Tabla 29. Mediciones de acidez titulable	89
Tabla 30. Límites carta S	90
Tabla 31. Límites y dispersión de la carta de control S	91
Tabla 32. Zonas de la carta de control S	94
Tabla 33. Desviaciones estándar y media de cada subgrupo	96
Tabla 34. Límites carta XS.....	98
Tabla 35. Límites de control y dispersión carta XS.....	98
Tabla 36. Zonas de control A, B y C para carta XS	101
Tabla 37. Requisitos de acidez titulable para la leche cruda.....	103
Tabla 38. Frecuencia de datos en subgrupos	105
Tabla 39. Valores de Cp y su interpretación	107
Tabla 40. Defectuosos por muestra.....	115
Tabla 41. Límites y dispersión de la carta Np.....	118
Tabla 42. Tabla abreviada de sigmas	123
Tabla 43. Hoja de verificación de acidez – Yanahurco de Juigua.....	130
Tabla 44. Hoja de verificación de mastitis– Yanahurco de Juigua	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de un gráfico de control	14
Figura 2. Zonas de una carta de control	16
Figura 3. Ciclo PHVA.....	22
Figura 4. Logotipo quesera Yanahurco de Juigua	34
Figura 5. Ubicación de la microempresa Yanahurco de Juigua	35
Figura 6. Demanda semanal de quesos en Yanahurco de Juigua	36
Figura 7. Diagrama del proceso de recepción y control de calidad de la leche cruda	46
Figura 8. Diagrama del proceso de pasteurización	48
Figura 9. Diagrama del proceso de fermentación, calcio y cuajo.....	50
Figura 10. Diagrama del proceso de corte	52
Figura 11. Diagrama del proceso de batido y análisis de acidez.....	53
Figura 12. Diagrama del proceso de moldeado	55
Figura 13. Diagrama del proceso de mallado	57
Figura 14. Diagrama del proceso de prensado	59
Figura 15. Diagrama del proceso de salmuera	61
Figura 16. Diagrama del proceso de reposo	63
Figura 17. Diagrama del proceso de maduración	65
Figura 18. Diagrama del proceso de empacado.....	67
Figura 19. Recepción de leche cruda	71
Figura 20. Carta de control S.....	92
Figura 21. Carta S dividida en zonas A,B y C	95
Figura 22. Carta XS	99
Figura 23. Carta de control XS con zonas de control	102
Figura 24. Carta de control XS con estandarización	104
Figura 25. Distribución de datos.....	105
Figura 26. Carta Np	120

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

Mastitis. Enfermedad frecuente en las vacas lecheras, parte de una infección de la glándula mamaria y afecta la composición de la leche.

RTE INEN. Reglamento Técnico Ecuatoriano del Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Six Sigma. Metodología enfocada en la mejora continua del proceso.

Variabilidad. En Estadística se refiere a la dispersión de los valores en una distribución.

Estandarización. Ajustar y adecuar una serie de procesos basados en una norma previamente establecida.

Acidez titulable. Indicador de la cantidad total de ácido correspondiente a una solución.

Yield. Indicador del desempeño de un proceso, relaciona lo producido y lo defectuoso.

DMAIC. Metodología estructurada que se basa en definir, medir, analizar, mejorar y controlar los procesos.

NCA. Nivel o límite de calidad aceptable de un proceso.

Muestreo. División de la población de estudio en grupos homogéneos.

LCS Y LCI. Límites de control superior e inferior de una carta de control.

Periodicidad. Frecuencia con la que se presenta un aspecto de forma repetitiva.

DPU. Métrica que representa el número de defectos que se presentan en una muestra dividido entre el número total de unidades.

DPO. Métrica que indica el número de defectos que se presentan en una muestra dividido entre el número total de oportunidades de defectos.

DPMO. Métrica que indica el número de defectos encontrados por un millón de oportunidades.

PHVA. Herramienta de mejora continua basada en seguir la secuencia de planificar, hacer, verificar y actuar.

AMEF. Procedimiento que permite establecer un análisis del modo y efecto de fallas en productos, procesos y sistemas.

Lean. Metodología que se basa en eliminar actividades que no aportan valor y por supuesto mejorar la calidad.

Fenolftaleína. Compuesto químico que es utilizado como indicador de pH para determinar la acidez de una muestra.

Mil STD 414. Plan de muestreo de aceptación por variables lote por lote.

PPM. Partes por millón de oportunidades, indicador del número de partes no conformes.

Cpm. Indicador del centrado del proceso y la variabilidad del mismo, conocido como índice de Taguchi.

Inestabilidad. Alteración constante o frecuente del valor normal o común.

Métrica. Datos expresados numéricamente que sirven de base para analizar ya sea el rendimiento, capacidad, entre otros aspectos importantes en el proceso.

Variable. Característica o cualidad de una muestra o población de datos cuyos valores se modifican en el tiempo.

Atributo. Aquella característica que no se mide, no se expresa mediante números sino de forma cualitativa.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se basa en el análisis de la calidad de la leche cruda que es procesada para la obtención de quesos en la empresa Yanahurco de Juigua del cantón Pujilí, de esta manera al ser un producto con diversas características alimenticias y sanitarias se plantea un sistema de control de calidad en el área de recepción cuyo objetivo es conocer el estado de la materia prima y su variabilidad puesto que es el inicio del proceso, el estudio parte de la utilización de hojas de verificación para dos características, mastitis y acidez, siendo estas un atributo y una variable de la leche cruda respectivamente, mediante la obtención de datos gracias a la ayuda de planes de muestreo para inspeccionar los lotes se representan los mismos por medio de cartas de control que indican la variabilidad y el cumplimiento de estándares según la normativa INEN que rige en el Ecuador, posteriormente se plantea un análisis sigma para determinar el nivel en el que se encuentra el proceso y por supuesto otorgar acciones de mejora continua, reduciendo la variabilidad beneficiando directamente a los proveedores y a la empresa.

Una vez implementado el uso de cartas de control se determina la variabilidad y el cumplimiento de la estandarización de la acidez titulable y la mastitis en la leche cruda, calificando al proceso como inestable e incapaz en cuanto al análisis por variables, debido a que más de un punto está fuera de control en la carta XS y un indicador de capacidad $C_p=0,476$ y un nivel sigma $Z_c=1,29$. En el caso del análisis por atributos, el proceso se determina como adecuado, con un indicador Yield de 97,9 y el nivel sigma aproximado es de 3,5.

Finalmente se plantean estrategias de mejora para el proceso tomando en cuenta criterios de seis sigma para reducir la variabilidad y cumplir con estándares.

Palabras clave: Control de calidad, muestreo probabilístico, cartas de control, mastitis, acidez.

ABSTRACT

The present study is based on the analysis of the quality of the raw milk which is processed to obtain cheese at the Yanahurco de Juigua company in the Pujilí city, in this way, being a product with many nutritional and sanitary characteristics, a system is proposed of quality control in the reception area whose objective is to know the state of the raw material and its variability since it is the beginning of the process, the study starts from the use of verification sheets for two characteristics, mastitis and acidity, including an attribute and a variable of raw milk respectively, by obtaining data thanks to the help of sampling plans to inspect the batches, they are represented by means of control letters that indicate the variability and compliance with standards according to the INEN regulations in force in Ecuador, subsequently a sigma analysis is proposed to determine the level at which the process is and, of course, In order to grant continuous improvement actions, reducing variability, directly benefiting suppliers and the company.

Once the use of control charts is implemented, the variability and compliance with the standardization of both titratable acidity and mastitis in raw milk are determined, qualifying the process as unstable and incapable in terms of analysis by variables, because more than one point is out of control on the \bar{X} S chart and a capacity indicator $C_p = 0.476$ and a sigma level $Z_c = 1,29$. In the case of the analysis by attributes, the process is determined as adequate, with a Yield indicator of 97.9 and the approximate sigma level is 3.5.

Finally, improvement strategies for the process are proposed taking into account six sigma criteria to reduce variability and comply with the standards.

Keywords: Quality control, probability sampling, control charts, mastitis, acidity.

INTRODUCCIÓN

El origen del control de calidad en los alimentos destinados al consumo humano se establece desde los inicios del hombre, pues la aparición de enfermedades se relacionó estrechamente con la calidad del alimento que se consumía, en la práctica se distinguían entre tóxicos o contaminados. En la actualidad esta actividad consiste en cumplir estándares, garantizar la higiene, salubridad de los productos, evitar pérdidas y por supuesto llegar a la satisfacción de las necesidades de los clientes [1] [2].

El control de calidad de un producto alimenticio se basa en la utilización de parámetros físicos, químicos, nutricionales y microbiológicos a ser analizados, de distintas maneras, en laboratorios, en campo, sensorialmente, visualmente, entre otras opciones que tiene el investigador. Siempre y cuando sea una metodología sustentable, cumpla estándares y procedimientos comprobados. Existen normativas que rigen para cada componente, alimento o materia prima las cuales sirven de base para el análisis [3].

El queso fresco es uno de los productos con más demanda en el mundo, pues su producción es sencilla y su materia prima es abundante, sin embargo la calidad se puede ver afectada por varios factores dentro o fuera del proceso productivo, la variabilidad del producto en varios casos se debe a contaminación o irregularidades en la materia prima, malas prácticas y defectos en la producción [4]. Controlar la variabilidad, verificar si el proceso es estable o no implica dar un seguimiento desde la materia prima hasta el producto final tomando en cuenta desde el personal involucrado hasta el ambiente en el que se lleva a cabo el proceso productivo [5].

Una herramienta necesaria y que genera un impacto positivo en la calidad es el control estadístico que mediante técnicas de recolección de la información, métodos matemáticos y por supuesto estadísticos otorga un análisis exhaustivo a las variables y/o atributos involucrados directamente en la calidad de un producto alimenticio, en el caso del queso, analizar su materia prima implica analizar el punto de partida del proceso cuya calidad se ve influenciada por el área geográfica, raza y cuidado de la res que la produce [5] [6].

Además de determinar la variabilidad, se determina el cumplimiento de normas, si el proceso es estable y capaz, se analizan métricas sigma en función de los defectos encontrados con las cuales se define el desempeño del proceso y sirven como una guía para la mejora continua. Al mejorar la calidad, establecer un plan de muestreo adecuado y un sistema de control estadístico apropiado se reducen los desperdicios y defectos, menos inspecciones, se aprovecha el tiempo de mano de obra y maquinaria, optimización de materiales y por supuesto se aumenta la productividad [7].

Con base en fundamentos y experiencias de otros estudios, el control de calidad en la industria alimenticia garantiza obtener resultados positivos para la organización, los mismos que indican el mejoramiento en los procesos en sí y los productos obtenidos, aplicando nuevas metodologías para reducir defectos en áreas específicas y mejorando las prácticas de manufactura [8].

Con el sustento de estudios, metodologías y documentos enmarcados en el área del control de la calidad, el presente proyecto de investigación plantea un análisis profundo del proceso, los factores que afectan a la calidad del producto, un sistema de control estadístico de la calidad a dos aspectos fundamentales en la producción de quesos como la acidez y mastitis en la leche cruda a ser procesada, un análisis y determinación de métricas sigma para determinar el desempeño del mismo y finalmente el planteamiento de estrategias de mejora para reducir la variabilidad y llegar a la mejora continua.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

ANÁLISIS DE LA CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE QUESOS EN LA EMPRESA YANAHURCO DE JUIGUA DEL CANTÓN PUJILÍ.

1.2 Antecedentes investigativos

Mediante una investigación previa orientada mediante artículos científicos y demás documentos bibliográficos se determinan los siguientes antecedentes investigativos enfocados en el tema a tratarse.

Un artículo de la revista científica Mundo de la Investigación y del Conocimiento acerca de la nutrición, calidad y producción de alimentos plantea la aplicación de normativas que rigen a nivel nacional e internacional en cuanto a la composición fisicoquímica obligando a las empresas a ejecutar e incorporar sistemas de control y gestión de calidad que garanticen que se cumplan dichos parámetros, en base a esto se recomiendan medidas administrativas que comprenden procedimientos de prueba, inspección certificación y aprobación, procedimientos de muestreo con la finalidad de obtener alimentos con los más altos estándares de calidad [3].

En un proyecto de investigación desarrollado en la Universidad Técnica de Ambato enfocado en la gestión de la calidad en la estandarización de procesos en empresas procesadoras de alimentos que a través de la aplicación de las M's de la calidad se determinan los defectos principales que presentan los productos, se inspeccionan las unidades defectuosas en una muestra para su posterior representación en una carta de control np para a partir de ello facilitar la toma de decisiones, las herramientas y estrategias como acciones de mejora enmarcadas en la producción de alimentos de calidad [8].

La revista de investigación científica Ingnofis en uno de sus artículos acerca de la metodología DMAIC Six Sigma para aumentar la productividad en las empresas plantea la aplicación de experimentos e inspecciones a muestras o poblaciones, partiendo de la indagación del proceso productivo, el levantamiento del proceso, planteando propuestas técnicas de mejora y evaluando el impacto positivo que se genera a partir de su aplicación. Obteniendo como resultado el aumento de 1,8 a 3,7 sigmas mejorando la economía y por supuesto obteniendo un proceso productivo más eficiente [9].

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante un proyecto de investigación que se basa en la determinación de la calidad de la leche cruda en 4 comunidades de la ciudad de Quito se aplica un programa de capacitación enfocado en la higiene en el proceso de ordeño y prevención de infecciones como mastitis, mejorando las variables de acides, disminuyendo sus valores, planteando que es de vital importancia capacitar directamente al ganadero permitiéndole mejorar su competitividad [10].

1.2.1 Contextualización del problema

Las técnicas y herramientas del control de la calidad son un tema importante dentro de las empresas en el mundo con el fin de dar un valor agregado a la mejora continua. Sin embargo no todas disponen de un sistema de monitoreo eficaz o a su vez no se orientan en este sentido. Al no plantear un sistema de control en los alimentos su composición química y física se ve afectada por diferentes factores. La evaluación y reconocimiento de los procedimientos de transformación de la materia prima no se plantean en todas las empresas y posterior a ello se crean alimentos con problemas de higiene, textura y salubridad [1], [6].

Generalmente en función de la materia prima, la leche y todos sus productos derivados se pueden clasificar de acuerdo a su valor composicional e higiénico, pues su contenido físico químico, tales como grasa, densidad, proteínas, valor nutricional y su capacidad como materia prima para ser procesada en derivados lácteos son requisitos para aceptar un lote,

características y propiedades que en su mayoría no son prioridad o a su vez son pasadas por alto en el proceso productivo en países de América Latina de pasteurización [1], [2].

En cuanto a las propiedades, métodos de determinación y factores que afectan la calidad de los quesos frescos están relacionadas la formulación, procesamiento y almacenamiento del producto, hallando como los más relevantes a la composición química y condiciones del procesamiento que afectan a la calidad del queso [8]. Las técnicas para medir las propiedades composicionales deben ser estandarizadas y con un sustento científico, los parámetros texturales y visiblemente apreciables pueden ser detectados con métodos empíricos siempre y cuando no se requiera de un análisis a nivel micro [2].

A nivel nacional se manejan diversos procedimientos para medir las características, propiedades de los quesos y sus componentes, medir la calidad de la leche cruda se puede realizar en base a métodos y técnicas de muestreo a diferentes propiedades de la misma, en el caso de la medición de acidez se aplica a metodología de Dornic según la normativa INEN que rige en el país, la cual se basa en la utilización de buretas de ensayo en las que se toma una muestra de leche y se aplica una dosis fenolftaleína para emplear el análisis, en el caso de la mastitis en la leche, el ensayo se emplea mediante la visualización del color y densidad que se genera al mezclar la leche con analizador de mastitis [10].

En Yanahurco de Juigua actualmente se controla la calidad mediante la medición del grado de acidez, aspecto que se mide irregularmente y sin tener un registro, por otro lado y en mayor cantidad se analiza la mastitis de la leche cruda la cual tampoco se registra y por ende no se plantea siguiendo al menos un plan de muestreo, este aspecto permite que únicamente se rechace el producto al proveedor sin registrar tendencias y nuevas apariciones de defectos con las cuales se podrían tomar acciones y medidas para su reducción.

1.2.2 Fundamentación teórica

Calidad

Conjunto de características que cumplen necesidades a la altura de sus requisitos, se enfoca en hacer lo correcto, tener la capacidad de cumplir objetivos de manera considerada y brindar un mejor valor de lo deseado [11].

Desde diferentes puntos de vista, la calidad se ve reflejada como un atributo que se utiliza como punto de partida para cualquier servicio ofertado, producto e incluso una marca comercial pues el mismo debe ser el más útil, económico y satisfactorio. Se debe adoptar una cultura de calidad y cada vez mejorar para lograr el propósito [11], [12].

Al hablar de calidad se toman en cuenta diferentes factores como:

- Materia prima e insumos
- Tiempo de vida útil
- Aplicación y limitantes
- Garantía del producto o servicio
- Valor monetario [12].

Control de calidad

Actividades llevadas a cabo con el fin de detectar errores en el proceso, mediante herramientas y acciones que facilitan esta actividad se prioriza alcanzar los objetivos empresariales y dar un estricto control [8].

El control de calidad se basa en mediciones, registro de datos y análisis estadístico, las mediciones proporcionan datos sean numéricos o simplemente atributos, los mismos que deben cumplir normas, estándares y reglamentos técnicos. Se registran en hojas de verificación de vario tipos, las más comunes hojas de verificación de defectos o productos defectuosos [12].

Una empresa con un buen control de calidad sobresale en su área reduciendo su variabilidad, entregando al mercado un producto o servicio que cumpla estándares y proporcione un alto nivel de satisfacción para el cliente [8].

Metodología DMAIC

Es una metodología estructurada que se basa en seguir una serie de pasos ordenados de tal manera que se aplican para llevar a cabo los proyectos Seis sigma en la optimización de procesos. En cada una de las fases se aplican herramientas y técnicas de calidad sin saltarse ninguna de ellas y llevando a cabo el proceso de manera iterativa. Se cumplen las siguientes etapas de la metodología siguiendo el orden planteado [13].

- Definir

En esta etapa se inicia el proyecto, se define su enfoque y se delimitan las bases para tener éxito en el mismo, maneja criterios como el mejoramiento de la capacidad, incremento del flujo de trabajo, reducción de defectos o desperdicios, planteamiento del punto de partida y los resultados que se generan con el desarrollo del mismo. Se deben evitar objetivos imprecisos, alcances con límites indefinidos y por supuesto soluciones confusas e irrelevantes [9].

- Medir

Se basa en entender y cuantificar la dimensión del problema abordado en el proyecto, en este nivel se detalla el proceso en sí, de la misma manera se estudia a profundidad el flujo de trabajo, finalmente se establecen las métricas como punto de partida para evaluar el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Para llevar a cabo esta etapa se hace uso de herramientas estadísticas y análisis Sig Sigma [9].

- Analizar

En esta fase se establecen las causas raíz que generan los problemas, por lo general estas se conocen como pocos vitales, se determinan mediante herramientas para obtención de

datos y un análisis minucioso de cada detalle dentro y fuera del proceso, logrando contextualizar la problemática y sus causas para poder pasar a la siguiente fase [13].

- Mejorar

Se propone la implementación de estrategias y acciones de mejora para atacar a las causas que generan los problemas en el proceso, con el fin de corregirlos o al menos reducirlos y mantenerlos constantes, valiéndose de herramientas como lluvia de ideas, entrevistas, abordando a las causas y no a los efectos [9].

- Controlar

Se trata de instaurar la aplicación de las mejoras propuestas en la anterior fase, prevenir que los problemas se repitan, aplicar las mejoras secuencialmente, mantener una mejora continua en sí para finalmente difundir los logros alcanzados y resultados obtenidos con la aplicación del proyecto [9].

Las M's de la calidad

Son factores relacionados al hallazgo de las causas raíz de los problemas que se generan en los productos y procesos, una herramienta esencial en la mejora continua, desarrollado por la empresa Toyota con el fin de hallar los fallos en su sistema, las cuales toman a consideración los siguientes factores [14].

- Mano de obra

Se basa en el estudio y análisis del personal involucrado en el proceso, su conocimiento, entrenamiento y habilidades [15].

- Métodos

Involucra estandarización y planteamiento de procedimientos de trabajo, procedimientos alternativos y definición de operaciones [15].

- Maquinaria

Estudia la capacidad de la maquinaria involucrada en el proceso, sus condiciones de operación y diferencias con otras máquinas del mismo tipo [14].

- Medio ambiente

Se analizan condiciones medio ambientales como temperatura, humedad, luz, entre otros factores percibidos principalmente por el personal [15].

- Materiales

Se analiza la variabilidad que influye en el problema respecto a los materiales y materia prima, se observa también los tipos de materiales y proveedores [15].

- Medición

Se calcula el tamaño de la muestra, se plantea el plan de muestreo independientemente de ser aplicable para variables o atributos y se determina el tipo de muestreo [14].

Lluvia de ideas.

Es una manera de generar interacción entre los miembros de un equipo elevando los niveles de creatividad para resaltar opiniones y pensamientos acerca de un tema específico, se basa en trabajar en equipo enfocándose en un problema a la vez, optimizando tiempo, recursos, aprovechando de la sencillez y eficacia de esta técnica [16].

Toda idea es válida y debe ser registrada, las críticas no son aceptadas por el moderador quien es la persona encargada de llevar a cabo la sesión, se anotar las ideas generadas en un lugar en donde todo el grupo tenga acceso, debe tener una personalidad de liderazgo, empatía y consideración con todo el grupo [16].

El grupo debe tener un límite máximo de 15 personas, previo a la sesión se debe establecer un plan piloto para que la misma se centre en una sola idea, sea organizada y con las reglas y normas claras [9].

5W y 1H.

En control estadístico de la calidad, es una metodología que se basa en hacer preguntas enfocadas en reducir o eliminar los problemas acerca de un tema específico, en esta técnica se responden a las preguntas:

- What – Qué

Definir qué problema ocurre, en palabras claras y de forma general.

- Why - Por qué

Identificar la o las causas que generan el problema en cuestión, determinando la fuente de donde proviene.

- When – Cuándo

Determinar el momento en el que se produjo el problema, en tiempo real y a futuro, determinar las fechas o temporadas en las que se hace más relevante el mismo.

- Who – Quién

Determinar el o los personajes que influyen para que se lleva a cabo el problema, las personas que están a cargo del área en cuestión.

- Where – Dónde

Identificar el lugar en donde se manifiesta el problema y las causas del mismo.

- How – Cómo

La etapa final de la técnica se basa en ir encadenando las opiniones e ideas hasta llegar al problema en cuestión, pueden ser más de un evento y deben ser registrados siguiendo un orden [17].

Hojas de verificación para registro de defectos

Son documentos de registro de datos o check list, siguen un formato de tabla en la cual constan la fecha, la empresa, el área, el personal en el rotulado. En cuanto a la tabla, se registran los datos de la variable o atributo a indagar, el número de artículo, entre otros, dependiendo del caso [18].

Las hojas de verificación tienen como ventajas la simplicidad tanto para el registrador como para el lector de sus datos, su tabulación es sencilla y rápida. Se pueden aplicar en cualquier área de una organización, sirven como el inicio de un análisis estadístico con datos reales, claros y concisos [19].

Las hojas para registro de defectos centran la atención en los hechos, se pueden tomar datos en un largo periodo de tiempo dependiendo del plan de muestreo, tipo de inspección y accesibilidad a las instalaciones o área en cuestión [18].

Muestreo

Herramienta de uso común en investigación y probabilidades, su objetivo primordial es determinar una muestra representativa de una población a la cual se inspecciona y estudia una o varias características, como metodología probabilística propone seleccionar un conjunto de representantes de un universo y que represente la probabilidad de que todos sean tomados en cuenta para un estudio o diferentes fines [18].

- **Muestreo aleatorio simple**

Dentro de una muestra, cada componente perteneciente a la población tiene la probabilidad de ser seleccionado e incluido. Este tipo de muestreo por su nivel de complejidad es el más utilizado debido a que es sencillo y su aplicación e implantación es muy rápida, sus cálculos y teorías son relativamente cortas y por supuesto se pueden automatizar [9], [20].

- **Muestreo sistemático**

Su aplicación se basa en definir un intervalo resultado de la división entre un número de N elementos sobre el tamaño de la muestra n , se utiliza mientras el tamaño de la población es relativamente grande, se toman las muestras siguiendo un orden a partir de un número al azar [20].

- **Muestreo aleatorio estratificado**

Se toman grupos o clases con características homogéneas, se determinan estratos dentro de los cuales se realiza un muestreo sistemático, su aplicación es más compleja, la muestra debe ser ponderada, es decir cada elemento debe tener su puntuación [20].

- **Muestreo por conglomerados**

Se aplica a poblaciones grandes y sus datos son dispersos el uno del otro, es decir la población se encuentra dividida, no es homogénea [20].

Plan de muestreo

Consiste en determinar y elegir una parte perteneciente a un lote, la cual debe ser representativa e inspeccionarla para definir si el lote cumple criterios de calidad, especificaciones y normas. Existe una regulación entre el consumidor y el cliente, se define un nivel de calidad aceptable o de rechazo, es decir si la muestra inspeccionada no cumple con lo previsto, se rechaza, de lo contrario se admite todo el lote [20], [18].

Se determina un muestreo de aceptación con la finalidad de no inspeccionar todos los elementos del lote, en algunos casos existen ensayos destructivos, toma mucho tiempo y personal, de otra manera una inspección de una muestra pequeña no garantiza un buen análisis [20].

Muestreo de aceptación por variables Military Standard 414

Cuando se trata de muestrear variables, uno de los planes de muestreo más utilizados es el Military Standard 414, como un aspecto importante a ser tomado en cuenta en este

análisis se tiene el Nivel de Calidad Aceptable con un rango desde 4% a 15% y también un nivel de inspección dependiendo la severidad o tolerancia deseada en los resultados, el más usual el nivel IV [21].

El proceso para determinar el plan de muestreo es el siguiente:

1. Inicialmente se determina el tamaño del lote.
2. Se especifica el NCA (Nivel de calidad aceptable), el mismo que lo plantea la empresa, administrador o consejo directivo empresarial.
3. Se elige el nivel de inspección, también planteado por la organización.
4. Determinar la letra código para el tamaño de la muestra y su posterior plan de muestreo mediante tablas preestablecidas.

Con el plan de muestreo se determina el tamaño de la muestra, el porcentaje máximo de artículos defectuosos permitidos dentro del lote y los niveles de tolerancia otorgados por la empresa [21], [22].

Tamaño muestral

Cuando se trata de inspeccionar atributos dentro de los artículos de un lote, se determina el tamaño de la muestra partiendo desde la fórmula general, en ella se toman en cuenta aspectos relevantes como un margen de error, un nivel de confianza y una probabilidad de fracaso o de éxito [22].

Fórmula general para calcular el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N-1) * e^2 + \sigma^2 * Z^2} \quad (1)$$

Donde:

N= Tamaño de la población

σ = Proporción esperada

z = Parámetro estadístico para un determinado nivel de confianza

e = Error máximo aceptado [21]

Cartas de control

Se trata de una gráfica que permite analizar y observar el comportamiento de un proceso a lo largo del tiempo, dentro de ella se localizan los límites superior e inferior que controlan la estabilidad y variabilidad del proceso, una línea central la cual se genera a partir de los datos obtenidos en el estudio y representa el promedio de los límites y los datos como se muestran en la figura 1 [23].

Los límites de control no deben ser confundidos con las especificaciones, pues los límites se hallan a partir de los mismos datos de variación del estadístico, se establecen en base a una variación natural del proceso, al hacerlos no plantearlos con una amplitud muy elevada debido a que afectaría en el análisis [23].

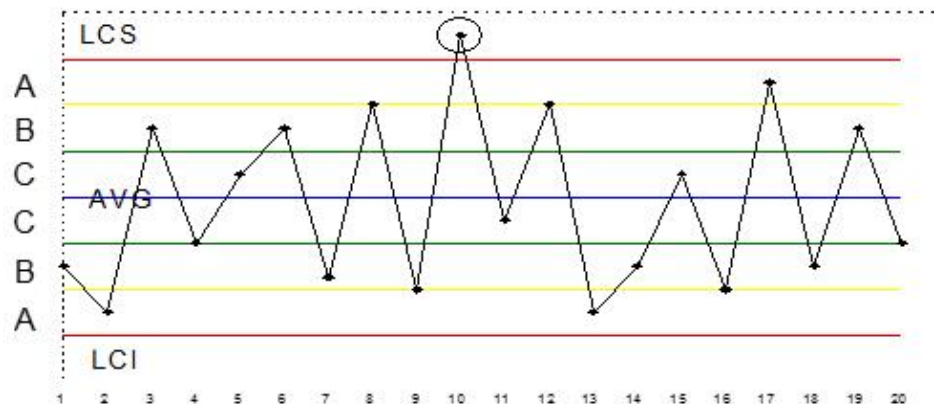


Figura 1. Partes de un gráfico de control [24]

Existen varios tipos de cartas de control, dependiendo de su aplicación, variable o atributo, número de datos y por supuesto depende también del objetivo al que se quiere llegar. Dentro de los tipos de cartas de control para variables tenemos:

- X (de medias)
- R (de rangos)
- S (de desviaciones estándar)
- X (de medidas individuales)

Por otra parte, existen cartas de control por atributos en las que el artículo se juzga por satisfactorio o no satisfactorio, a diferencia de las cartas por variables que se juzgan por una variable de tipo continuo.

Dentro de los tipos de cartas de control por atributos tenemos:

- p (proporción o fracción de artículos defectuosos).
- np (número de unidades defectuosas).
- c (número de defectos).
- u (número de defectos por unidad).

Las ventajas al plantear cartas de control son diversas, desde su aporte a la prevención de la producción de artículos defectuosos hasta el aumento de la productividad al evitar las correcciones y desechos de productos [21].

Carta de control tipo XS

Su aplicación está enfocada en procesos en los que se requiere mayor potencia para detectar cambios en el mismo. Este tipo de carta de control se grafica a partir de la dispersión de los datos correspondientes a la media de cada subgrupo, resulta de una unión entre la carta X y la carta S , donde la línea central corresponde a la media de las medias, mientras que la desviación estándar se aplica para obtener los límites de control superior e inferior [22].

Carta NP (número de defectuosos)

Se utilizan para atributos, su aplicación se da cuando el tamaño de subgrupo es constante en la cual se grafica el número de artículos defectuosos en cada subgrupo, se enlistan los subgrupos con los defectuosos encontrados en cada uno de ellos, la línea central se obtiene mediante la multiplicación del tamaño de subgrupo por la proporción promedio de artículos defectuosos [21], [22].

Una carta NP permite detectar eventualmente la presencia de causas especiales en el cual se ve afectado el proceso en sí, la dispersión corresponde al número de defectuosos por subgrupo [21].

Interpretación de cartas de control

Todo proceso productivo merece tener un sistema de control de la calidad, las desviaciones, la dispersión de datos, límites y promedios son presentados gráficamente a través de las cartas de control. Una característica de calidad es representada gráficamente para plantear ideas análisis y opiniones acerca del comportamiento del proceso a lo largo del tiempo, mediante los límites se puede dar un juicio inicial del proceso de manera que si está bajo control, ningún punto recae fuera de los mismos, el juicio inicial plantea que de ser el caso se trata de un proceso estable, de lo contrario implica un proceso fuera de control. Sin embargo si todos los puntos recaen dentro de la amplitud de los límites LCS y LCI y se comportan de manera sistemática o no aleatoria también se supone un proceso fuera de control [21], [22].

Existen patrones que determinan causas de inestabilidad por ejemplo, tendencias, movimientos cíclicos, para plantear un mejor análisis se presentan 5 tipos de patrones para el comportamiento de los puntos, con ello se identifica un proceso inestable y las respectivas causas que lo pueden ocasionar atribuibles a mano de obra, materiales, proceso de medición, operación y ajuste de la maquinaria, entre otros como se muestran en la figura 2 [21].

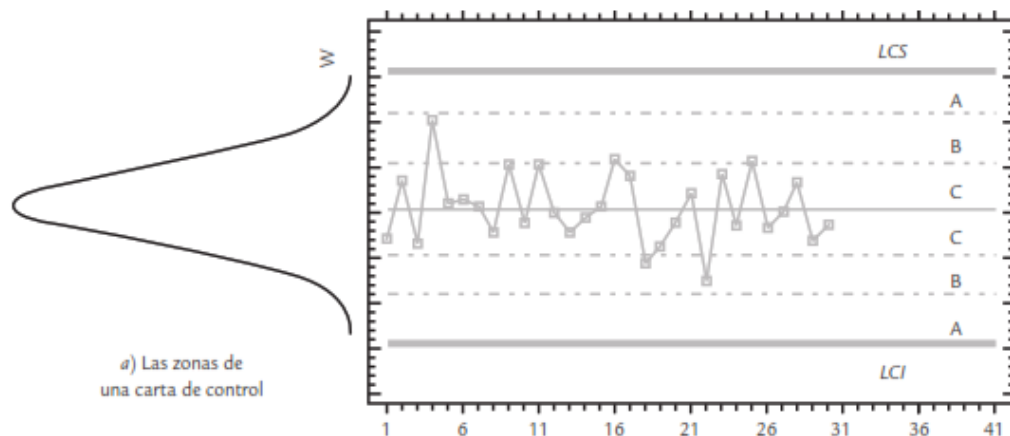


Figura 2. Zonas de una carta de control [21]

Patrones:

1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso.

Este patrón se observa cuando al menos un punto sobrepasa la amplitud entre los límites de control o de cierta forma la dispersión de los datos siguen una tendencia de varios puntos (más de 8) situados a un único lado con respecto de la línea central, el mismo se puede generar por introducción de nuevos trabajadores, metodología de la inspección, mejoras o desventajas en el proceso, variación en el promedio del proceso, entre otros [21].

2. Tendencias en el nivel del proceso.

Consiste en determinar una tendencia de los puntos en la carta los cuales siguen un orden ascendente (6 o más puntos) o descendente y larga, se deben a deterioro o mal estado del equipo e instrumentos de producción, recalentamiento de maquinaria, condiciones medioambientales dentro del área. Este tipo de tendencias son escasas en cartas de control, sin embargo al existir este patrón también se atribuye al operario que es quien lo repetirá en cada turno de ser el caso [21].

3. Ciclos recurrentes (periodicidad)

Se da mediante un conjunto de puntos que siguen un flujo ascendente y posteriormente descendente a lo largo de la carta, para determinar este patrón es necesario que el mismo se repita en ciclos, algunas de las causas pueden ser cambios en el ambiente, rotación y mantenimiento de maquinarias, fatiga del operador, entre otros [21].

4. Mucha variabilidad.

Se presenta cuando un número elevado de puntos están cerca de los límites de control tanto superior como inferior, es decir se encuentran en la zona A, la línea central lógicamente se encuentra rodeada de muy pocos puntos a lo largo de la carta de control. Las causas se atribuyen a sobre control o ajustes redundantes en el proceso[21], [22].

5. Falta de variabilidad (estatificación)

Al encontrar todos los puntos en la parte central de la carta se trata de falta de variabilidad, los puntos deben tener un patrón aleatorio en la amplitud de la carta, al encontrar todos o al menos 15 puntos consecutivos rodeando la línea central se puede atribuir a una carta inapropiada para el caso, equivocación del cálculo del límite de control superior y el límite de control inferior o datos erróneos. Si se determinan alguno de los patrones indicado en una carta se puede tratar de un proceso inestable o fuera de control, en caso de presentarse alguno de ellos se debe identificar inmediatamente las causas para conocer a ciencia cierta el proceso y sus falencias [21], [22].

Índice de inestabilidad S_i

Al encontrar puntos fuera de los límites de control se puede determinar el índice de inestabilidad que plantea que tan fuera de control está el proceso con lo que se puede dar un registro y base de datos en un estudio de control estadístico de la calidad cada vez que se generen las cartas de control, con ello se logra tener un indicador del mejoramiento del proceso al reducir su variabilidad. El índice se determina dividiendo el número de puntos fuera de los límites de control superior e inferior y los que indicaron existencia de patrones (puntos especiales) sobre el número total de puntos tomados en el mismo proceso, a este valor se multiplica por 100 para tener un resultado porcentual [21].

Seis sigma

Estrategia enfocada en la mejora continua de los procesos, busca encontrar, detectar y eliminar las causas raíz de fallos y defectos en los diferentes procesos de producción. Proporciona una forma fácil y veraz de cuantificar la variabilidad, se enfoca en plantear métricas de eficiencia operacional y mejorarlas [9].

Existen técnicas para evaluar la capacidad de los procesos que se basan en analizar indicadores y métricas con el objetivo de implementarlos en la organización. De esta manera elegir las estrategias y acciones de mejora adecuadas para cada caso. Tener una visión numérica y real del estado del proceso en base a indicadores [16].

Indicadores sigma

Estadísticamente se puede analizar y dar un valor sigma al proceso estudiado, seis sigma es una métrica que cataloga numéricamente el proceso y su estado [9]. Se consideran los siguientes indicadores:

DPU: Esta métrica indica el nivel de no calidad del proceso, se define mediante la división del número de defectos encontrados sobre las unidades que han sido inspeccionadas.

$$DPU = \frac{d}{U} \quad (2)$$

Donde:

d = Defectos encontrados

U = Total de unidades inspeccionadas [21].

DPO: Una métrica más compleja y que toma en cuenta las oportunidades de error en una sola pieza, mide también la no calidad de un proceso, la cual se obtiene mediante la división entre el número de defectos encontrados sobre la multiplicación entre el número de artículos inspeccionados por el número de oportunidades de error.

$$DPO = \frac{d}{U \times O} \quad (3)$$

Donde:

d = Defectos encontrados

U = Total de unidades inspeccionadas

o = Oportunidades de error por unidad

Las oportunidades de error se encuentran en el artículo inspeccionado y son aquellos parámetros que se pueden medir o dar un juicio de valor.

DPMO: Mediante los indicadores DPMO se determinan el número de defectos por un millón de oportunidades, la cual es la simple multiplicación entre los DOP por el valor de un millón [21].

$$DPMO = DPO \times 1000000 \quad (4)$$

Estrategias de mejora a un proceso inestable e incapaz

Proceso tipo D, inestable e incapaz

Es una estrategia aplicada en procesos en los que a partir de un estudio estadístico se determina que es inestable entorno a su variabilidad e incapaz por no cumplir con especificaciones, indica que ante un proceso con estas características se debe hacer énfasis en identificar los patrones que siguen esta inestabilidad antes de tratar de identificar las causas por las que ocurrió dicha adversidad [21], [22].

Mejorar la aplicación y uso de las cartas de control

Revisar a detalle si el sistema de monitoreo de la estabilidad o inestabilidad es adecuado, de ser el caso mejorarlo de manera significativa, implantar al menos una carta de control de no existir, por lo contrario revisar su diseño y tipo. Revisar también el muestreo, el tipo de carta, el tipo de datos a ser observados y por supuesto entrenar a las personas involucradas [25].

Buscar y eliminar las causas de la inestabilidad

Mediante los patrones de inestabilidad, hacer una lista de causas que podrían ocasionar la aparición de cada patrón, determinar a ciencia cierta cuales son los más relevantes y frecuentes que están ocasionando que el proceso esté fuera de control [26].

Volver a evaluar el estado del proceso

Al reducir las causas especiales que provocan inestabilidad se realiza un nuevo análisis del estado del proceso para plantear nuevamente un análisis de variabilidad y si se han reducido estas causas se sigue la estrategia para procesos tipo C (proceso estable pero incapaz). El proceso tipo C se refiere a un proceso con baja capacidad para cumplir con especificaciones, al ser estable ya tiene puntos a su favor pero aún no logra cumplir los requisitos para un proceso aceptable, para ello se plantean estrategias para cumplir las necesidades de capacidad [16].

Revisar y mejorar la aplicación de las cartas de control

Se recomienda que todo proceso disponga de un monitoreo estricto para detectar cambios de manera oportuna, distinguir entre causas comunes y causas especiales, tomando en cuenta que una causa común es una variación predecible, con precedencia histórica, que ya ha pasado o se ha esperado su acontecimiento y es cuantificable, mientras que una causa especial corresponde a una variación inusual, un fenómeno nuevo que incluso probabilísticamente no ha sido determinado y fuera de la base de la experiencia histórica [27].

Investigar las causas de la baja capacidad mediante un proyecto de mejora

Plantear un proyecto de mejora al proceso retomando el estudio de capacidad inicial con el cual se determinó su nivel anteriormente, se recomienda seguir la metodología Seis sigma DMAIC para establecer la magnitud del problema y las razones en general causantes de la no conformidad, muchas empresas cometen el traspie de hacer estudios a prueba y error, sin fundamentos teóricos, basándose únicamente en ocurrencias cuando lo ideal es realizarlo de manera metodológica[28].

También se recomienda seguir los 8 pasos para la solución de un problema, basados en los ciclos de calidad. Siguiendo el objetivo de mejorar la calidad de manera continua se siguen estos pasos de tal manera que se resuelvan problemas recurrentes y crónicos no solamente actuando sino entendiendo las causas de fondo para eliminarlas o al menos reducirlas [9], [28].

La secuencia sigue el ciclo de Deming PHVA (planear, hacer, verificar, actuar) de mejora continua, con su énfasis en la reducción de costos, optimización de la productividad, ganar en el mercado siguiendo un orden que no tiene punto final, es decir que el ciclo se reinicia una y otra vez haciendo énfasis en la mejor continua como se muestran en la figura 3 [29].



Figura 3. Ciclo PHVA [30]

Volver a evaluar el estado del proceso

Una vez que se han logrado determinar y reducir las posibles causas especiales que provocan baja capacidad en el proceso se realiza una nueva evaluación tomando en cuenta las nuevas características que determinan al mismo [21].

Si después de múltiples intentos de mejorar la capacidad y los mismos han sido bien estructurados por la organización se procede a plantear nuevas alternativas, complejas pero necesarias como el rediseño del proceso e introducción de nuevas tecnologías [31].

Proceso tipo B (capaz pero inestable)

Cuando un proceso es catalogado como inestable se refiere a un proceso tipo B, esta categoría la alcanza después de un estudio de variabilidad del proceso partiendo de la idea que existe presencia de causas especiales que provocan tal variación. En esta categoría están los procesos cuya distribución está desplazada y presenta cambios significativos con la característica positiva de estar dentro de especificaciones, para tratar este tipo de procesos se siguen las mismas metodologías para un proceso tipo D [21].

Proceso tipo A (estable y capaz)

Cuando un proceso cumple con especificaciones y su variabilidad no lo determina como un proceso inestable está catalogado en el tipo A, como es lógico no se plantean estrategias

correctivas, al contrario se pretende mantener el mismo nivel y de ser posible explorar y aplicar nuevas alternativas para mejorar la productividad y operaciones en si, por ejemplo:

De aplicarse cartas de control, revisarlas y mejorar su estructura de tal manera que su aplicación este basada en generar esquemas de control más económicos en cuanto a frecuencia, muestreo y la metodología en si [31].

Incrementar la productividad y operaciones del proceso en base a nuevas alternativas que permitan mejoras en la confiabilidad del proceso mediante un análisis de fallos siguiendo el procedimiento AMEF que permite básicamente identificar fallas de manera espontánea en los productos, procesos y sistemas productivos [16], [21].

Otra manera de incrementar la productividad es mejorando el nivel de eficiencia basado en balanceo de líneas, haciendo énfasis en optimizar materiales, órdenes de compra, planes de mantenimiento preventivo, mejorar el esquema del paro de equipos, trabajando para lograr un proceso esbelto reduciendo las actividades que no agregan valor y a su vez impiden o retrasan el flujo continuo [23].

Implantación de la estrategia 6σ

Consiste en integrar las estrategias de Lean con Seis Sigma creando un sistema totalmente formado en la gestión del proyecto en donde particularmente se entrena, monitorea y se comunican los resultados dando como finalidad reconocimientos y recompensas dentro de la organización. Una parte del personal identificado previamente como el más adecuado es elegido para dar paso a esta etapa, asesorándolos con personal que dispone la suficiente experiencia en el tema a tratar [16], [22].

Se divide en 3 niveles:

1. Transformación del negocio (nivel A)

Involucra a la alta dirección quien está implicado en extender conferencias que explique sobre el 6σ detallando las ventajas que tiene sobre finanzas, manufactura, ingeniería en sí, entre otros. Este nivel se aborda en la organización esperando superación en el mercado,

mejorar el tema financiero, lanzamiento exitoso de nuevos productos mejorando la visión e iniciativa [19], [21].

2. Mejora estratégica (nivel B)

Se enfoca en las oportunidades de mayor prioridad atendiendo algunas unidades de negocio, áreas específicas partiendo de necesidades y estrategias en la organización. Este enfoque va de área en área una vez que se haya tenido éxito al inicio [21].

3. Solución de problemas (nivel C)

Enfocado a tales problemas que ya se han dado anteriormente, problemas que se han abarcado y no se ha mejorado su desempeño notablemente, en este nivel se aprovechan los beneficios y virtudes que presta cada trabajador en áreas específicas [22].

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar un análisis de calidad en el proceso productivo de quesos en la empresa YANAHURCO DE JUIGUA del cantón Pujilí.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer la línea base referente a calidad del proceso productivo de elaboración de quesos frescos.
- Realizar el análisis de causas de variabilidad dentro del proceso.
- Proponer estrategias y acciones de mejora al proceso productivo de elaboración de quesos en la empresa Yanahurco de Juigua.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

2.1.1 Hoja de verificación

Para el registro de la información se utilizan hojas de verificación para anotar los defectos encontrados durante el tiempo de estudio, se dispone de dos tipos de hojas de verificación, para registrar la acidez (variable) y la mastitis (atributo) respectivamente.

Las dos hojas de verificación pertenecen al área de recepción y control de calidad de leche cruda, en las mismas se registran la fecha de toma de muestras, los nombres del proveedor, el volumen y finalmente en la última columna de la hoja se encuentra la variable o atributo a ser analizados, sea acidez o mastitis.

En el caso de la acidez se llena la casilla numéricamente, una vez tomada la muestra y analizada según la metodología recomendada. En el caso de la mastitis únicamente se llena la casilla de pasa o no pasa.

Con ello se establece un análisis por variables y por atributos para su posterior estudio de capacidad, estabilidad y plantear acciones o estrategias de mejora todo encaminado a la metodología seis sigma.

Las hojas de verificación se plantean según el plan de muestreo determinado, como se indican en las tablas 1 y 2 respectivamente, cabe indicar que el número de muestras es diferente para variables o atributos, todo dependerá del plan.

Tabla1. Hoja de verificación de acidez de la leche cruda

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN</p>				
PRODUCTO DE ANÁLISIS:	Leche cruda	EMPRESA:	Yanahurco de Juigua	
AREA:	Recepción y control de calidad de leche cruda	UBICACIÓN:	Cotopaxi-Pujilí-Comunidad Yanahurco de Juigua	
FECHA:		HOJA N°:		
N°	PROVEEDOR	VOLÚMEN (litros)	MASTITIS	
			CONFORME	NO CONFORME
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Tabla 2. Hoja de verificación de mastitis en la leche cruda

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL			
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN			
PRODUCTO DE ANÁLISIS:	Leche cruda	EMPRESA:	Yanahurco de Juigua
AREA:	Recepción y control de calidad de leche cruda	UBICACIÓN:	Cotopaxi-Pujilí-Comunidad Yanahurco de Juigua
FECHA:		HOJA N°:	
N°	PROVEEDOR	VOLÚMEN (litros)	ACIDEZ TITULABLE
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

2.1.2 Microsoft Excel

Mediante la herramienta Microsoft Excel se enlistan los datos obtenidos en el estudio dentro de la empresa para procesarlos y mediante fórmulas matemáticas dentro del programa obtener los límites, línea central, indicadores, entre otros parámetros que sirven para generar las cartas de control sean por atributos o variables.

Las cartas de control también son generadas en este programa debido a que su exactitud y precisión son muy recomendables para un estudio, su simplicidad y la disponibilidad de este programa hace que sea usado sin problemas para el respectivo análisis estadístico.

2.1.3 Software Smart Draw

Herramienta aplicativa para modelar diagramas de flujos, optimizando y creando diagramas con una interfaz amigable y sencilla, utilizado en el proyecto para realizar los diagramas de flujo en cada una de las áreas de la empresa, se detallan de manera gráfica los procesos de recepción y control de calidad de la leche cruda, pasteurización, reposo, enfriamiento, fermentación, cuajo, reposo del cuajado, corte, batido, ajuste de acidez, moldeado, mallado, prensa, salmuera, maduración.

El software dispone de todos los elementos que componen a un diagrama de flujo optimizando tiempo y facilitando su uso al crear varios diagramas.

2.1.4 Entrevista

Es una técnica de recolección de la información entre 2 o más personas acerca de un tema en común, muy usual en temas de investigación con un objetivo central del cual se obtienen ideas relevantes acerca del tema.

Mediante la entrevista a los operadores y administrador de la empresa se obtiene información acerca del proceso, actividades y lo más importante, información acerca de las causas que afectan la calidad para su posterior análisis y selección, también se obtienen datos importantes acerca de las M de la calidad y lluvia de ideas.

2.1.5 Norma NTE INEN 9:2012 quinta revisión

Norma técnica ecuatoriana que establece los requisitos, parámetros y demás características que debe cumplir la leche cruda para ser procesada. Se establecen los requisitos fisicoquímicos como densidad relativa, materia grasa, acidez titulable, proteínas, entre otros [32].

Para el proyecto de investigación este documento tiene gran utilidad para determinar la capacidad del proceso y por supuesto permitir al investigador basarse en un documento técnico que valide los datos presentados en las cartas de control.

Los datos más relevantes de todo el documento son los requisitos de acidez titulable como ácido láctico recomendando que como mínimo debe tener 0,13% y como máximo 0,17%, este análisis se realiza en el área de recepción y control de calidad de la leche cruda en la empresa y se sigue la metodología según Dornic [32], [33].

2.2 Métodos

Modalidad de investigación

Para el desarrollo de la propuesta planteada en el presente proyecto de investigación, se hace uso de los siguientes tipos de investigación.

- **Investigación aplicada.**

El trabajo de investigación se lo realiza en la empresa productora de quesos “YANAHURCO DE JUIGUA” y para el cumplimiento de los objetivos se hace uso de técnicas de obtención de la información y herramientas de Control de Calidad y Seis sigma.

- **Investigación bibliográfica o documental**

Para el cumplimiento del objetivo, se investigan los métodos, técnicas y herramientas del control de calidad, las cuales se obtienen mediante información en revistas investigativas, artículos científicos, libros, fuentes en la web, etc. con ello se logra contextualizar el tema en cuestión con un respaldo científico.

- **Investigación de campo**

La investigación se la realiza directamente en el proceso de producción de quesos en la empresa, en ella se obtiene la mayor parte de la información, se toman datos y se registran en los respectivos formatos, para lo cual se realizarán diversas visitas a la empresa en intervalos de tiempo aceptables.

- **Investigación descriptiva**

El trabajo de investigación tiene el propósito de destacar los aspectos más importantes dentro del proceso, así como señalar las propiedades que caracterizan al producto y plantear las acciones correctivas para mantenerlo estable.

Enfoque

La presente investigación sigue un enfoque cualitativo, con el fin de plantear soluciones a los problemas y causas que afectan la calidad en el proceso productivo de elaboración de quesos en la empresa Yanahurco de Juigua, esta actividad se realiza mediante la aplicación de técnicas de recolección de la información, análisis de las M de la calidad y demás herramientas que proponen determinar las causas que generan los defectos. De la misma manera la investigación sigue un enfoque cuantitativo mediante un análisis estadístico acerca de la variabilidad y capacidad del proceso enfocado en las causas que afectan la calidad, siendo documentado tanto en hojas de registro de defectos como en las cartas de control que proporcionan de manera gráfica la variabilidad del mismo mediante las muestras tomadas durante el estudio, siguiendo un plan de muestreo que se cumpla las necesidades para su posterior análisis de capacidad basado en índices y análisis seis sigma respectivamente.

2.2.3 Población y muestra

La investigación se realiza en el proceso de producción de quesos frescos en la empresa “YANAHURCO DE JUIGUA” del cantón Pujilí, analizando cada una de las fases de transformación de la materia prima, desde su ingreso hasta la obtención del producto final, y un muestreo aleatorio sistemático, con ello se pretende dar un análisis de fallas y posibles soluciones a las causas que las generan.

2.2.4 Recolección de la información

La recolección de la información parte de observaciones dentro de la empresa y mediante la aplicación de la metodología DMAIC, la cual se realizará durante la jornada normal de trabajo. En la tabla 3 se detallan cada una de las etapas.

Tabla 3. Metodología DMAIC

ETAPA	TÉCNICA / MÉTODO	HERRAMIENTA	MATERIALES
DEFINIR	Entrevista	Cuestionario.	Hojas, esferos
	Levantamiento del proceso	Elementos gráficos, diagramas de flujo.	Formatos
	Diagrama de flujo del proceso	Formato de diagrama de flujo.	Software Smart Draw
	Lluvia de ideas	Formato de lluvia de ideas	Hojas, Microsoft Word
	5W y 1H	Formato 5W y 1H	Tablas de Microsoft
	Las M de la calidad	Técnicas de cada M de la calidad	Hoja de registro, formatos de Microsoft
MEDIR	Hojas de verificación	Formato planteado por el investigador	Tablas de Microsoft
	Plan de muestreo	Muestreo por variables y atributos	Tablas, fórmulas
	Cartas de control	Formato de carta de control por variables y atributos	Hojas de cálculo de Microsoft Excel

Continuación. Tabla 3. Metodología DMAIC

ETAPA	TÉCNICA / MÉTODO	HERRAMIENTA	MATERIALES
ANALIZAR	Análisis Seis sigma	Índices Seis sigma	Hojas de cálculo, calculadora, tablas, fórmulas
	Análisis de capacidad	Índices de capacidad	Hojas de cálculo, calculadora, tablas, fórmulas
	Análisis de resultados	Índices	Tablas y equivalencias
MEJORAR	Estrategias de mejora	Ciclos PHVA, estrategias en general	Metodologías
	Estrategias de Lean y Seis sigma	Conceptos y estrategias de mejora continua enmarcados en Lean Seis sigma	Metodologías
CONTROLAR	Sistema de control de la calidad	Formatos, plan de muestreo, cartas de control.	Documentos.
	Monitoreo del proceso estandarizado	Formatos y herramientas de monitoreo	Norma INEN 9:2012

2.2.5 Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos se analizan de tal manera que se cumpla la metodología DMAIC, valiéndose de editores de texto, hojas de cálculo, hojas de registro de datos, calculadora, instrumento de medición y software estadístico que genere las gráficas de los datos obtenidos durante la etapa de medición.

2.2.6 Propuesta

Con la investigación se pretende demostrar el estado del proceso productivo de elaboración de quesos frescos en la empresa YANAHURCO DE JUIGUA del cantón Pujilí, con la finalidad de determinar las causas que provocan los defectos en el producto final, proponiendo estrategias de mejora a las mismas y facilitar en la toma de decisiones a la administración para que mejoren la estabilidad del proceso, reduzcan la variabilidad y por supuesto incrementen su calidad, cuyo contenido indicará las principales causas de variabilidad halladas mediante una lluvia de ideas, 5W y 1H, diagrama de flujo del proceso productivo de quesos frescos, análisis estadístico para determinar la variabilidad y un análisis Seis sigma con sus respectivas métricas.

Finalmente el estudio plantea estrategias y actividades encaminadas en la mejora de los procesos, determinando su estabilidad y capacidad para su posterior categorización, a partir de ello el planteamiento de acciones.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 La microempresa

3.1.1 Reseña histórica

La microempresa productora de quesos “Yanahurco de Juigua” está ubicada en la provincia de Cotopaxi en los límites entre los cantones Pujilí y Salcedo, su principal producción está enfocada en la creación de quesos de diferentes tipos, en especial el queso fresco, desde sus inicios en el año 1984 ha sido un ente comunitario que ha permitido el desarrollo productivo de su localidad generando empleo a sus habitantes debido a que la materia prima es obtenida a partir de la leche que comercializan los comuneros del sector, diariamente con niveles de calidad y sanidad aceptables.



Figura 4. Logotipo quesera Yanahurco de Juigua

Debido a la alta producción de leche en la comunidad y la dificultad de transportar la producción hasta las cabeceras cantonales nace la idea de crear la microempresa que en la actualidad recibe alrededor de 600 litros diarios de leche cruda para su procesamiento, la mayor parte de su producción es comercializada a la empresa de lácteos “El Salinerito” a la cual se entrega el queso en su estado maduro para su posterior procesamiento, además de crear quesos frescos a una producción relativamente inferior, los cuales se distribuyen en la provincia con su propia marca [34].

3.1.2 Ubicación de la microempresa

La microempresa está ubicada en los páramos de la provincia de Cotopaxi a 60 minutos de la cabecera cantonal del cantón Pujilí, su altitud está aproximadamente a 3400 metros sobre el nivel del mar en la comunidad Yanahurco de Juigua [34]. En la figura 5 y tabla 4 se detalla la ubicación y datos generales de la entidad.



Figura 5. Ubicación de la microempresa Yanahurco de Juigua

Datos de la microempresa

Tabla 4. Datos generales de la microempresa Yanahurco de Juigua [35]

Razón social	Comuna Yanahurco de Juigua
Nombre comercial	Quesera rural Yanahurco
RUC	0591705172001
Representante legal	Millingalle Sacatoro Santiago Mesias
Fecha de inicio de actividades	14/09/1984

3.1.3 Productos ofertados

La Microempresa Yanahurco de Juigua ofrece tres tipos de quesos como se detallan en la tabla 5, el queso maduro, fresco y montañés. La producción depende de la temporada, sin embargo el producto de mayor demanda es el queso maduro, el cual se comercializa a la empresa “El Salinerito”.

Tipos de quesos producidos:

En Yanahurco de Juigua se producen tres tipos de quesos y su demanda semanal se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Productos de la empresa

TIPO	DEMANDA (semanal)	PORCENTAJE	% ACUMULADO
Queso Maduro	600	79,47%	79,47%
Queso Fresco	150	19,86%	99,34%
Queso Montañés	5	0,67	100,00%

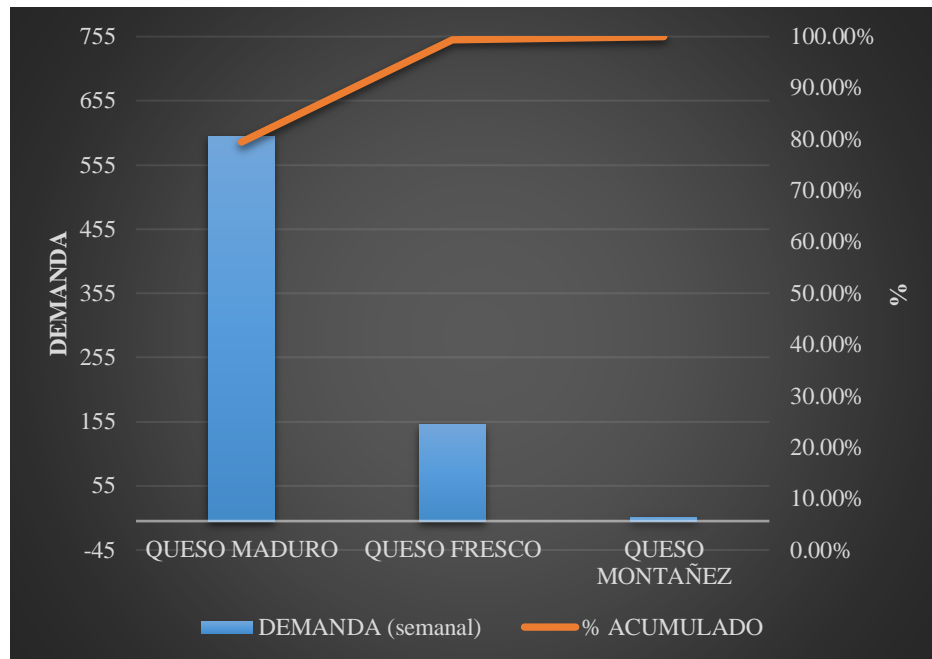





Figura 6. Demanda semanal de quesos en Yanahurco de Juigua

Mediante el análisis se determina que la producción del queso maduro ocupa un 79,47% seguido del queso fresco que ocupa un 19,86% y el queso montañés 0,67%.

N°	Producto	Descripción
1	<p data-bbox="472 289 730 321">QUESO MADURO</p> 	<p data-bbox="800 359 1386 447">Producción de 600 u/semana, se entrega en su totalidad a la empresa “El Salinerito”</p>
2	<p data-bbox="483 546 719 577">QUESO FRESCO</p> 	<p data-bbox="776 604 1411 747">Producción de 150 u/semana, se comercializa con marca propia “Queso fresco de Yanahurco de Juigua”</p>
3	<p data-bbox="509 833 695 915">QUESO MONTAÑEZ</p> 	<p data-bbox="768 919 1419 1001">Producción de 5 u/semana, tiempo de fermentación de 25-30 días.</p>

3.2 Proceso de fabricación




3.2.1 Proceso productivo de elaboración de quesos en Yanahurco de Juigua

Para la producción de quesos en Yanahurco de Juigua se siguen estrictamente varios procesos hasta llegar al producto final, para elaborar el queso maduro se aumenta el proceso de maduración, el cual toma un tiempo de 14 a 15 días hasta salir al mercado.






El proceso inicial es la recepción y control de calidad de la leche cruda, posteriormente la pasteurización, reposo, enfriamiento, fermentación, cuajo, reposo del cuajado, corte, batido, ajuste de acidez, moldeado, mallado, prensa, salmuera, maduración.

En la tabla 6 se detallan las actividades a realizar dentro de cada proceso en Yanahurco de Juigua.

Tabla 6. Proceso de producción en Yanahurco de Juigua

PROCESO	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
<p>Recepción y control de calidad de la leche cruda</p>		<p>Diariamente se reciben alrededor de 600 litros de leche cruda que proviene de diferentes comuneros de la zona, desde las 7 de la mañana se recepta la misma que es analizada en ese instante por el operador.</p> <p>Análisis: Acidez, Mastitis</p>
<p>Pasteurización</p>		<p>En una tina de pasteurización se receptan 600 litros de leche cruda para su pasteurización, proceso en el cual se destruyen los microorganismos (bacterias, levaduras, mohos) sin alterar el sabor y la composición de la leche, incrementando su temperatura.</p> <p>Desde la recepción de la leche hasta alrededor de las 8y30 am se calienta la misma hasta alcanzar una temperatura de 65°C-68°C</p>
<p>Reposo y enfriamiento</p>		<p>Una vez alcanzada la temperatura límite, se deja la tina de pasteurización en reposo para su posterior enfriamiento natural, con ello se evitan cambios repentinos de temperatura lo cual puede alterar el sabor o consistencia.</p> <p>Tiempo: 30 min – 40 min Temperatura de enfriamiento: 45°C</p>



Continuación. Tabla 6. Proceso de producción en Yanahurco de Juigua

PROCESO	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
Fermentación		<p>Se añaden 500 ml de fermento para la leche, este proceso consiste en transformar el azúcar de la leche en lactosa, proceso conocido como fermentación.</p>
Agregación de calcio		<p>Cuando la leche alcanza una temperatura de 42°C se añade una mínima cantidad de cloruro de calcio (1ml por cada 2 litros de leche), esto se realiza con la finalidad de obtener la consistencia adecuada para el cuajado.</p>
Cuajo		<p>En esta etapa, cuando la leche pasteurizada llega a 39°C se adiciona el cuajo, proceso en el cual se transforma parte de la leche de líquida a sólida, formando coágulos en su estructura.</p> <p>Reposo: 30-35 mín.</p>
Corte		<p>Mediante la utilización de la lira de corte, se parte el cuajo en forma de cubos para obtener mayor consistencia y calidad, este proceso se realiza introduciendo la lira hasta el fondo del recipiente y desplazándola horizontalmente durante 5 minutos.</p>
Batido y análisis de acidez		<p>Con una pala de madera se revuelve la cuajada durante 20 minutos, tiempo en el cual se mide la acidez (recomendable 0,11 %), de no ser así se ajusta con agua</p> <p>Instrumento de medición: Titrató – Valoración según Dornic</p>

Continuación. Tabla 6. Proceso de producción en Yanahurco de Juigua

PROCESO	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
Moldeado		<p>En tubos PVC de 4 pulgadas de espesor, se distribuye la cuajada de tal manera que se llenan alrededor de 120 envases, este proceso lleva 10 minutos entre la distribución y el reposo</p>
Mallado		<p>Se utiliza una malla plástica para darle un aspecto de cuadros pequeños en la superficie del queso, lo cual le proporciona al producto mejores condiciones de secado y maduración debido a que el aire se puede desplazar libremente entre los pequeños canales que se generan por la malla.</p>
Prensado		<p>Con la finalidad de que todos los quesos tengan el mismo volumen y forma, se agrupan de manera que reposen durante 1 hora prensados, posterior a esto se retira la malla y se deja reposar 4 horas.</p>
Salmuera		<p>El proceso de Salmuera consiste en introducir en un contenedor todos los quesos en agua con sal durante 4 horas para que los mismos tomen un sabor salado en toda su contextura</p>
Reposo		<p>En horas de la tarde los quesos salen del contenedor de agua con sal, se dejan en una mesa de pre maduración a temperatura ambiente hasta el siguiente día.</p>

Continuación. Tabla 6. Proceso de producción en Yanahurco de Juigua

PROCESO	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
<p>Maduración</p>		<p>A las 9am del día posterior al inicio de la producción se ingresan los quesos al cuarto de maduración, lugar en el cual se controla la temperatura (10°C – 12°C) y la humedad (78% - 80%)</p> <p>Después de 2 días se voltean los quesos y se limpia en su totalidad con una franela humedecida de agua con sal.</p> <p>Se deja madurar hasta el quinto día en el cual se lo baña con agua caliente y un cepillo.</p>
<p>Empacado</p>		<p>Una vez que el queso ha madurado por 5 días, se lo agrupa en gavetas para su posterior comercialización como queso madurado de Yanahurco de Juigua, cabe indicar que el producto final no registra un control de calidad para salir al mercado.</p>

3.2.2 Materiales y herramientas en el proceso productivo

En el proceso productivo se emplean las herramientas mencionadas en la tabla 7.

Tabla 7. Materiales y herramientas

MATERIAL / HERRAMIENTA	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
Tina de pasteurización		Equipo que almacena la leche cruda a la cual se somete a varias transformaciones químicas hasta llegar al cuajado Material: Acero inoxidable Capacidad: 600 litros
Paleta para análisis de mastitis		Se toma una muestra de la leche cruda y se añade el reactivo para detectar el nivel de mastitis. Dispone de 6 compartimientos
Reactivo para detectar la mastitis		El reactivo California Mastitis Test C.M.T sirve para detectar la calidad higiénica de la leche de manera visual al cambiar de coloración.
Fenolftaleína alcohólica al 2%		Reactivo indicador visual de pH, permanece incoloro cuando el lácteo es ácido pH 8 aproximadamente, toma un color rosado cuando la disolución bordea el pH 10 (básico)

Continuación. Tabla 7. Materiales y herramientas

MATERIAL / HERRAMIENTA	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
Moldes PVC		<p>Conjunto de tubos PVC de 4 pulgadas de espesor utilizados en el proceso para darle forma cilíndrica al queso</p>
Lira de corte		<p>Cumple la función de partir la cuajada en cubos de tal manera que se va separando el suero gracias a su forma de rejilla</p>
Malla plástica		<p>Al mallar el queso se logran resultados eficaces en secado y maduración debido a que se genera un canal de aire en las intersecciones</p>
Contenedor para salmuera		<p>Permite almacenar los quesos y mantenerlos en remojo sometidos a salmuera para que el sabor se distribuya homogéneamente en todo su contenido</p>

3.3 Levantamiento del proceso productivo de elaboración de quesos en Yanahurco de Juigua

Una vez determinadas las actividades del proceso productivo de elaboración de quesos en Yanahurco de Juigua, detallando cada actividad, materiales, equipos y herramientas a utilizarse, se procede a elaborar el levantamiento del proceso, la finalidad de esta herramienta es representar de manera clara y simplificada para que se identifiquen cada una de las características, detalles y tareas realizadas hasta llegar a la obtención del producto final.

El levantamiento del proceso es un factor clave para conocer de manera general los atributos y falencias en el proceso productivo, con ello se puede otorgar un veredicto inicial del estado del proceso en si para posteriormente proponer estrategias y soluciones a dichos factores negativos.

Gracias a los diagramas de flujos se pueden distinguir las actividades más relevantes e importantes, definir sus participantes, materiales y herramientas, de la misma forma la relación entre cada proceso.

Yanahurco de Juigua no cuenta con un levantamiento de procesos, por ende se procede a conocer la empresa, sus instalaciones, detallando cada actividad realizada por los operadores para así conocer a detalle e identificar cada particularidad del proceso. Adicional se elaboran diagramas de flujo de cada proceso para su interpretación gráfica.

3.3.1 Recepción y control de calidad de la leche cruda


En esta etapa se inicia la producción, es la actividad en la que más se enfoca este estudio debido a que depende de la calidad de la leche cruda para obtener un producto final que cumpla las necesidades. La recepción se realiza desde las 7 de la mañana hasta completar alrededor de 600 litros.

Al recibir la leche los operadores en ciertas ocasiones miden la mastitis y acidez de una pequeña muestra de proveedores, si se presentan menores defectos únicamente se indica

al comunero tener más precaución en el ordeño pero se acepta el producto, si los defectos son graves no se acepta.

A continuación se detallan los levantamientos de cada proceso.

Tabla 8. Levantamiento del proceso de recepción y control de calidad de la leche cruda

	PROCESO	Producción de quesos maduros
	SUBPROCESO	Recepción y control de calidad de la leche cruda
	RESPONSABLE	Operador
Objetivo	Análisis de mastitis y acidez en la leche cruda	
Entrada	Leche cruda sin control de calidad	
Salida	Leche cruda aprobada para su procesamiento	
Recursos	Fenoltaleina, reactivo para mastitis, paleta de analisis, titrator, hoja de verificación	
Proceso		
N°	Actividad	Detalle
1	Recepción de leche cruda	Cada comunero acude a la empresa con su recipiente
2	Análisis de mastitis (No muy frecuente)	En la paleta de análisis se introduce el reactivo junto con una muestra de leche
3	Prueba de mastitis	Si la muestra presenta partículas y un color lila, la leche tiene un nivel alto de mastitis
4	Análisis de acidez (No muy frecuente)	Se añade una muestra de fenoltaleina con la leche cruda y se introduce en el titrator
5	Prueba de acidez	Al analizar en el titrator, si la muestra presenta un color rosado significa que bordea el nivel 10 de pH
6	Observaciones	Se informa al comunero en qué estado está su producto y se recomiendan acciones correctivas
7	Registro	El operador cuenta con una hoja de registro de la cantidad de litros que han sido recibidos por el comunero
8	Almacenamiento	En un contenedor de 600 litros se almacena la leche cruda a ser procesada

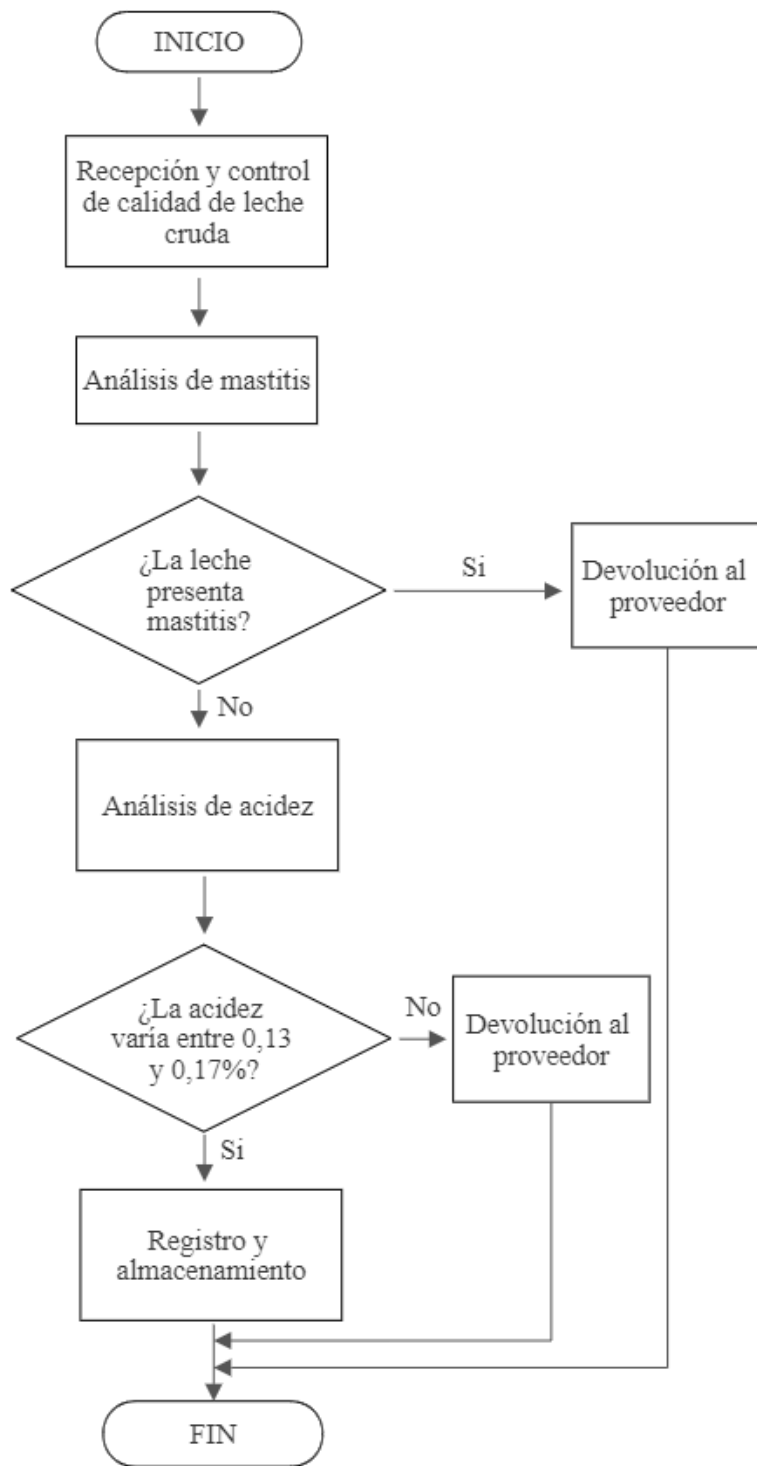



Figura 7. Diagrama del proceso de recepción y control de calidad de la leche cruda

3.3.2 Pasteurización.

El proceso de pasteurización de la leche consiste en la eliminación de bacterias y microorganismos que alteran la calidad y disminuyen la vida útil del producto, sin descomponer la estructura física y química. El proceso de lleva a cabo a partir de la recolección de la leche cruda, se somete a la misma a cambios de temperatura desde el calentamiento hasta el enfriamiento que se lleva a cabo en el proceso de reposo.

Tabla 9. Levantamiento del proceso de pasteurización

		PROCESO	Producción de quesos maduros
		SUBPROCESO	Pasteurización
		RESPONSABLE	Operador
Objetivo	Destruir las bacterias y prolongar la vida útil del producto		
Entrada	Leche cruda controlada		
Salida	Leche pasteurizada		
Recursos	Tina de pasteurización, sistema de calentamiento		
Proceso			
N°	Actividad	Detalle	
1	Calentamiento	Mientras se almacena la leche cruda obtenida en el día, se somete al calor hasta las 8y30 am	
2	Control de temperatura	Con un termómetro se controla la temperatura de la leche, la cual debe estar entre 65°C-68°C	
3	Reposo y enfriamiento	Al alcanzar la temperatura límite, se deja la leche en reposo para reducir su temperatura	
4	Control final	La leche debe tener una temperatura aproximada de 45°C para pasar al siguiente subproceso, de no ser así mantener en reposo	

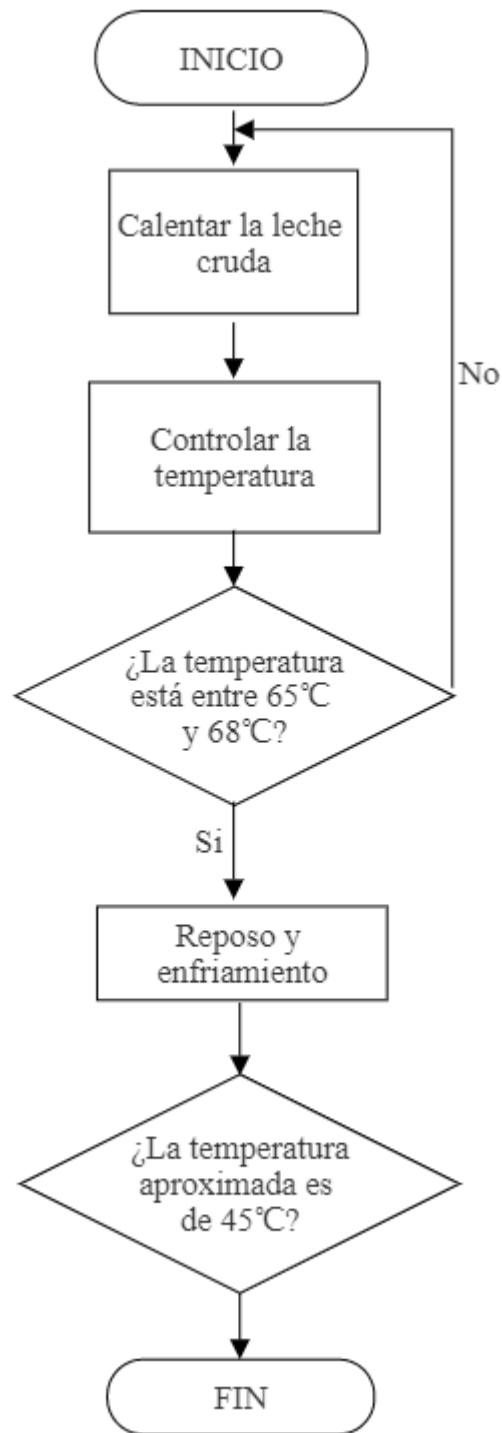



Figura 8. Diagrama del proceso de pasteurización

3.3.3 Fermentación, calcio y cuajo

Una vez pasteurizada la leche se introducen aditivos tanto para la fermentación, calcio y cuajo, inicialmente se añade el aditivo para la fermentación, al alcanzar una temperatura de 42°C se añade el calcio y posteriormente a una temperatura de 39°C de añade el cuajo (8ml por cada 100 litros).

Tabla 10. Levantamiento del proceso de fermentación, calcio y cuajo

		PROCESO	Producción de quesos maduros
		SUBPROCESO	Fermentación, calcio y cuajo
		RESPONSABLE	Operador
Objetivo		Añadir aditivos para la transformación de la leche en cuajado	
Entrada		Leche pasteurizada	
Salida		Cuajado	
Recursos		Contenedor, aditivos de fermentación, calcio y cuajo	
Proceso			
N°	Actividad	Detalle	
1	Fermentación	Se añaden 500 ml de fermento	
2	Calcio	Cuando la temperatura alcanza los 42°C se añade 1 ml de calcio por cada 2 litros de leche	
3	Cuajo	Para añadir el cuajo, la leche debe oscilar los 39°C	
4	Mezcla	Con una paleta, se mezcla la leche hasta que el fermento, calcio y cuajo se distribuyan homogéneamente en todo el contenedor	
5	Reposo	Durante 30 minutos se deja reposar la mezcla hasta tener la leche cuajada (formas de coágulos)	

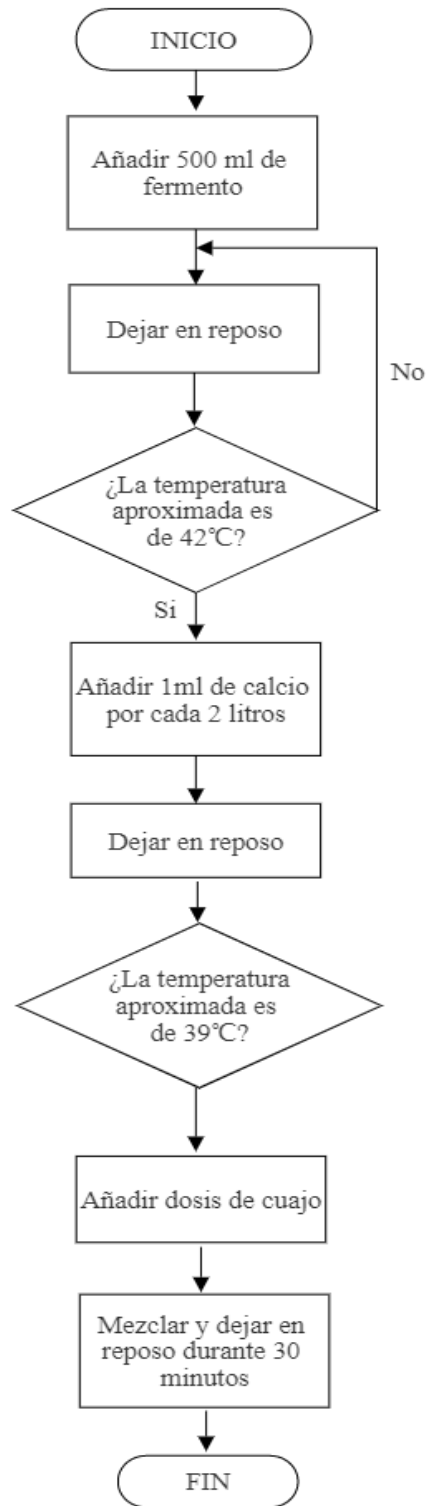



Figura 9. Diagrama del proceso de fermentación, calcio y cuajo

3.3.4 Corte

Usando la lira de corte, una especie de paleta de tamaño considerable en forma de rejilla, el objetivo de esta actividad es cortar en forma de cubos la cuajada, separando el suero de la misma. La herramienta utilizada en la empresa es de madera, por lo general suele ser de acero galvanizado, basta con un cuchillo pero para lograr mejores resultados se utiliza la lira de corte, con ello se corta de manera precisa.

Cabe indicar que su limpieza es indispensable a pesar de estar construida de acero galvanizado (inoxidable).

Tabla 11. Levantamiento del proceso de corte

		PROCESO	Producción de quesos maduros
		SUBPROCESO	Corte
		RESPONSABLE	Operador
Objetivo		Separar el suero de la cuajada	
Entrada		Cuajada	
Salida		Cuajada partida en cubos	
Recursos		Contenedor, lira de corte	
Proceso			
N°	Actividad	Detalle	
1	Preparación	La lira de corte debe limpiarse con una franela mojada antes de su uso	
2	Desplazamiento	Se remueve suavemente la lira hasta el fondo del contenedor, se realizan desplazamientos horizontales en forma de círculo	
3	Corte	Se corta el cuajado en forma de cubos, tratando de que se distribuyan de forma homogénea	

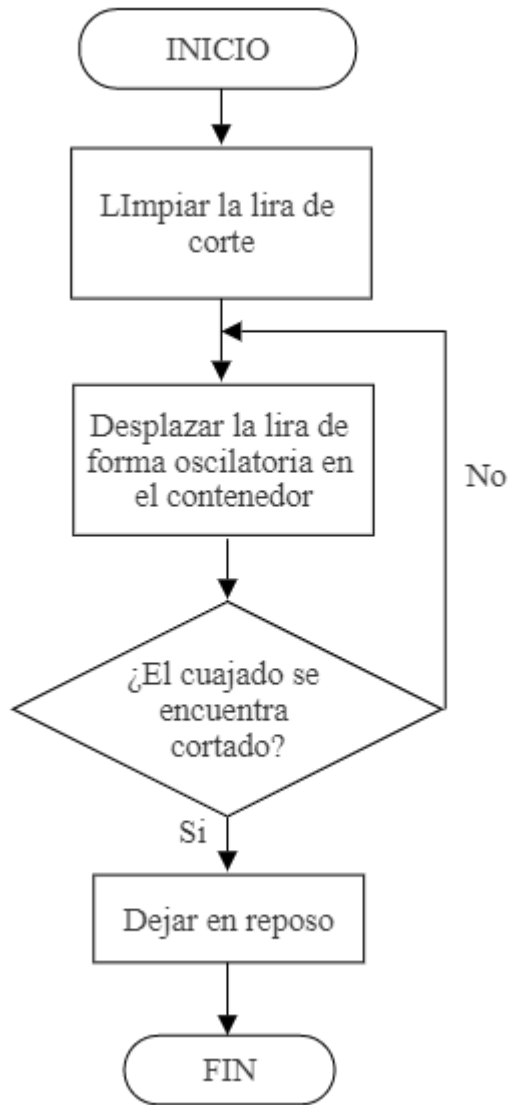



Figura 10. Diagrama del proceso de corte

3.3.5 Batido y análisis de acidez.

La cuajada debe tener un grado de acidez 0,11 % por fracción de masa aproximadamente, para ello, se realiza el proceso de batido y análisis de acidez en el cual se ajusta la acidez con agua, mezclando durante alrededor de 20 minutos hasta llegar al nivel deseado.

Tabla 12. Levantamiento del proceso de batido y análisis de acidez

		PROCESO	Producción de quesos maduros
		SUBPROCESO	Batido y análisis de acidez
		RESPONSABLE	Operador
Objetivo		Regular la acidez a grado 11	
Entrada		Cuajada partida en cubos	
Salida		Cuajada con grado de acidez 11	
Recursos		Contenedor, paleta, titrator, fernoltaleina	
Proceso			
N°	Actividad	Detalle	
1	Preparación	La pala de madera debe limpiarse con una franela mojada antes de su uso	
2	Mezcla	Durante 20 minutos se remueve la cuajada, se añade agua para regular el grado de acidez	
3	Medición	Con el titrator se mide el grado de acidez de la cuajada mezclada con fernoltaleina	

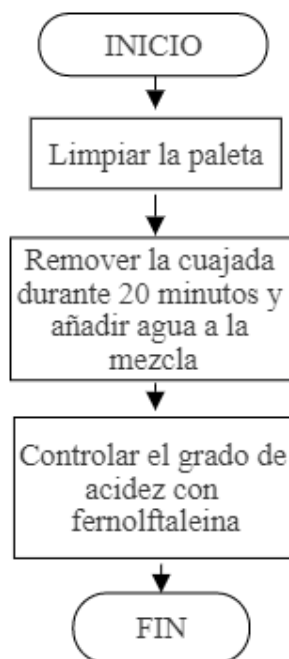



Figura 11. Diagrama del proceso de batido y análisis de acidez

3.3.6 Moldeado.

Una vez concluida la etapa de preparación del cuajado, se procede a distribuir todo el insumo en moldes cilíndricos de PVC de 4 pulgadas, de tal manera que se llenen alrededor de 120 moldes (posteriormente quesos).

Esta actividad la realizan los operadores, el envase con el que se distribuye el cuajado en los moldes es de plástico por lo que implica su limpieza antes de ser utilizado, no se dispone de otro tipo de contenedor para este fin.

Tabla 13. Levantamiento del proceso de moldeado

		PROCESO	Producción de quesos maduros
		SUBPROCESO	Moldeado
		RESPONSABLE	Operador
Objetivo		Distribuir el cuajado en moldes	
Entrada		Cuajado con grado de acidez 11	
Salida		Cuajado distribuido en moldes	
Recursos		Contenedor, envase para distribución, moldes pvc de 4 pulgadas	
Proceso			
N°	Actividad	Detalle	
1	Llenado de envase	Usando un envase pequeño, introducir en el contenedor y llenarlo de cuajado	
2	Colocación de moldes	En una mesa de acero galvanizado, colocar los moldes de PVC juntos, de tal manera que quepan aproximadamente 120 unidades	
3	Distribución	Llenar los moldes de cuajado de tal manera que se complete todo el volúmen	

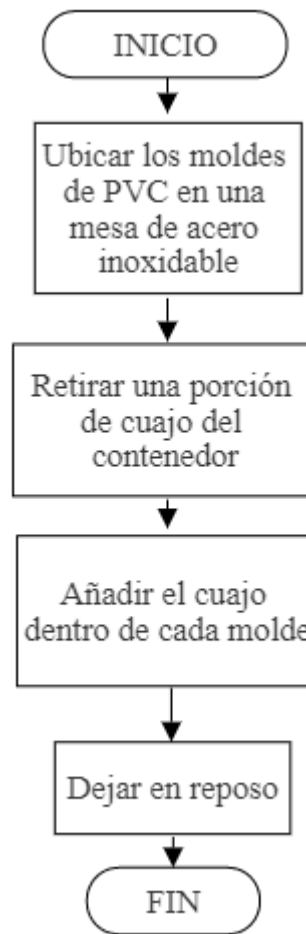


Figura 12. Diagrama del proceso de moldeado

3.3.7 Mallado.


Para que el queso tenga un proceso de maduración más efectivo, se realiza el mallado, consiste en cubrir la superficie del queso con malla plástica para crear un aspecto de tejido al borde del queso, con ello se crean espacios por donde circula el aire libremente para madurar de mejor manera.

Las mallas son almacenadas en una funda plástica para su cuidado e higiene.

Este proceso lo llevan a cabo los operadores, siendo uno de los más importantes al hablar de la contextura del producto final, el mallado forma parte del tiempo de maduración y conservación de propiedades del queso.

Por lo general las mallas se usan durante meses en la producción de quesos, se reemplazan una vez estén deterioradas.

Tabla 14. Levantamiento del proceso de mallado

		PROCESO	Producción de quesos maduros
		SUBPROCESO	Mallado
		RESPONSABLE	Operador
Objetivo		Crear textura mallada en la superficie del queso	
Entrada		Cuajado distribuido en moldes	
Salida		Quesos mallados	
Recursos		Contenedor, envase para distribución, moldes pvc de 4 pulgadas	
Proceso			
N°	Actividad	Detalle	
1	Limpieza de mallas	Limpiar cada una de las mallas con una franela húmeda	
2	Preparación de los quesos	Retirar uno por uno los quesos de los moldes, tener precaución de no lastimar o destruir su superficie	
3	Colocar mallas	Colocar la malla en el borde del queso, uno por uno, de tal manera que se ajuste a su diámetro	
4	Almacenamiento	Una vez colocada la malla, distribuir los quesos en toda la superficie de la mesa de acero inoxidable	

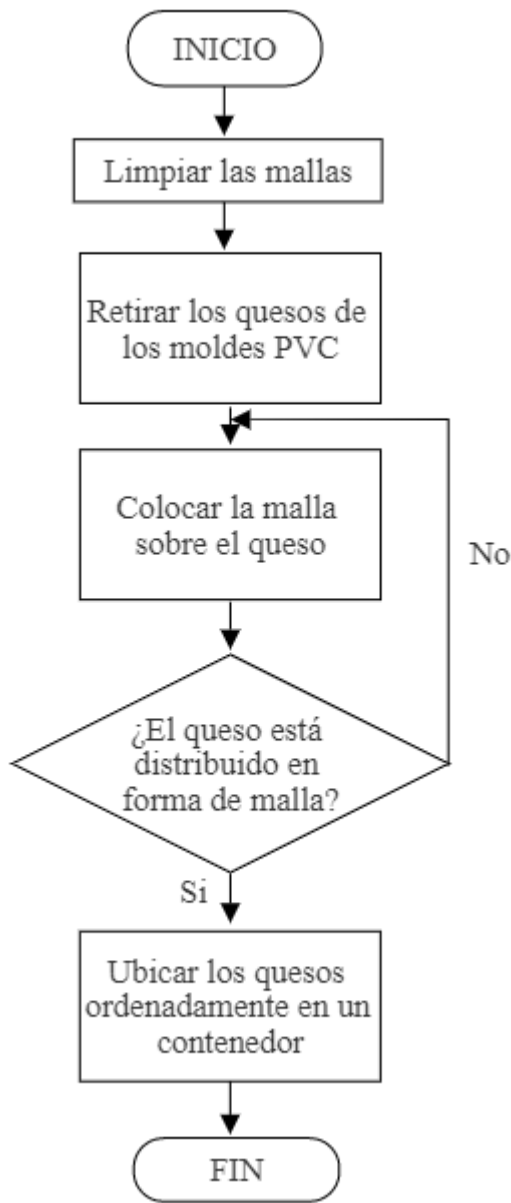



Figura 13. Diagrama del proceso de mallado

3.3.8 Prensado.

Una vez realizado el proceso de mallado, se colocan todos los quesos dentro de la prensa manual que dispone la empresa, el objetivo de esta actividad es someter a presión todo el lote de quesos para lograr una forma y volumen similar entre cada uno de ellos.

La prensa utilizada en la empresa lleva años de uso, su aplicación es necesaria en el proceso productivo sin embargo se puede reemplazar por una de mayor capacidad optimizando tiempos.

Tabla 15. Levantamiento del proceso de prensado

		PROCESO	Producción de quesos maduros
		SUBPROCESO	Prensado
		RESPONSABLE	Operador
Objetivo		Formar y moldear homogéneamente a los quesos	
Entrada		Quesos mallados	
Salida		Quesos con forma y volumen homogéneo	
Recursos		Prensa, quesos mallados, divisiones	
Proceso			
N°	Actividad	Detalle	
1	Organización del lote	Juntar uno por uno los quesos, de tal manera que ingrese todo el lote dentro de la prensa	
2	Prensado	Desplazar la parte superior de la prensa hasta el nivel de la altura de los quesos y ajustar de tal manera que no tengan movilidad entre sí	
3	Reposo en prensa	Una vez colocados los quesos a presión, dejar reposar por 1 hora	
4	Finalización del prensado	Levantar la prensa e ir retirando los quesos uno por uno mientras se retira la malla que los cubre, posteriormente dejar en reposo	

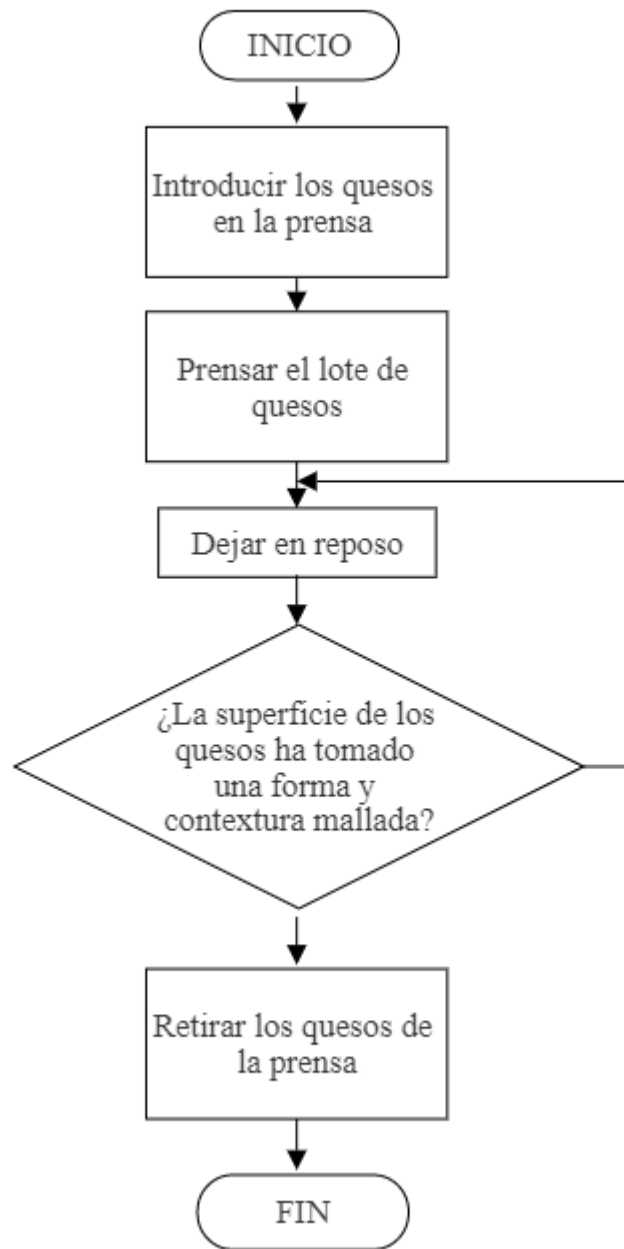



Figura 14. Diagrama del proceso de prensado

3.3.9 Salmuera.

Después de 4 horas de dejar en reposo los quesos posterior al prensado, se los introducen en un contenedor de acero inoxidable para iniciar el proceso de salmuera que consiste en dar un sabor “salado” a los quesos en toda su estructura, este proceso dura alrededor de 4 horas.

La limpieza y desfogue del contenedor es indispensable puesto que una dosis inadecuada de agua con sal puede ser perjudicial en la calidad del queso.

Tabla 16. Levantamiento del proceso de salmuera

		PROCESO	Producción de quesos maduros
		SUBPROCESO	Salmuera
		RESPONSABLE	Operador
Objetivo		Salado del queso	
Entrada		Quesos con forma y volumen homogéneo	
Salida		Quesos salados en toda su composición	
Recursos		Contenedor, agua con sal	
Proceso			
Nº	Actividad	Detalle	
1	Preparación del contenedor	Llenar el 50% del contenedor de agua con sal	
2	Ingreso de quesos	Colocar uno por uno los quesos en el contenedor, de tal manera que todo el lote sea cubierto de agua con sal	
3	Reposo en salmuera	Cerrar el contenedor y dejar en reposo durante 4 horas	
4	Retiro de quesos	Transcurrido el tiempo en reposo, se abre la válvula que permite la salida del agua con sal del contenedor y posteriormente se retiran los quesos	

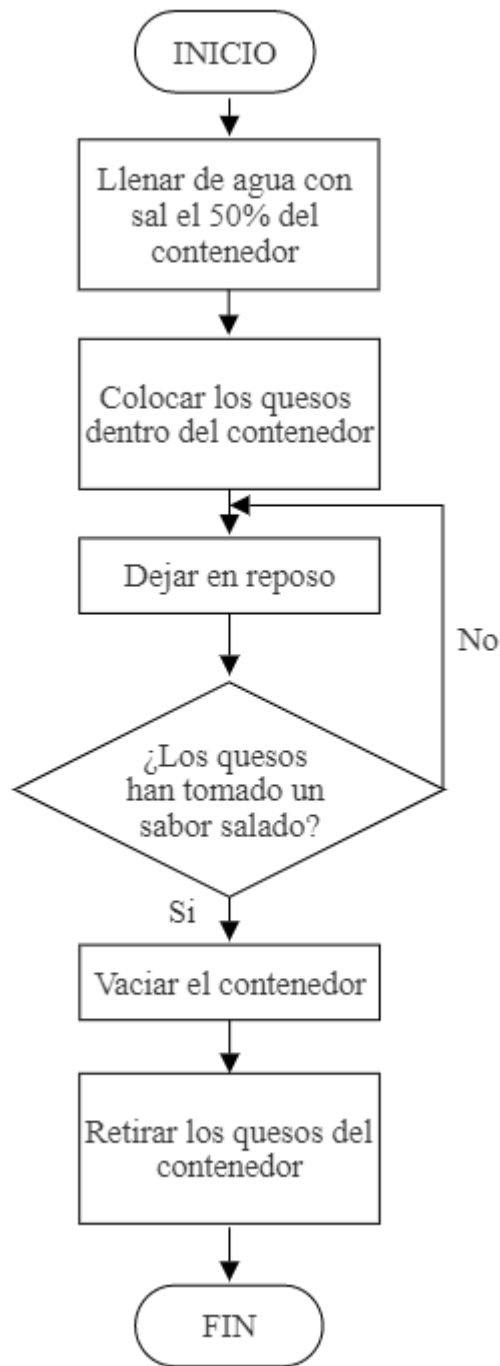



Figura 15. Diagrama del proceso de salmuera

3.3.10 Reposo.

Se deja reposar el lote en un cuarto a temperatura ambiente, para que los quesos tengan su pre maduración, se los coloca en una mesa, no se los cubre.

Este proceso se lo realiza varias veces durante la producción de quesos puesto que en cada fase se requiere reposar la mezcla hasta que alcance las temperaturas establecidas respectivamente.

Tabla 17. Levantamiento del proceso de Reposo

		PROCESO	Producción de quesos maduros
		SUBPROCESO	Reposo
		RESPONSABLE	Operador
Objetivo		Pre maduración del queso	
Entrada		Quesos salados en toda su composición	
Salida		Quesos pre madurados	
Recursos		Mesa de acero galvanizado, cuarto a temperatura ambiente	
Proceso			
N°	Actividad	Detalle	
1	Acondicionamiento de la mesa	Limpiar la mesa con una franela húmeda, adicionalmente desinfectar el sitio	
2	Colocación de los quesos	Colocar uno por uno los quesos, de tal manera que queden juntos, no colocar uno encima de otro	
3	Reposo	Dejar en reposo desde la 1 de la tarde que sale el lote hasta la mañana del siguiente día, cerrar el cuarto de almacenamiento.	

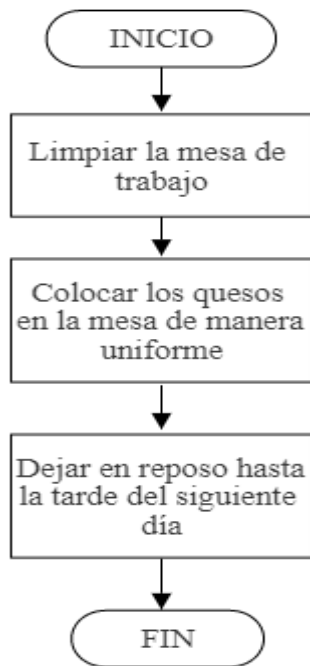



Figura 16. Diagrama del proceso de reposo

3.3.11 Maduración.

Un cuarto con temperatura y humedad controladas, es el lugar en donde se almacenan los quesos de toda la semana para su maduración, dentro del mismo se encuentran estantes con divisiones para ir ordenando los lotes de acuerdo a la fecha de elaboración con lo cual se tiene un registro de los días de maduración de cada lote.

Tabla 18. Levantamiento del proceso de maduración

	PROCESO	Producción de quesos maduros
	SUBPROCESO	Maduración
	RESPONSABLE	Operador
Objetivo	Maduración del queso	
Entrada	Quesos pre madurados	
Salida	Quesos maduros	
Recursos	Cuarto de maduración, estantes, franela, agua con sal, indicador de temperatura y humedad	
Proceso		
N°	Actividad	Detalle
1	Acondicionamiento del estante de maduración	Limpiar el estante y las maderas que almacenan los quesos en su proceso de maduración
2	Traslado de los quesos	En gabetas, colocar el lote de quesos pre madurados y trasladarlos hacia el cuarto de maduración
3	Colocación en el estante	Ubicar en el sitio designado para los quesos de maduración en su día 1 dentro del estante
4	Control de temperatura y humedad	El cuarto de maduración debe encontrarse en una temperatura que bordee los 12°C y humedad de 80%, de no ser así, se abren o cierran las ventanas, siendo ese el único control de dichos parámetros
5	Maduración	Los quesos se colocan en diferentes partes de la estantería dependiendo de sus días de maduración, cada 2 días se voltean los quesos y se limpian con una franela humedecida de agua con sal
6	Limpieza final	Al quinto día de maduración se limpian los quesos con agua caliente y un cepillo con cerdas de plástico

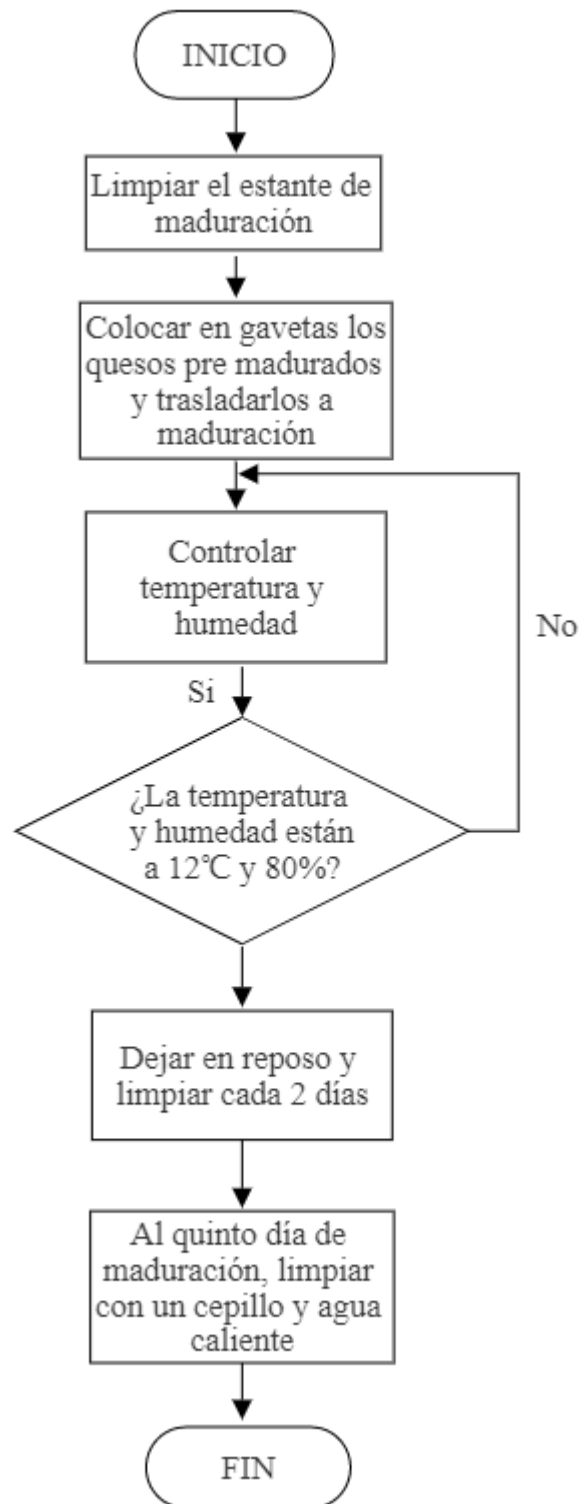



Figura 17. Diagrama del proceso de maduración

3.3.12 Empacado.

Después de 5 días de maduración, el lote está listo para su salida al mercado como queso maduro de Yanahurco de Juigua, se colocan en gavetas y se retiran del cuarto de maduración.

Tabla 19. Levantamiento del proceso de empacado

		PROCESO	Producción de quesos maduros
		SUBPROCESO	Empacado
		RESPONSABLE	Operador
Objetivo		Empacar los quesos maduros para su posterior comercialización	
Entrada		Quesos maduros	
Salida		Quesos maduros ordenados en gavetas	
Recursos		Gavetas de plástico, quesos maduros	
Proceso			
N°	Actividad	Detalle	
1	Limpieza de gavetas	Limpiar las gavetas, ordenar y verificar que se encuentren en buen estado	
2	Colocación de los quesos en gavetas	Colocar uno por uno los quesos, de tal manera que queden juntos y ordenados	
3	Cierre y reiro de gavetas	Una vez llenas las gavetas se cierran y se trasladan hacia el cuarto de despacho	

Con este proceso se da fin a la producción de quesos en Yanahurco de Juigua, cabe indicar que se realizan todas las actividades para el queso maduro, la fase de maduración se omite para obtener quesos frescos para su respectiva comercialización.

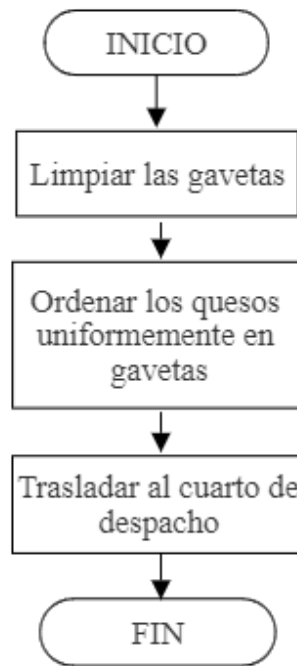


Figura 18. Diagrama del proceso de empacado

3.4 Análisis de las 5 M de la calidad.

En la actualidad, las empresas de producción están encaminadas en el aseguramiento y control de la calidad de sus productos, con ello lograr su posicionamiento en el mercado, cumplimiento de estándares y sobre todo la satisfacción del cliente, el análisis de las M's de la calidad es una herramienta eficaz para observar en forma general y detallada cada uno de los factores que afectan a la calidad, tales como la mano de obra, materiales, métodos, maquinaria y el medio ambiente.

A continuación se detallan cada una de las M's a ser investigadas dentro de la empresa mediante herramientas de recolección de datos durante el tiempo de estudio dentro y fuera de la empresa.

3.4.1 Mano de obra

Para la producción de quesos en Yanahurco de Juigua se requieren dos operadores, de los cuales al menos uno de ellos debe contar con experiencia en todas las áreas desde la recepción y control de calidad de la leche hasta el almacenamiento en el cuarto de maduración, cabe indicar que los operadores pertenecen a la comunidad, en el caso de ser

necesario se cuenta con el administrador de la empresa quien ayuda en el proceso de producción.

Los operadores tienen instrucción secundaria y uno de ellos es el operador líder.

El operador líder tiene 4 años de experiencia en la empresa, abarca todo el proceso y ha demostrado compromiso con la intención de mejorar la calidad y aportar en el crecimiento empresarial de Yanahurco de Juigua.

El operador auxiliar lleva 6 meses laborando y cumple todas las actividades del proceso, está en la capacidad de efectuar de manera individual los procedimientos de cada área.

El rol del administrador está ligado a la gestión, abastecimiento de materiales, finanzas y ventas. Sin embargo está en toda la capacidad de aportar en la producción de quesos y lo hace de manera temporal de ser necesario.

Al menos 1 día a la semana se contratan a 2 personas ajenas a la empresa para realizar el lavado de los quesos que saldrán al mercado. Su única función está ligada al proceso de maduración.

Los operadores controlan la calidad de la leche cruda que ingresa a la empresa eventualmente por semana, midiendo la acidez y mastitis, sin tener un registro, únicamente tomando acciones en ese momento, es decir si al inspeccionar la leche cruda de un proveedor esta tiene mastitis o niveles fuera de lo establecido en acidez no se acepta, no se registran datos de mediciones de calidad, tampoco disponen de un formato de hoja de verificación.

En la tabla 20 se detalla la información de los operadores de la empresa.

Tabla 20. Información general de los operadores de la empresa

OPERADOR LIDER	
Apellidos y nombres	Tigasi Sacatoro Alex Roberto
Sexo	Masculino
Experiencia	4 años
Instrucción	Secundaria
OPERADOR AUXILIAR	
Apellidos y nombres	Sopa Tucumbi Edwin Patricio
Sexo	Masculino
Experiencia	4 meses
Instrucción	Secundaria

Nivel de experiencia y aprendizaje

El operador líder durante el tiempo de labores en la empresa se ha capacitado con organizaciones nacionales e internacionales acerca de la crianza del ganado, cuidados en el ordeño, producción de lácteos, entre otros, por lo tanto se considera una persona capaz en las diferentes áreas y con el aprendizaje suficiente para liderar el proceso.

Por otra parte el operador auxiliar a pesar de llevar pocos meses en la empresa, desarrolla cada una de las actividades de manera adecuada, sin embargo no conoce de producción de quesos a gran escala, su formación es de nivel secundaria.

Los operadores cumplen los objetivos de la empresa, sin embargo por su instrucción y formación no están implicados acerca de estándares nacionales, normativas, criterios de productividad, mejoramiento de la calidad, entre otros conceptos de ingeniería que puedan llevar a la empresa a otro nivel.

Círculo de calidad.

Mediante la técnica del círculo de calidad, se conoce individualmente el estado de ánimo, el compromiso con el trabajo de los operadores y por supuesto las necesidades de los mismos.

En cuanto al operador líder, Alex Tigasi, a pesar de que cada 6 meses los turnos son rotativos entre otro personal, el operador ha demostrado la suficiente capacidad para estar a la altura de la producción de Yanahurco de Juigua y ser tomado en cuenta en la rotación de turnos, al plantearle preguntas como ¿Cuál es su objetivo al mejorar la calidad de los productos? su respuesta es: “Elaborar los quesos lo suficientemente aptos para el consumo humano, debido a que al ser un alimento, debe cumplir con normas de sanidad, no hemos tenido problemas con respecto a eso y no queremos tenerlos en ningún momento, para ello se deben tomar las precauciones necesarias”

A pesar de su experiencia y capacidad para liderar la producción en Yanahurco de Juigua, al hablar de un mejoramiento, innovación, estandarización de procesos, etc. son temas que no se puede llevar a cabo en la empresa, tiene limitantes y se hace lo de siempre, no se toman en cuenta criterios de mejoramiento de la calidad.

El operador auxiliar, Edwin Sopa, lleva apenas 4 meses en la empresa, comprende el proceso y lleva a cabo las actividades que el operador líder le encomienda, está en la capacidad de realizar el proceso de inicio a fin sin problemas, sin embargo su instrucción y experiencia son de nivel intermedio, en cuanto a normas de calidad y demás criterios sus conocimientos son básicos.

Cabe indicar que los operadores y personal administrativo de la empresa deben ser pertenecientes a la comunidad, es una empresa que se debe a su localidad y que toda la cadena productiva está ligada a su entorno, al ser una comunidad bastante alejada del sector urbano, no disponen de suficientes recursos tecnológicos, personal profesional y de alta experiencia, colaboración con otras empresas de la misma rama, etc.

3.4.2 Materiales

En Yanahurco de Juigua para la producción de quesos el principal ingrediente es la leche cruda, la misma que es recolectada todos los días del año en la empresa, disponen de alrededor de 69 proveedores, los mismos que son comuneros de la zona, cada uno de ellos suministran el producto recolectado de cada día, el proveedor madruga al ordeño y a partir de las 7 am ingresa a la empresa a entregar su producto en galones, como se puede apreciar en la figura 18, en la mejor temporada se entregan alrededor de 40 litros por día.



Figura 19. Recepción de leche cruda

Los comuneros tienen conocimiento de que la leche debe estar en buen estado para que sea recibida, de lo contrario se desecha, no es muy usual que pase esto, pues no se controla todos los días y en el proceso de recepción no se han establecido parámetros con respecto a la calidad, es un tema que se trata con mucha cautela debido a que al ser una empresa comunitaria el control diario de la calidad de la leche es un tema que molesta a los comuneros proveedores. Adicional a la leche cruda, el queso se compone de aditivos como calcio, fermento y cuajo, los cuales se añaden en pequeñas cantidades, 60 mg aproximadamente. Los aditivos son de muy buena calidad, usados desde los inicios de la empresa y específicos para esta actividad.

Finalmente, en el proceso de salmuera se añade agua con sal a todos los quesos, se introducen en el contenedor, la mezcla debe ser lo suficientemente salada para que se distribuya ese sabor dentro de todo el queso.

El ingrediente esencial en sí para la producción de quesos es la leche cruda, se receiptan alrededor de 600 litros al día y aproximadamente 18000 litros al mes.

Cambios en la materia prima

En cuanto a la leche cruda, tiene una variación dependiendo del estado en el que se encuentra la vaca, cuando ha tenido un parto, esa leche no se puede usar puesto que se detecta mastitis al instante, tiene una contextura bastante espesa. Por lo general la leche puede ser recibida a partir de los 8 días después del parto, como se trata de una comunidad, los demás proveedores y los mismos operadores saben en qué fecha ha parido específicamente una vaca y no hace falta realizar el control, simplemente esperar a que se cumplan los 8 días y analizar la acidez y mastitis de la leche antes de aceptarla.

3.4.3 Métodos

Estandarización

Las actividades de los operadores están implantadas en la empresa de manera clara, desde el inicio de la producción (recepción de la leche), el almacenamiento en el cuarto de maduración, y el empaque para su comercialización, no son procesos muy complejos, los problemas, percances o paradas no se dan muy a menudo y los cambios en cualquier actividad son escasas.

Un claro ejemplo es el operador auxiliar que lleva 4 meses en la empresa y ya se encuentra en la capacidad de realizar el proceso de inicio a fin.

Excepciones

Cuando hay un cambio en las actividades, se tienen procedimientos alternativos como técnicas, acciones correctivas e instrumentos de abastecimiento ante cambios.

Por ejemplo, la empresa dispone de un instrumento para la medición de distintas características de la leche, industrialmente conocido como “Analizador de leche”, debido a sus años de uso y su falta de mantenimiento se ha deteriorado y ya no es efectivo para su uso, sin embargo disponen de otros instrumentos que realizan la misma función, obviamente con distintos márgenes de error, exactitud y precisión, cada uno tiene su metodología y base científica.

3.4.4 Maquinaria

En Yanahurco de Juigua para la producción de quesos se requieren pocas máquinas e instrumentos, tales como el contenedor de acero inoxidable en el que se puede regular la temperatura, la prensa que tiene una capacidad para más de 100 quesos, los instrumentos de medición, entre otros.

En la tabla 21 se detallan las máquinas e instrumentos necesarios en la producción de quesos en Yanahurco de Juigua.

Tabla 21. Análisis de máquinas e instrumentos de Yanahurco de Juigua

MÁQUINA / INSTRUMENTO	CONDICIONES DE OPERACIÓN	CAPACIDAD
Contenedor	Contenedor construido de acero inoxidable de al menos 7mm de espesor, no presenta desgaste o partes con óxido Conexiones de tubería para el calentamiento están en buen estado	600 litros Temperatura de calentamiento hasta 100 °C
Prensa	La prensa se encuentra deteriorada, presenta partes con óxido, es una prensa manual que ya tiene más de 10 años de vida	120 quesos divididos en grupos por maderas
Contenedor para salmuera	Contenedor de acero inoxidable, no presenta partes con desgaste.	Más de 200 quesos
Acidómetro Gerber	Instrumento de medición en buenas condiciones, funciona perfectamente y sigue la metodología de medición según Dornic	Analiza la acidez titulable de la leche

3.4.5 Medio Ambiente

Clima organizacional

Los hábitos y valores dentro de la empresa son compartidos, se tienen objetivos comunes entre el personal y el administrador, la comunidad en sí que es la que aporta la materia prima a la empresa también está comprometida con el crecimiento de la misma, los proveedores y operadores tienen mucha comunicación entre sí.

Luz

Las labores de la empresa empiezan a partir de las 7 de la mañana hasta las primeras horas de la tarde por lo que la luz del día junto con la luz artificial que poseen las instalaciones son suficientes para efectuar cada una de las actividades, adicional al controlar la calidad se realiza en la puerta de ingreso de la leche cruda.

Calefacción

La empresa está ubicada en el páramo de la provincia de Cotopaxi, la temperatura bordea entre los 6 y 12 °C, si el tiempo es invierno la temperatura es mucho más baja, durante todo el tiempo en el área de producción el clima es frío, los operadores laboran con overol y botas de caucho, en ningún momento del día hace calor por la ubicación de las instalaciones. Sin embargo los operadores por ser comuneros de la zona ya están acostumbrados al clima.

Ruido

No se registra una máquina que genere ruido, en la comunidad no hay otras empresas o lugares en los que se genere a pesar de estar en el centro de la comunidad. El ambiente de trabajo es muy acogedor en la empresa, se debe a la edad de los operadores, su compromiso con el trabajo y la comunicación entre sí, adicionalmente el administrador siempre está pendiente en la producción, controlando e incentivando a sus trabajadores.

Calidad del agua

Al ser una empresa ubicada en el páramo el agua es uno de los factores que abunda debido a que está disponible en invierno o verano, de ser necesario disponen de tanques reservorios para su distribución. Tiene un caudal de 35 litros/segundo, no se dispone de un estudio técnico previo en cuanto a la calidad de la misma, pues se puede ver afectada por bacterias y hongos, aspectos a ser muy tomados en cuenta.

3.5 Lluvia de ideas

3.5.1 Aplicación de la técnica de lluvia de ideas

Mediante la aplicación de la técnica de lluvia de ideas se pretenden determinar las causas principales que generan los defectos en el queso maduro, lo cual genera desperdicios, pérdidas en la producción y por su puesto la insatisfacción del cliente, tomando en cuenta que no hay un solo factor que afecte a la calidad de los quesos sino varios factores, sin embargo se tratan de determinar los más importantes, los que se pueden medir, controlar y tomar acciones. Esta técnica se ha empleado como una parte de la recolección de la información en la empresa y ha tenido efecto entre los operadores, administrador y el investigador. Para ello, por medio del moderador se ha realizado la siguiente pregunta hacia los operadores y administrador:

Durante la producción del queso, según su experiencia y conocimiento, ¿Cuáles son las causas más importantes para que se generen defectos en el queso?

Se genera la siguiente lluvia de ideas:

- Leche con mastitis
- Leche muy ácida
- Cuajado mal cortado
- Queso muy madurado
- Agua muy salada o poco salada
- Formulación con exceso de calcio

- Cuajado muy caliente
- Cuajado muy fermentado

Una vez identificados los defectos, se detallan en la tabla 22 las causas que los generan y de la misma forma quienes proporcionan esa información son los operadores y el administrador.

Tabla 22. Principales defectos en la producción de quesos

DEFECTO	POSIBLES CAUSAS
Leche con mastitis	<ul style="list-style-type: none"> • Mal manejo de tetillas en el ordeño • Golpe de tetillas
Leche muy ácida	<ul style="list-style-type: none"> • Vaca recién parida • Ordeño anti higiénico • Leche con agua
Cuajado mal cortado	<ul style="list-style-type: none"> • Lira de corte inadecuada • Movimientos y frecuencia del operador incorrectos
Queso muy madurado	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de maduración muy extenso o muy corto
Agua muy salada o poco salada	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis incorrecta de sal • Limpieza inadecuada del contenedor de salmuera • Tiempo del proceso
Formulación con exceso de calcio	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis inadecuada de calcio
Cuajado muy caliente	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo control de temperatura en el proceso de cuajado • Problemas en el intercambiador de calor • Mantenimiento del contenedor y mangueras
Cuajado muy fermentado	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis inadecuada de fermento

3.5.2 Identificación de la problemática

La mala calidad de la leche cruda a ser procesada en Yanahurco de Juigua es el principal factor que afecta a la calidad de los quesos maduros, puesto que si la leche está muy ácida, el queso adquiere otro sabor, color blanco (el ideal debe ser entre amarillo y blanco) y en cuanto a normativas, no debe exceder los límites establecidos.

3.5.3 Selección de las mejores ideas.

Para tomar decisiones y elegir las mejores ideas, se han tomado en cuenta los siguientes aspectos:

- ¿Se puede analizar y medir?
- ¿Se puede controlar?
- ¿Su nivel de incidencia es constante?

Analizando, comparando y tomando en cuenta diferentes aspectos con el personal, se determinan las mejores ideas generadas en la lluvia.

- Leche con mastitis
- Leche muy ácida
- Cuajado mal cortado
- Queso muy madurado

Los principales defectos descritos en la lluvia de ideas se basan principalmente en la materia prima que es la leche cruda, según la experiencia de los operadores, se debe controlar desde la raíz el problema debido a que una vez cuajado o madurado el queso si se quieren tomar acciones se habla de pérdidas económicas de todo un día de producción.

Además la leche cruda se puede medir, se dispone de los instrumentos, conocimiento y normativa para establecer estándares de control.

3.6 Las 5W y 1H

Mediante esta herramienta se pretenden comprender los detalles mediante preguntas planteadas a los operadores en cuanto a los problemas que se generan en el proceso de elaboración del queso, con la finalidad de llegar a las causas más relevantes que generan los problemas.

Las preguntas que se plantean están en función de: ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Cuándo?, ¿Quién? y ¿Dónde?, la última H ¿How?, trata de llegar al método por el cual se genera la problemática, ¿Cómo?

Las 5W y 1H sirven también en el estudio para clasificar los problemas según su inferencia, importancia, personal involucrado, entre otros factores.

Las preguntas que se han planteado son:

- ¿Qué problema se tiene en el proceso de producción de quesos?
- ¿Dónde ocurre el problema?
- ¿Cuándo ocurre el problema? (puntual o repetitivo)
- ¿Quién está a cargo de esa actividad?
- ¿Por qué ocurre? / ¿Por qué es un problema?
- ¿Cómo ocurre el problema?

A continuación se presenta el análisis 5W y 1H para los defectos más determinantes hallados en la lluvia de ideas.

Tabla 23. Análisis 5W y 1H Leche con mastitis


		ANÁLISIS 5W Y 1H
INVESTIGADOR	Carlos Sebastián León Amores	
PROBLEMA	Leche con mastitis	
FRECUENCIA	PUNTUAL () REPETITIVA (x)	
SUBPROCESO	Recepción y control de calidad de la leche cruda	
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN		
¿Qué problema se tiene en el proceso de producción de quesos?	La leche cruda presenta cambios en su composición, densidad y textura (mastitis)	
¿Dónde ocurre el problema?	En la leche cruda que ingresan los proveedores a la empresa	
¿Cuándo ocurre el problema?	Durante la recepción de la leche	
¿Quién está a cargo de esa actividad?	El operador líder (Alex Tigasi) y el operador auxiliar (Edwin Sopa)	
¿Por qué ocurre?	La mastitis es una enfermedad que ocurre en las vacas por distintos factores, los más relevantes, mal manejo en el ordeño, glándulas mamarias infectadas, limpieza incorrecta del ordeñador, hongos y bacterias en la ubre.	
¿Cómo ocurre el problema?	Al no medir la mastitis y aceptar el producto con ese defecto, poco tiempo después de tener el producto final, el queso tiende a cambiar su estado físico (se ensancha)	

Tabla 24. Análisis 5W y 1H Leche muy ácida


		ANÁLISIS 5W Y 1H
INVESTIGADOR	Carlos Sebastián León Amores	
PROBLEMA	Leche muy ácida	
FRECUENCIA	PUNTUAL () REPETITIVA (x)	
SUBPROCESO	Recepción y control de calidad de la leche cruda	
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN		
¿Qué problema se tiene en el proceso de producción de quesos?	La leche cruda presenta acidez fuera de límites	
¿Dónde ocurre el problema?	En la leche cruda que ingresan los proveedores a la empresa	
¿Cuándo ocurre el problema?	Durante la recepción de la leche, a menudo	
¿Quién está a cargo de esa actividad?	El operador líder (Alex Tigasi) y el operador auxiliar (Edwin Sopa)	
¿Por qué ocurre?	Generalmente la leche está fuera de los límites permitidos (según NTE INEN 9:2012), debido a que se mezcla con agua, mal aseo en el ordeño, la vaca está en tiempos de gestación y parto, entre otros.	
¿Cómo ocurre el problema?	Cuando se acepta leche con acidez, el queso procesado con la misma presenta un color blanco (idealmente debe tener un tono entre amarillo y blanco)	

Tabla 25. Análisis 5W y 1H Cuajado mal cortado



		ANÁLISIS 5W Y 1H
INVESTIGADOR	Carlos Sebastián León Amores	
PROBLEMA	Cuajado mal cortado	
FRECUENCIA	PUNTUAL (x) REPETITIVA ()	
SUBPROCESO	Corte	
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN		
¿Qué problema se tiene en el proceso de producción de quesos?	El cuajado no presenta homogeneidad en su estructura	
¿Dónde ocurre el problema?	En el cuajado cortado	
¿Cuándo ocurre el problema?	Durante y después del proceso de corte del cuajado	
¿Quién está a cargo de esa actividad?	El operador líder (Alex Tigasi) y el operador auxiliar (Edwin Sopa)	
¿Por qué ocurre?	Debido al mal uso de la lira de corte, la lira está en mal estado, la oscilación del operador es incorrecta o se realiza sin precaución	
¿Cómo ocurre el problema?	Al usar la lira de corte el operador no verifica si sus divisiones están en buen estado, la oscilación de la misma no se la realizó de la manera correcta	

Tabla 26. Análisis 5W y 1H Queso muy madurado

		ANÁLISIS 5W Y 1H
INVESTIGADOR	Carlos Sebastián León Amores	
PROBLEMA	Queso muy madurado	
FRECUENCIA	PUNTUAL (x) REPETITIVA ()	
SUBPROCESO	Maduración	
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN		
¿Qué problema se tiene en el proceso de producción de quesos?	El queso tiene consistencia muy dura, lleno de moho y un color extremadamente oscuro	
¿Dónde ocurre el problema?	En el queso ubicado en el cuarto de maduración	
¿Cuándo ocurre el problema?	Durante la maduración del queso	
¿Quién está a cargo de esa actividad?	El operador líder (Alex Tigasi) y el operador auxiliar (Edwin Sopa)	
¿Por qué ocurre?	No se sigue un estricto control de los días de maduración del queso ubicado en el cuarto, periodos y procedimiento de limpieza inadecuados.	
¿Cómo ocurre el problema?	Cuando el queso ha alcanzado su maduración adecuada se lo debe retirar del cuarto o al queso no se ha limpiado durante mucho tiempo y su superficie está llena de moho	

Análisis 5W y 1H.

Se han estudiado 4 de los problemas más comunes en el proceso de producción de quesos en Yanahurco de Juigua, siendo estos los más importantes durante el proceso de toma de datos, mediante el análisis 5W y 1H se pretende que cada uno de ellos sea estudiado a profundidad, se determinan 2 problemas repetitivos y 2 problemas puntuales.

En el proceso de corte se encuentra con el cuajado mal cortado, no se puede medir, simplemente visualizar y sentir su consistencia o densidad con la paleta, en el proceso de maduración limitadamente el queso se madura más de lo requerido, el control es frecuente, sin embargo hay un cierto número de quesos que terminan madurándose hasta el punto de tener una consistencia muy dura y llenarse de moho en donde la limpieza ya no es suficiente.

Tanto la leche muy ácida como la leche con mastitis tienen la ventaja de ser factores que pueden ser medidos, el proceso se da en la recepción de la leche, otra ventaja debido a que el problema se corta de raíz, si el producto llega de mala calidad simplemente no se acepta y se evitan problemas a futuro, desechos, desperdicios y por supuesto pérdidas económicas.

Para analizar la mastitis se procede a usar un reactivo en una muestra que indica visualmente si hay alguna inconsistencia en la leche, se puede determinar como un atributo para un posterior análisis. Otra ventaja es que los operadores y comuneros tienen experiencia en este procedimiento.

La acidez en la leche cruda está normada según NTE INEN 9:2012, lo cual permite que realizar un estudio, análisis y plantear resultados tenga su respectiva justificación. El proceso de medición se realiza mediante la determinación del grado de acidez según Dornic, basándose en tomar una muestra y realizar la medición en el mismo instante de la recepción de la leche.

Con la aplicación de esta herramienta se da por culminado el análisis de causas de la variabilidad dentro del proceso teniendo una variable y un atributo como tema de estudio,

acidez titulable y mastitis respectivamente. Las mismas que serán inspeccionadas a partir del registro en las hojas de control.

3.7 Hoja de control.

En Yanahurco de Juigua no se registran hojas de control de calidad en sus áreas, para la recepción de la leche cruda, cuando se encuentra mastitis o acidez fuera de límites únicamente no se acepta y al siguiente día se vuelve a medir el producto del mismo proveedor, es el único control que se realiza sin tener un registro que pueda ayudar de mejor manera para el análisis de la calidad de la leche cruda.

Se plantean hojas de verificación para mastitis y acidez, atributo y variable respectivamente. La hoja de verificación es el documento con el que parte el control estadístico de la calidad puesto que del registro de las mismas se obtiene la información necesaria para graficar las cartas de control.

El análisis se ha desarrollado durante un tiempo de 8 semanas, teniendo alrededor de 56 días para la toma de medidas debido a que la empresa recibe la leche todos los días de la semana, en este periodo se ha medido la acidez y mastitis de la leche cruda que ingresa a la empresa, siguiendo las respectivas metodologías y el plan de muestro planteado.

3.8 Muestreo de aceptación por variables Military Standard 414

La variable a estudiar es la acidez titulable, se realiza el plan de muestreo MLT STD 414 debido a que el tamaño del lote es conocido (69), indica un tamaño de muestra menor al muestreo de atributos y al muestrear por variables se proporciona más información en torno al proceso debido a que se analiza numéricamente y en función a estándares, en este caso la normativa INEN.

Se determina el tamaño del lote, en Yanahurco de Juigua diariamente alrededor de 69 comuneros ingresan su producto.

El tamaño muestral también depende del nivel de inspección a plantearse, en este caso se toma el nivel IV, el más usual y estricto con el que se otorga garantía para el plan.

En cuanto al NCA (Nivel de calidad aceptable), se toma desde el 4% hasta el 15%, lo ideal sería el nivel más alto, sin embargo al haber tomado un nivel de inspección severo, el NCA puede reducirse, se ha realizado una media y se plantea un NCA de 10%. La idea al reducir este valor toma importancia debido a que se trata de un plan de muestreo y no de una inspección al 100%, con ello se disminuyen los recursos, tiempo y se simplifica el trabajo.

Posteriormente en la tabla 27 se procede a determinar el código para el tamaño de la muestra según el tamaño del lote y nivel de inspección.

Tabla 27. Letras código para determinar el tamaño muestral MIL STD 414

NIVELES DE INSPECCIÓN					
TAMAÑO DEL LOTE	I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I

Para un tamaño de lote de 69 artículos y un nivel de inspección severa nivel IV, se determina un código “F” para posteriores cálculos.

Según el método M, al tener un código F, el tamaño muestral recomendado es de 10 unidades, en el anexo 7 se determina que para un nivel de calidad aceptable de 10%, el máximo de artículos defectuosos deben ser 20,74%, es decir en el lote de 69 unidades, máximo se toleran 14,3 unidades defectuosas, de lo contrario se rechaza todo el lote.

Con la finalidad de que todas las unidades del lote tengan la misma probabilidad de ser analizadas, se procede a realizar un muestreo aleatorio, el cual se basa en tomar las muestras a lo largo de toda la recepción de la leche, no únicamente los primeros ni los

últimos o al azar sin ningún respaldo probabilístico, para ello se plantea un tipo de muestro aleatorio sistemático.

Se divide la población sobre la muestra, hallados anteriormente.

$$Muestreo\ aleatorio\ sistemático = \frac{Población}{Muestra} \quad (5)$$

$$Muestreo\ aleatorio\ sistemático = \frac{69}{10}$$

$$Muestreo\ aleatorio\ sistemático = 6,9$$

Se toma un número entero al azar entre 1 y 6,9 para hallar el primer valor del lote a ser inspeccionado, en este caso se toma el 4.

A partir del primer valor (4) se sigue la secuencia sumando el valor de 7 (inmediato superior de 6,9) hasta llegar hasta la inspección número 10, es decir:

INSPECCIONES									
4	11	18	25	32	39	46	53	60	67

El plan de muestreo garantiza que se tomarán en cuenta a los artículos de todo el lote de 69, cada uno de ellos tendrá la misma probabilidad de ser elegido, es decir durante toda la recepción de la leche desde los primeros proveedores hasta los últimos en entregar en el día su producto tendrá la probabilidad de ser inspeccionado.

Al ser un plan de muestreo por variables, debido al tiempo, recursos y complejidad el número de inspecciones es mucho menor al número de inspecciones en un muestreo por atributos, se hablan de números, estándares y especificaciones, mientras que en atributos únicamente dos opciones, conforme o no conforme.

Para medir la acidez se inspeccionan 10 muestras según el plan, este procedimiento requiere de mayor tiempo, se registran los datos en la hoja de verificación, los operadores conocen las especificaciones de calidad que debe cumplir la leche cruda según NTE INEN 9:2012.

3.9 Carta de control por variables

Para dar inicio al análisis de la calidad de la leche cruda en Yanahurco de Juigua se toma como variable a la acidez titulable, previamente establecida según técnicas de recolección de información y metodologías de investigación sustentadas, tales como lluvia de ideas, 5W y 1H. Haciendo uso de un muestreo de aceptación por variables Mil STD 414 que garantiza que todos los elementos de la población tengan la misma probabilidad de ser elegidos, dando como resultado una muestra de 10 unidades.

Los datos recolectados en el estudio se registran en hojas de control de registro de defectos, cada una de ellas con 10 casilleros para cada día.

Se desarrolla una carta de control con el fin de tener un medio visual en el que se observa y analiza el comportamiento del proceso a lo largo del tiempo de estudio, lo cual servirá de ayuda en la toma de decisiones y planteamiento de acciones de mejora. En ella también se determina si el proceso es estable y/o capaz, para la acidez titulable rige la normativa NTE INEN 9:2012 que establece los límites permitidos para esta variable.

La carta de control seleccionada para el estudio es la carta X-S, pues se elige la carta según el estado del proceso, subgrupo y objetivos. En el caso del análisis de acidez titulable se registran los valores de 30 días, en cada día la muestra es de 10 unidades a lo que llamamos subgrupo, cuando se requiere mayor potencia para detectar variaciones pequeñas en el proceso y el subgrupo es mayor que 10 la carta más recomendable es la carta de medias y desviaciones estándar X-S.

Para el análisis se plantea inicialmente la carta S, en donde se grafican las desviaciones estándar de cada subgrupo, es decir la desviación de los datos en un día, en la carta se reflejan los 30 días de estudio.

La dispersión de la gráfica corresponde a la variación de las desviaciones estándar de cada subgrupo, la línea central corresponde al promedio de las desviaciones estándar y los límites de control se hallan a partir de las siguientes fórmulas.

$$LCS = \bar{S} + 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \quad (6)$$

$$LCI = \bar{S} - 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \quad (7)$$

Donde:

- LCS = Límite de control superior
- LCI = Límite de control inferior
- \bar{S} = Promedio de las desviaciones estándar
- c_4 = Factor para carta de control tipo S (valor depende del tamaño del subgrupo)

Tabla 28. Factores para la construcción de cartas de control

TAMAÑO DE MUESTRA, n	Carta X A2	Carta R			CARTA S c4	ESTIMACIÓN DE σ d2
		d3	D3	D4		
9	0,337	0,808	0,1838	0,8162	0,9693	2,970
10	0,308	0,797	0,2232	1,7768	0,9727	3,078
11	0,285	0,787	0,2559	1,7441	0,9754	3,173

Según los factores para la construcción de cartas de control en la tabla 28, para un tamaño de muestra de 10 unidades, se toma el valor de $c_4=0,9727$, factor indispensable para determinar los límites de control superior e inferior.

En cuanto a la media de las desviaciones estándar, se determina hallando cada desviación estándar de los 30 subgrupos:

Tabla 29. Mediciones de acidez titulable

SUBGRUPO	MEDICIONES										S
1	0,17	0,13	0,19	0,16	0,17	0,18	0,13	0,15	0,19	0,15	0,022
2	0,16	0,15	0,16	0,16	0,15	0,17	0,15	0,15	0,16	0,16	0,007
3	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,17	0,16	0,007
4	0,16	0,15	0,14	0,15	0,15	0,14	0,16	0,14	0,15	0,15	0,007
5	0,15	0,14	0,16	0,15	0,14	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	0,010
6	0,15	0,14	0,13	0,16	0,16	0,15	0,16	0,17	0,17	0,15	0,013
7	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,15	0,14	0,008
8	0,15	0,16	0,13	0,16	0,15	0,14	0,17	0,14	0,15	0,16	0,012
9	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,018
10	0,16	0,16	0,16	0,13	0,15	0,15	0,16	0,13	0,14	0,13	0,013
11	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,17	0,17	0,16	0,17	0,022
12	0,13	0,12	0,17	0,14	0,14	0,17	0,15	0,14	0,14	0,15	0,016
13	0,17	0,14	0,14	0,15	0,13	0,17	0,14	0,14	0,15	0,14	0,013
14	0,16	0,12	0,14	0,14	0,14	0,17	0,14	0,13	0,15	0,15	0,014
15	0,16	0,16	0,16	0,12	0,13	0,17	0,16	0,15	0,15	0,17	0,016
16	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,010
17	0,13	0,15	0,15	0,13	0,13	0,15	0,14	0,14	0,14	0,17	0,013
18	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,16	0,16	0,13	0,15	0,012
19	0,15	0,12	0,15	0,11	0,15	0,15	0,11	0,17	0,15	0,15	0,020
20	0,13	0,13	0,16	0,15	0,12	0,15	0,12	0,17	0,16	0,12	0,019
21	0,15	0,13	0,15	0,14	0,13	0,15	0,14	0,17	0,14	0,14	0,012
22	0,15	0,17	0,13	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,17	0,13	0,015
23	0,17	0,16	0,13	0,15	0,16	0,16	0,16	0,13	0,17	0,15	0,014
24	0,13	0,15	0,15	0,15	0,12	0,16	0,14	0,13	0,15	0,17	0,015
25	0,14	0,14	0,18	0,15	0,17	0,15	0,16	0,13	0,16	0,15	0,015
26	0,15	0,17	0,14	0,13	0,13	0,13	0,17	0,17	0,16	0,17	0,018
27	0,11	0,12	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	0,15	0,12	0,012
28	0,13	0,17	0,13	0,17	0,12	0,17	0,12	0,17	0,15	0,14	0,022
29	0,17	0,13	0,17	0,14	0,17	0,14	0,16	0,14	0,16	0,14	0,015
30	0,12	0,16	0,14	0,16	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,016

Se determinan en total 300 mediciones a lo largo de 30 días, los cuales se registran en la tabla 29, cada subgrupo contiene 10 datos tomados según el plan de muestreo, una vez tabulados todos los datos se procede a calcular la desviación estándar de cada subgrupo S, para finalmente hallar un promedio general.

$$\bar{S} = \frac{\Sigma S}{30} \quad (8)$$

$$\bar{S} = \frac{0,427}{30}$$

$$\bar{S} = 0,014$$

La media de las desviaciones estándar representa el valor de la línea central, en la carta de control el valor de 0,014 es la línea horizontal respecto a la cual varía el proceso.

Los límites se calculan a partir de las formulas planteadas.

- Límite de control superior:

$$LCS = \bar{S} + 3 \frac{\bar{S}}{c4} \sqrt{1 - c4^2} \quad (6)$$

$$LCS = 0,014 + 3 \frac{0,014}{0,9727} \sqrt{1 - 0,9727^2}$$

$$LCS = 0,024$$

- Límite de control inferior:

$$LCI = \bar{S} - 3 \frac{\bar{S}}{c4} \sqrt{1 - c4^2} \quad (7)$$

$$LCS = 0,014 - 3 \frac{0,014}{0,9727} \sqrt{1 - 0,9727^2}$$

$$LCI = 0,004$$

Tabla 30. Límites carta S

LC	0,014
C4	0,9727
LCS	0,024
LCI	0,004

Una vez determinados los valores de línea central, límites de control superior e inferior y el factor c_4 , detallados en la tabla 30 se procede a graficar la carta de control, la dispersión de datos corresponde a las desviaciones estándar de cada subgrupo como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Límites y dispersión de la carta de control S

	S	LC	LCS	LCI
1	0,022	0,014	0,024	0,004
2	0,007	0,014	0,024	0,004
3	0,007	0,014	0,024	0,004
4	0,007	0,014	0,024	0,004
5	0,010	0,014	0,024	0,004
6	0,013	0,014	0,024	0,004
7	0,008	0,014	0,024	0,004
8	0,012	0,014	0,024	0,004
9	0,018	0,014	0,024	0,004
10	0,013	0,014	0,024	0,004
11	0,022	0,014	0,024	0,004
12	0,016	0,014	0,024	0,004
13	0,013	0,014	0,024	0,004
14	0,014	0,014	0,024	0,004
15	0,016	0,014	0,024	0,004
16	0,010	0,014	0,024	0,004
17	0,013	0,014	0,024	0,004
18	0,012	0,014	0,024	0,004
19	0,020	0,014	0,024	0,004
20	0,019	0,014	0,024	0,004
21	0,012	0,014	0,024	0,004
22	0,015	0,014	0,024	0,004
23	0,014	0,014	0,024	0,004
24	0,015	0,014	0,024	0,004
25	0,015	0,014	0,024	0,004
26	0,018	0,014	0,024	0,004
27	0,012	0,014	0,024	0,004
28	0,022	0,014	0,024	0,004
29	0,015	0,014	0,024	0,004
30	0,016	0,014	0,024	0,004

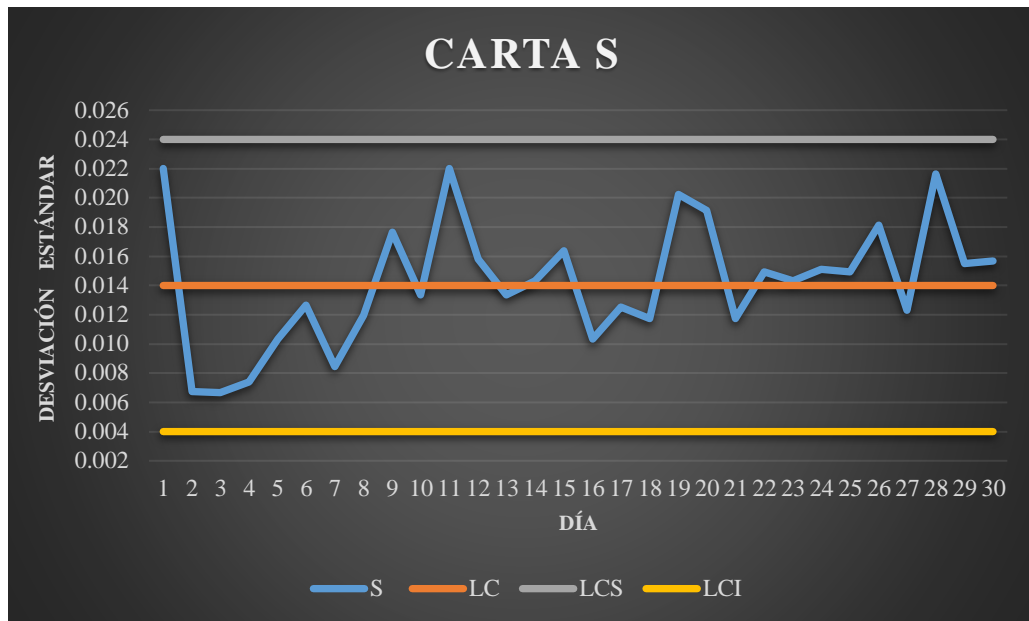


Figura 20. Carta de control S

Eje vertical - desviaciones estándar de cada subgrupo, eje horizontal - día de toma de muestra.

La Carta S se genera a partir de las desviaciones estándar de cada subgrupo, 30 mediciones se dispersan a lo largo de la misma, gráficamente se puede observar que ningún punto sobrepasa los límites de control, lo cual implica que el proceso es estable.

En la gráfica se puede observar que ningún punto o medición se encuentra fuera de los límites de control, con ello se determina que no existe un cambio especial en el proceso, sin embargo se puede observar que entre la primera y segunda medición existe una variación significativa, para un análisis más profundo, se divide la amplitud de la carta de control en zonas como se muestra en las figuras 19 y 20.

La amplitud de la carta se divide para 2/3 y 1/3 del total para establecer una carta dividida en 6 zonas entre los límites de control superior e inferior, se obtienen de la siguiente forma:

- Zona A superior: $\frac{2}{3} * (LCS - LC) + LC$ (9)

$$\text{Zona A superior: } \frac{2}{3} * (0,024 - 0,014) + 0,014$$

$$\text{Zona A superior: } 0,021$$

- *Zona B superior:* $\frac{1}{3} * (LCS - LC) + LC$ (10)

$$\text{Zona A superior: } \frac{1}{3} * (0,024 - 0,014) + 0,014$$

$$\text{Zona A superior: } 0,017$$

- *Zona A inferior:* $\frac{1}{3} * (LC - LCI) + LCI$ (11)

$$\text{Zona A inferior: } \frac{1}{3} * (0,014 - 0,004) + 0,004$$

$$\text{Zona A inferior: } 0,007$$

- *Zona B inferior:* $\frac{2}{3} * (LC - LCI) + LCI$ (12)

$$\text{Zona B inferior: } \frac{2}{3} * (0,014 - 0,004) + 0,004$$

$$\text{Zona A inferior: } 0,011$$

Para determinar los valores para cada zona, basta dividir la amplitud entre los límites de control superior o inferior entre su línea central ya sea para 2/3 o 1/3 dependiendo, con lo que se establece una carta de control dividida en 6 regiones a las que llamamos zonas de control A, B y C respectivamente.

Las zonas sirven de base para un análisis más profundo de la variabilidad del proceso dentro de una carta de control, se determina el comportamiento del mismo y su tendencia.

A continuación se presentan los límites y zonas de la carta de control en la tabla 32.

Tabla 32. Zonas de la carta de control S

	S	LC	LCS	LCI	ZONAS			
1	0,022	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
2	0,007	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
3	0,007	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
4	0,007	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
5	0,010	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
6	0,013	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
7	0,008	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
8	0,012	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
9	0,018	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
10	0,013	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
11	0,022	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
12	0,016	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
13	0,013	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
14	0,014	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
15	0,016	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
16	0,010	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
17	0,013	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
18	0,012	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
19	0,020	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
20	0,019	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
21	0,012	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
22	0,015	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
23	0,014	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
24	0,015	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
25	0,015	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
26	0,018	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
27	0,012	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
28	0,022	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
29	0,015	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007
30	0,016	0,014	0,024	0,004	0,021	0,011	0,017	0,007

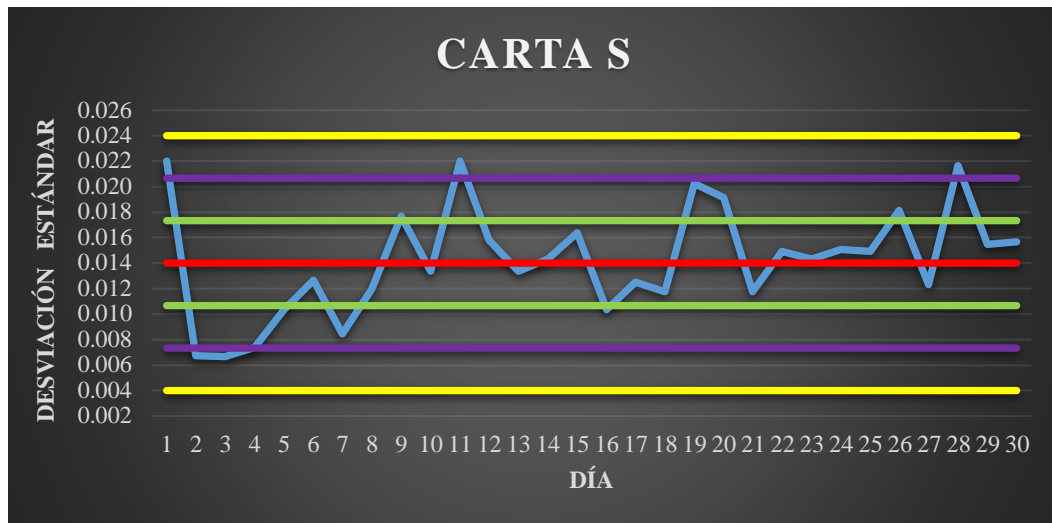


Figura 21. Carta S dividida en zonas A,B y C

La zona A se encuentra en la parte inferior entre los valores 0,004 y 0,007, en la parte superior entre los valores de 0,021 y 0,024.

La zona B se encuentra en la parte inferior entre los valores 0,007 y 0,011, en la parte superior entre los valores de 0,017 y 0,021.

La zona C, es el área que resulta sobrante en la carta de control, se encuentra entre los valores de 0,011 y 0,017.

Mediante la carta de control dividida en zonas, se puede dar un mejor análisis de variabilidad, dispersión, cambios en el nivel del proceso, entre otros parámetros que se toman en cuenta a continuación.

Desplazamiento o cambios en el nivel del proceso

Este patrón se distingue en la carta de control al inicio de la gráfica, en las dos primeras muestras, debido a que se puede visualizar un cambio significativo, que implica una alta variabilidad, de 0,022 baja notablemente a 0,007 (cabe indicar que se trata de una variación de la desviación estándar entre subgrupos, no del valor de las mediciones de la acidez), a partir de este punto, los datos representan una variabilidad en la que ningún punto sobrepasa los límites de control, lo que le hace un proceso estable.

Tendencias en el nivel del proceso

En los puntos 1,2 y 3 el proceso tiende a bajar, sin embargo a partir del punto 4 el proceso pierde la tendencia, en una carta S este patrón es raro, si se da, se debe a mejora o deficiencia en la labor del operario, fatiga del mismo o cambios en la materia prima en sí.

Carta XS

Para detectar los cambios y diversificación en la magnitud de la variación del proceso se utiliza la carta XS que además proporciona mayor potencia en la detección de cambios pequeños, se establecen subgrupos, de los cuales se hallan las desviaciones estándar y la media de cada uno.

En una carta XS la dispersión viene a ser la media de cada subgrupo, en este caso se suman las mediciones dentro de cada subgrupo y se divide para n (10), a partir de aquí se obtiene el primer dato, dependiendo del número de subgrupos se grafica la carta. En la tabla 33 se detallan las mediciones, desviación estándar y media de cada subgrupo.

Tabla 33. Desviaciones estándar y media de cada subgrupo

SUBGRUPO	MEDICIONES										S	X
1	0,17	0,13	0,19	0,16	0,17	0,18	0,13	0,15	0,19	0,15	0,022	0,16
2	0,16	0,15	0,16	0,16	0,15	0,17	0,15	0,15	0,16	0,16	0,007	0,16
3	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16	0,17	0,16	0,007	0,16
4	0,16	0,15	0,14	0,15	0,15	0,14	0,16	0,14	0,15	0,15	0,007	0,15
5	0,15	0,14	0,16	0,15	0,14	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16	0,010	0,15
6	0,15	0,14	0,13	0,16	0,16	0,15	0,16	0,17	0,17	0,15	0,013	0,15
7	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,15	0,14	0,008	0,15
8	0,15	0,16	0,13	0,16	0,15	0,14	0,17	0,14	0,15	0,16	0,012	0,15
9	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,018	0,14
10	0,16	0,16	0,16	0,13	0,15	0,15	0,16	0,13	0,14	0,13	0,013	0,15
11	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,17	0,17	0,16	0,17	0,022	0,15
12	0,13	0,12	0,17	0,14	0,14	0,17	0,15	0,14	0,14	0,15	0,016	0,15
13	0,17	0,14	0,14	0,15	0,13	0,17	0,14	0,14	0,15	0,14	0,013	0,15
14	0,16	0,12	0,14	0,14	0,14	0,17	0,14	0,13	0,15	0,15	0,014	0,14
15	0,16	0,16	0,16	0,12	0,13	0,17	0,16	0,15	0,15	0,17	0,016	0,15
16	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,010	0,13

Continuación. Tabla 33. Desviaciones estándar y media de cada subgrupo

17	0,13	0,15	0,15	0,13	0,13	0,15	0,14	0,14	0,14	0,17	0,013	0,14
18	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,16	0,16	0,13	0,15	0,012	0,15
19	0,15	0,12	0,15	0,11	0,15	0,15	0,11	0,17	0,15	0,15	0,020	0,14
20	0,13	0,13	0,16	0,15	0,12	0,15	0,12	0,17	0,16	0,12	0,019	0,14
21	0,15	0,13	0,15	0,14	0,13	0,15	0,14	0,17	0,14	0,14	0,012	0,14
22	0,15	0,17	0,13	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,17	0,13	0,015	0,15
23	0,17	0,16	0,13	0,15	0,16	0,16	0,16	0,13	0,17	0,15	0,014	0,15
24	0,13	0,15	0,15	0,15	0,12	0,16	0,14	0,13	0,15	0,17	0,015	0,15
25	0,14	0,14	0,18	0,15	0,17	0,15	0,16	0,13	0,16	0,15	0,015	0,15
26	0,15	0,17	0,14	0,13	0,13	0,13	0,17	0,17	0,16	0,17	0,018	0,15
27	0,11	0,12	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	0,15	0,12	0,012	0,13
28	0,13	0,17	0,13	0,17	0,12	0,17	0,12	0,17	0,15	0,14	0,022	0,15
29	0,17	0,13	0,17	0,14	0,17	0,14	0,16	0,14	0,16	0,14	0,015	0,15
30	0,12	0,16	0,14	0,16	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,016	0,13

En cuanto a los límites de control, los mismos se calculan con fórmulas preestablecidas, tomando en cuenta las desviaciones estándar y las medias.

La línea central es la media de las medias, es decir el promedio de las medias de cada subgrupo, este valor se toma como línea base para la dispersión de los datos.

- Línea central: $\bar{X} = 0,148$
- Límite de control superior:

$$LCS = \bar{X} + 3 \frac{\bar{S}}{c4\sqrt{n}} \quad (13)$$

$$LCS = 0,148 + 3 \frac{0,014}{0,9727\sqrt{10}}$$

$$LCS = 0,162$$

- Límite de control inferior:

$$LCI = \bar{X} - 3 \frac{\bar{S}}{c4\sqrt{n}} \quad (14)$$

$$LCI = 0,148 - 3 \frac{0,014}{0,9727\sqrt{10}}$$

$$LCI = 0,134$$

Tabla 34. Límites carta XS

LC	0,148
C4	0,9727
LCS	0,162
LCI	0,134

Una vez determinados los valores de línea central, límites de control superior e inferior y el factor c4 como se muestran en las tablas 34 y 35, se procede a graficar la carta de control, la dispersión de datos corresponde a las medias de cada subgrupo.

Tabla 35. Límites de control y dispersión carta XS

	X	LC	LCS	LCI
1	0,16	0,148	0,162	0,134
2	0,15	0,148	0,162	0,134
3	0,16	0,148	0,162	0,134
4	0,14	0,148	0,162	0,134
5	0,15	0,148	0,162	0,134
6	0,15	0,148	0,162	0,134
7	0,15	0,148	0,162	0,134
8	0,15	0,148	0,162	0,134
9	0,14	0,148	0,162	0,134
10	0,14	0,148	0,162	0,134
11	0,14	0,148	0,162	0,134
12	0,14	0,148	0,162	0,134
13	0,14	0,148	0,162	0,134
14	0,14	0,148	0,162	0,134
15	0,15	0,148	0,162	0,134
16	0,13	0,148	0,162	0,134
17	0,14	0,148	0,162	0,134
18	0,15	0,148	0,162	0,134
19	0,14	0,148	0,162	0,134
20	0,14	0,148	0,162	0,134

Continuación. **Tabla 35.** Límites de control y dispersión carta XS

	X	LC	LCS	LCI
21	0,14	0,148	0,162	0,134
22	0,14	0,148	0,162	0,134
23	0,15	0,148	0,162	0,134
24	0,14	0,148	0,162	0,134
25	0,15	0,148	0,162	0,134
26	0,15	0,148	0,162	0,134
27	0,13	0,148	0,162	0,134
28	0,14	0,148	0,162	0,134
29	0,15	0,148	0,162	0,134
30	0,13	0,148	0,162 <td 0,134	

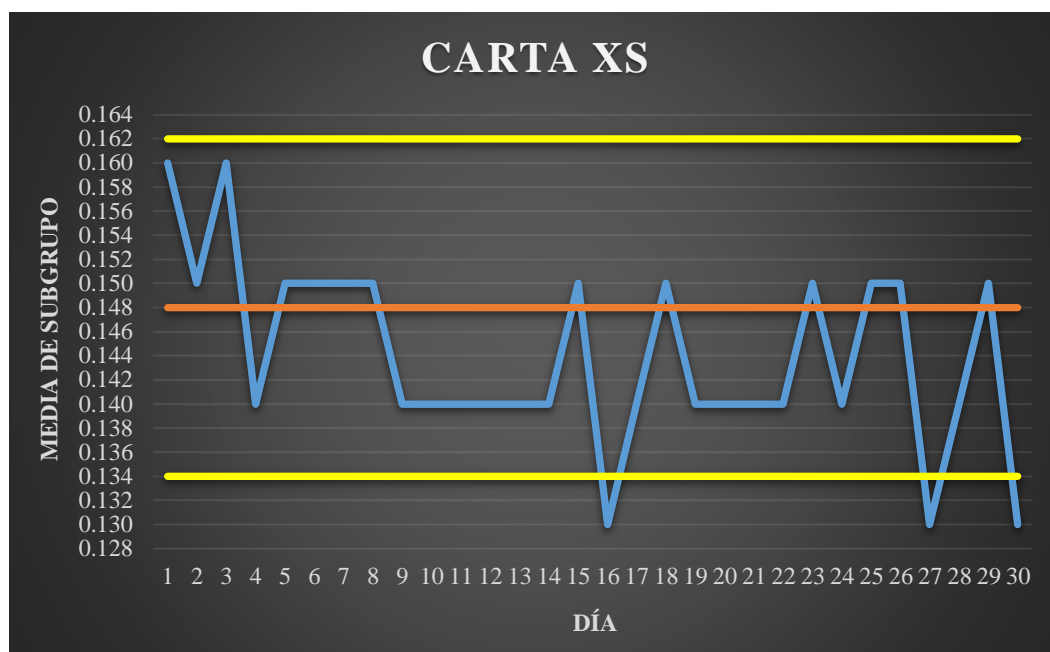


Figura 22. Carta XS

Eje vertical - media de cada subgrupo, eje horizontal - día de toma de muestra.

La carta XS correspondiente a la figura 21 indica que existen al menos tres puntos que salen de los límites permitidos, es decir, la acidez en los días 16, 27 y 30 alcanza una media de 0,130 % (por fracción de masa), estos valores representan la media de cada subgrupo, es decir dentro de 10 tomas se tiene una media de 0,130 % la cual sobrepasa el límite de control inferior, haciéndolo suponer un proceso inestable.

Su variabilidad se concentra en la parte inferior de la carta, por lo que es necesario dividirla en zonas para su mejor análisis como se muestra en la figura 22.

- *Zona A superior:* $\frac{2}{3} * (LCS - LC) + LC$ 15)

$$\text{Zona A superior: } \frac{2}{3} * (0,162 - 0,148) + 0,148$$

$$\text{Zona A superior: } 0,157$$

- *Zona B superior:* $\frac{1}{3} * (LCS - LC) + LC$ (16)

$$\text{Zona A superior: } \frac{1}{3} * (0,162 - 0,148) + 0,148$$

$$\text{Zona A superior: } 0,153$$

- *Zona A inferior:* $\frac{1}{3} * (LC - LCI) + LCI$ 17)

$$\text{Zona A inferior: } \frac{1}{3} * (0,148 - 0,134) + 0,134$$

$$\text{Zona A inferior: } 0,139$$

- *Zona B inferior:* $\frac{2}{3} * (LC - LCI) + LCI$ (18)

$$\text{Zona B inferior: } \frac{2}{3} * (0,148 - 0,134) + 0,134$$

$$\text{Zona A inferior: } 0,143$$

Una vez establecidas las zonas de control, como se muestran en la tabla 36 se grafica la carta con dichos parámetros para un mejor análisis.

Tabla 36. Zonas de control A, B y C para carta XS

	X	LC	LCS	LCI	ZONAS			
1	0,16	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
2	0,15	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
3	0,16	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
4	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
5	0,15	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
6	0,15	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
7	0,15	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
8	0,15	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
9	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
10	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
11	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
12	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
13	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
14	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
15	0,15	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
16	0,13	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
17	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
18	0,15	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
19	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
20	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
21	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
22	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
23	0,15	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
24	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
25	0,15	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
26	0,15	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
27	0,13	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
28	0,14	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
29	0,15	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139
30	0,13	0,148	0,162	0,134	0,157	0,143	0,153	0,139

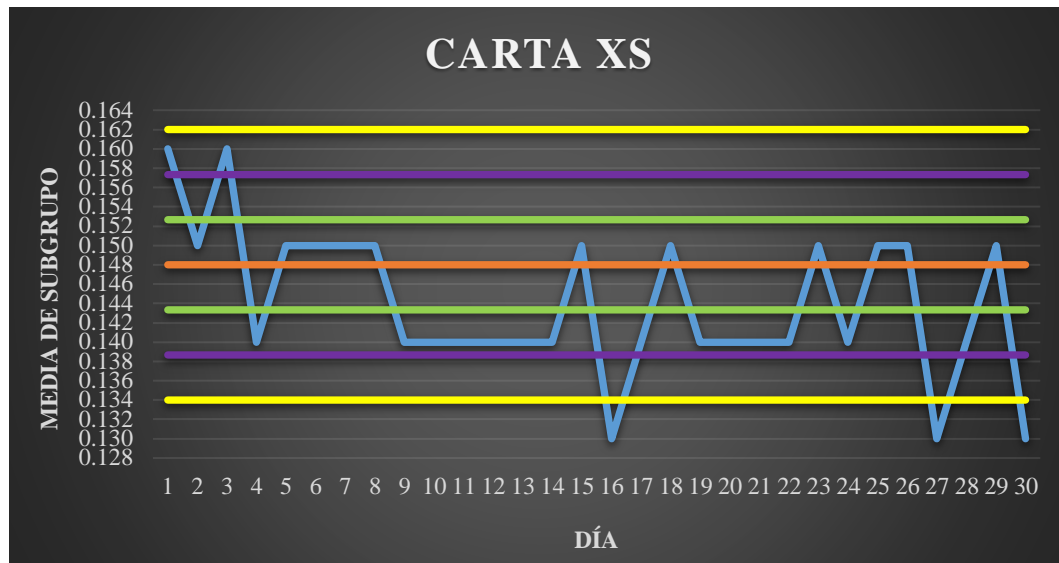


Figura 23. Carta de control XS con zonas de control

La zona A se encuentra en la parte inferior entre los valores 0,134 y 0,139, en la parte superior entre los valores de 0,157 y 0,162.

La zona B se encuentra en la parte inferior entre los valores 0,139 y 0,143, en la parte superior entre los valores de 0,153 y 0,157.

La zona C, es el área que resulta sobrante en la carta de control, se encuentra entre los valores de 0,143 y 0,153.

Para un análisis del comportamiento del proceso, de variabilidad y plantear una interpretación general de la carta de control la zonificación sirve de guía, pues gráficamente se pueden observar cuantos puntos recaen en cada una de las zonas y por ende plantear las debidas observaciones.

Se analizan los patrones que pueden o no tener la carta de control XS para la variable acidez titulable en la leche cruda.

Inicialmente se observa que el proceso es inestable, esto ocurre debido a que al menos tres puntos recaen fuera del límite de control inferior LCI, los valores obtenidos de 1,30 en las mediciones de los días 16, 27 y 30 indican un proceso inestable, para disponer más información se analizan los patrones de inestabilidad.

Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso

Al tener 3 puntos que salen del límite de control inferior se cumple este patrón, debido a que al salir al menos un punto fuera de los límites el proceso es inestable, no existe una tendencia a que varios puntos consecutivos estén a un solo lado de la línea central.

Análisis de capacidad, cumplimiento de estándares.

NORMA NTE INEN 9:2012

La leche cruda de vaca destinada al procesamiento debe cumplir con estándares especificados en la norma NTE INEN 9:2012 que establece los parámetros fisicoquímicos recomendados para que la misma se considere apta para el consumo humano. Mediante un muestreo y el análisis estadístico se establecen los límites dentro de la carta de control con la siguiente denominación como se muestra en la tabla 37.

Tabla 37. Requisitos de acidez titulable para la leche cruda

	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13

La normativa se plantea como el punto de partida, el sustento técnico y la línea base de manera cuantitativa para el análisis de la calidad de la leche cruda a ser procesada en la empresa, dando cumplimiento al primer objetivo específico del proyecto de investigación.

La norma NTE INEN 13 dispone que el método de ensayo se base en el uso de fenolftaleína como indicador, denominado determinación del grado de acidez según Dornic en este caso, se agita la solución de leche y fenolftaleína hasta llegar a un color rosado durante 30 segundos y posteriormente leer el volumen de la solución en la bureta.

Al introducir estos valores en la carta de control se determina lo siguiente:

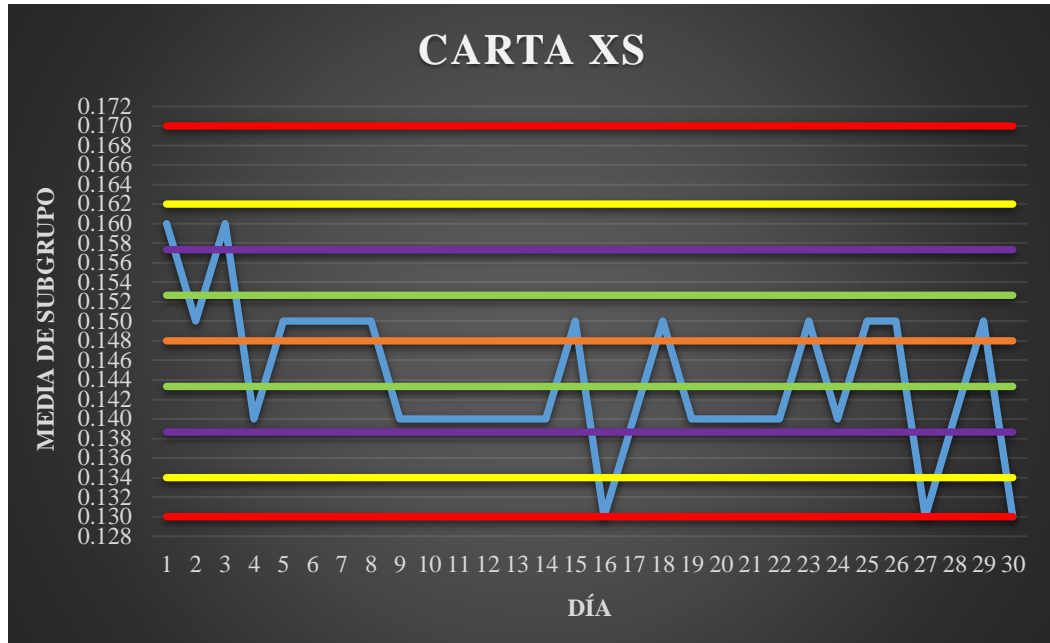


Figura 24. Carta de control XS con estandarización

En la figura 23 se grafican los ejes de 0,13 y 0,17 (color rojo) que indican las especificaciones para la acidez titulable de la leche cruda, en la carta de control se puede observar que ningún punto sobrepasa las especificaciones, sin embargo, en las muestras 16, 27 y 30 el valor recae justo en la especificación inferior correspondiente a 0,130.

La carta de control con los límites de control y especificaciones indica ser un proceso inestable pero capaz.

- Inestable porque tres puntos (16, 27 y 30) sobrepasan el límite de control inferior.
- Capaz porque ningún punto sobrepasa las especificaciones planteadas en la NTE INEN 9:2012, sin embargo se requiere un análisis de capacidad para verificar este planteamiento, el mismo que es abordado posteriormente en el estudio.

Para proceder con el estudio se plantea el tipo de distribución, pues existen numerosas opciones y para definir análisis de capacidad se requiere saber el tipo de distribución que siguen los datos. En la tabla 38 se detallan las frecuencias de los datos.

Tabla 38. Frecuencia de datos en subgrupos

ACIDEZ	0,13	0,14	0,15	0,16
FRECUENCIA	3	14	11	2

Mediante la tabla de frecuencias se plantea el grafico de tendencias con los ejes de frecuencia (eje vertical) y nivel de acidez en el subgrupo (eje horizontal).

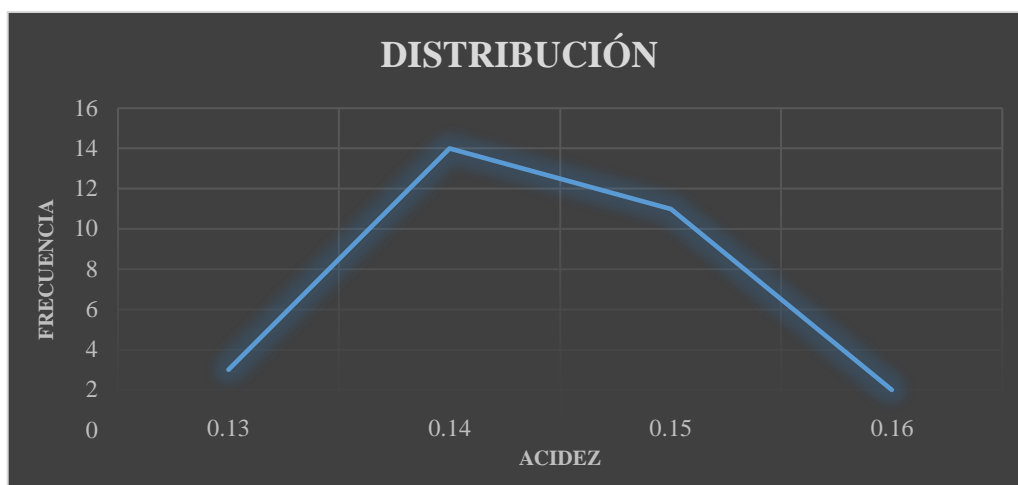


Figura 25. Distribución de datos

Se supone una distribución normal según la frecuencia de los datos y sus parámetros según la figura 24, pues su apariencia sigue una curva simétrica en forma de campana, su valor pico se encuentra en 0,14 con la frecuencia más alta de los datos (14 repeticiones).

3.10 Cálculo de índices de capacidad

Para establecer una estandarización superior e inferior se toma en cuenta la normativa vigente en el país para leche cruda destinada al procesamiento, norma NTE INEN 9:2012. La misma plantea tolerancias para la acidez titulable (0,13% fracción de masa – 0,17 % fracción de masa), con un valor target de 0,15 % fracción de masa. Debido a que la leche cruda receptada en Yanahurco de Juigua está en su totalidad destinada al procesamiento de quesos, se toma esta normativa como un punto de partida y sustento para otorgar un análisis de capacidad del proceso.

$$ES = 0,15 + 0,02 = 0,17 \text{ \% (fracción de masa)}$$

$$EI = 0,15 - 0,02 = 0,13 \text{ \% (fracción de masa)}$$

Para el análisis se toma en cuenta la capacidad de corto plazo, varios datos tomados en corto plazo para que no existan influencias externas al proceso, se plantea de esta forma debido a que en la empresa siempre se produce exactamente lo mismo y con materia prima que proviene de los mismos productores.

Al evaluar la capacidad del proceso, se determina también la habilidad y características del mismo al conocer la amplitud de su variación natural entorno al nivel de acidez de la leche cruda a ser procesada, con ello se conoce a ciencia cierta en qué medida esta variable es satisfactoria en cuanto a calidad, es decir en qué medida cumple con especificaciones.

3.10.1 Índice C_p

Mediante este indicador se plantea la capacidad potencial del proceso, tomando en cuenta la desviación estándar del mismo y sus especificaciones.

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} \quad (19)$$

Donde:

ES = Especificación superior

EI = Especificación inferior

$\bar{\sigma}$ = Desviación estándar del proceso

$$C_p = \frac{0,17 - 0,13}{6 * 0,014}$$

$$C_p = 0,476$$

Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz cumpliendo especificaciones, la variación natural de los datos siempre será menor que la variación tolerada, para una mejor interpretación se debe basar en la siguiente tabla para los valores de C_p como se muestran en la tabla 39.

Tabla 39. Valores de C_p y su interpretación

Valor del índice C_p	Clase o categoría del proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Calidad Seis Sigma.
$C_p > 1,33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1,33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0,67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0,67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias.

El valor de C_p se encuentra dentro de la clase o categoría número 4, donde $C_p < 0,67$, la teoría indica que el proceso no es adecuado y requiere de modificaciones severas, tanto este índice como la gráfica de control deben ser monitoreados continuamente.

Al determinar que el proceso no es el más adecuado, se siguen estrategias y se adoptan nuevas metodologías para mejorarlo como:

- Cambiar el proceso en si
- Rediseño del producto o proceso
- Tercerizar la elaboración de la parte o cambiar de proveedor
- Aumentar la frecuencia del control y monitoreo
- Capacitar al personal

3.10.2 Índice C_r

Indica la razón de capacidad potencial, representa la proporción de la banda de especificaciones que ocupa el proceso de tal manera que su valor debe ser menor que 1 para dar un veredicto positivo, se calcula de la siguiente manera.

$$C_r = \frac{6\sigma}{ES - EI} \quad (20)$$

$$C_r = \frac{6 * 0,014}{0,17 - 0,13}$$

$$C_r = 2,1$$

El valor 2,1 para el índice plantea que la variación del proceso abarca el 210% de la banda de especificaciones, es decir, la capacidad potencial del proceso es inadecuada al sobrepasar el 100% de la banda de especificaciones. Es un índice poco utilizado debido a que al contrario del índice C_p , éste divide la amplitud de la variación natural sobre la amplitud de la variación tolerada o especificaciones.

3.10.3 Índices C_{pi} , C_{ps} y C_{pk}

Al determinar los índices C_p y C_r no se toma en cuenta el centrado del proceso, mediante los indicadores C_{pi} , C_{ps} y C_{pk} se utiliza dentro de su formulación la media del proceso, con ello se evalúa en partes el cumplimiento de las especificaciones, por un parte el índice de capacidad para la especificación inferior C_{pi} y el índice de capacidad para la especificación superior C_{ps} , de la siguiente manera.

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} \quad (21)$$

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} \quad (22)$$

Para el cálculo de estos índices se toma en cuenta 3σ debido a que se calcula la distancia de la media hasta una especificación ya sea superior o inferior dependiendo el caso, por ello se toma en cuenta la mitad de 6σ

3.10.4 Índices de capacidad para la especificación inferior y superior Cpi y Cps.

$$C_{Pi} = \frac{0,148 - 0,13}{3 * 0,014}$$

$$C_{Pi} = 0,43$$

$$C_{Ps} = \frac{0,17 - 0,148}{3 * 0,014}$$

$$C_{Ps} = 0,52$$

Tanto el índice de capacidad para la especificación inferior como el índice para la especificación superior son menores a 0,67 el proceso no es adecuado para el trabajo, requiere severas modificaciones.

Por otra parte, un indicador que proporciona información de la capacidad real del proceso es el índice Cpk, se toma este índice como una corrección del índice Cp debido a que en este caso si se toma en cuenta el valor correspondiente al centrado del proceso, se determina de la siguiente forma:

$$C_{Pk} = \text{Mínimo} (Cps, Cpi) \quad (23)$$

$$C_{Pk} = \text{Mínimo} \left(\frac{0,17 - 0,148}{3 * 0,014}, \frac{0,148 - 0,13}{3 * 0,014} \right)$$

$$C_{Pk} = \text{Mínimo} (0,52, 0,43)$$

$$C_{Pk} = 0,43$$

De la misma manera el índice real del proceso $Cpk < 1$ plantea que no es adecuado y requiere severas modificaciones.

Debido a que el Cpk está muy próximo al Cp indica que la media del proceso está muy próxima al punto medio de las especificaciones.

3.10.5 Índice K

Mediante este índice se calcula el centrado del proceso, indica que tan centrada esta la distribución de una característica de calidad con respecto a sus especificaciones, se determina mediante:

$$K = \frac{\mu - N}{\frac{1}{2} (ES - EI)} \quad (24)$$

Donde:

N = Valor nominal (Target), según las especificaciones, un valor nominal para la acidez es de 0,15 % (fracción de masa)

$$N = 0,5 (ES + EI) \quad (25)$$

$$N = 0,5 (0,17 + 0,13)$$

$$N = 0,15$$

Por lo tanto, el índice K sería:

$$K = \frac{0,148 - 0,15}{\frac{1}{2} (0,17 - 0,13)}$$

$$K = -0,1$$

Este indicador plantea analizar la diferencia entre el promedio de las medias del proceso y el valor nominal planteado por las especificaciones.

Al ser un valor negativo debido a que $\mu < N$, al multiplicar por 100%, el valor de K en términos absolutos (10%) se considera aceptable debido a que un valor en términos absolutos mayor que 20% indica que el proceso está muy descentrado.

3.10.6 Índice Cpm (Índice de Taguchi)

Este índice plantea que cumplir con las especificaciones no necesariamente es sinónimo de buena calidad, la variabilidad debe reducirse en torno al valor nominal N.

$$Cpm = \frac{ES - EI}{6\tau} \quad (26)$$

Donde:

$$\tau = \sqrt{\sigma^2 + (\mu - N)^2} \quad (27)$$

$$\tau = \sqrt{0,014^2 + (0,148 - 0,15)^2}$$

$$\tau = 0,0141$$

Por lo tanto:

$$Cpm = \frac{0,17 - 0,13}{6 * 0,0141}$$

$$Cpm = \frac{0,17 - 0,13}{6 * 0,0141}$$

$$Cpm = 0,4728$$

El valor de Cpm=0,4728 menor a 1 indica que el proceso no cumple con las especificaciones, se puede tratar de problemas de centrado o exceso de variabilidad.

3.11 Métricas sigma.

A partir de la estandarización del proceso (Norma NTE INEN 9:2012), la media y desviación estándar del proceso se continúa con el análisis para obtener las métricas sigma para la variable acidez titulable en la leche cruda de la empresa Yanahurco de Juigua, estas métricas se refieren a cumplir metas o alcanzar objetivos de tipo común dentro de una organización.

Para ello se plantean índices superior e inferior para el análisis.

$$Z_s = \frac{ES - \mu}{\sigma} \quad (28)$$

$$Z_s = \frac{0,17 - 0,148}{0,014}$$

$$Z_s = 1,57$$

$$Z_i = \frac{\mu - EI}{\sigma}$$

$$Z_i = \frac{0,148 - 0,13}{0,014}$$

$$Z_i = 1,29$$

El valor de Z corresponde al valor mínimo entre Z_s y Z_i .

$$Z = \text{minimo} [Z_s ; Z_i] \quad (29)$$

$$Z = 1,29$$

Al conocer Z_c (Z a corto plazo) se puede determinar las partes por millón de oportunidades (PPM) que se esperan a largo plazo.

$$PPM = \exp\left(\frac{29,37 - (Z_c - 0,8406)^2}{2,221}\right) \quad (30)$$

$$PPM = \exp\left(\frac{29,37 - (1,29 - 0,8406)^2}{2,221}\right)$$

$$PPM = 505266,3$$

A largo plazo, por cada millón de oportunidades se pueden tener 505266 partes fuera de especificaciones.

Suponiendo este valor para PPM, el nivel sigma de la empresa se plantea de la siguiente manera:

Nivel de calidad en sigmas: Z_c

$$Z_c = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 \times \ln(PPM)} \quad (31)$$

$$Z_c = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 \times \ln(505266)}$$

$$Z_c = 1,29 \text{ Sigmas}$$

3.12 Muestreo por atributos.

El muestreo por atributos utiliza más elementos a ser inspeccionados puesto que su medición es mucho más rápida, requiere menos complejidad para aceptar o rechazar el artículo de acuerdo a la característica de calidad y sobre todo únicamente se registra si pasa o no pasa, al contrario del muestreo por variables que involucra cifras o números.

Partiendo de estudio de las causas que generan los defectos en la producción de quesos, se determina que un atributo a ser analizado y el más importante en el proceso de producción es la mastitis en la leche cruda, el estudio se da en la recepción de la leche, se analiza esta característica de calidad mediante reactivos, de manera muy sencilla y sobre todo en la lluvia de ideas, análisis 5W y 1H el equipo de trabajo determina que es la característica de calidad muy significativa y que merece un estudio más profundo.

Durante el periodo de registro de datos en las hojas de verificación se analiza la mastitis en la leche cruda que ingresa a la empresa a ser procesada, se plantea la respectiva hoja de verificación y el plan de muestreo por atributos para que todas las unidades del lote tengan la misma probabilidad y posibilidad de ser inspeccionados dentro del estudio.

Tamaño de la muestra.

Se parte del tamaño del lote (69), para un muestreo por atributos se plantea un tamaño de muestra en base a la fórmula general. Con esta metodología se determina un número limitado de artículos que serán los representantes de todo el lote, siendo una porción significativa con lo cual se plantea inspeccionar probabilísticamente todo el lote pero no al 100% lo cual ocasiona pérdidas económicas, tiempo y recursos humanos mientras que

un tamaño de muestra demasiado reducido no proporciona seguridad ni garantiza un estudio confiable.

Se plantea la fórmula general para el cálculo del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1) * e^2 + \sigma^2 * Z^2} \quad (1)$$

Donde:

- N= Tamaño de la población = 69
- σ = Proporción esperada = 0,5 (pasa o no pasa)
- z = Parámetro estadístico para un determinado nivel de confianza = (1,96, nivel de confianza 95%)
- e = Error máximo aceptado = 15%

$$n = \frac{69 * 0,5^2 * 1,96^2}{(69 - 1) * 0,15^2 + 0,5^2 * 1,96^2}$$

$$n = 27$$

El valor del tamaño de la muestra indica que de los 69 proveedores de leche se inspeccionará a 27 de ellos, el tema de estudio es la mastitis en la leche y se lo realiza durante la recepción de la misma.

Debido a su aplicación, sencillez y confiabilidad se aplica un muestreo aleatorio sistemático para determinar las muestras a inspeccionar dentro del lote.

$$\text{Muestreo aleatorio sistemático} = \frac{\text{Población}}{\text{Muestra}} \quad (32)$$

$$\text{Muestreo aleatorio sistemático} = \frac{69}{27} = 2,55$$

Se toma un valor entre 1 y 2 para empezar con las inspecciones, en este caso se toma la inspección número 1 y se procede a muestrear, el siguiente artículo a analizar se determina sumando el valor de 2 a la muestra anterior, de la siguiente manera.

Muestras:

1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,25,27,29,31,33,35,37,39,41,43,45,47,49,51,53

De esta manera se realizan 27 inspecciones dentro del lote de 69 unidades, el proceso es registrado en la hoja de verificación para mastitis en la leche (atributo) con el indicador de pasa o no pasa.

Tabulación de datos

Se toman 27 muestras durante 30 días de inspección como se muestran en la tabla 40, se analiza la mastitis de cada muestra y se registra en la hoja de verificación.

Tabla 40. Defectuosos por muestra

MUESTRA (día)	DEFECTUOSOS (leche con mastitis)
1	0
2	0
3	1
4	1
5	3
6	0
7	0
8	1
9	1
10	1
11	0
12	0
13	0
14	0
15	2

Continuación. Tabla 40. Defectuosos por muestra

MUESTRA (día)	DEFECTUOSOS (leche con mastitis)
16	1
17	1
18	2
19	0
20	0
21	1
22	0
23	1
24	0
25	0
26	0
27	1
28	0
29	0
30	0

En la tabulación de unidades defectuosas (muestras con mastitis a lo largo del día), se determina que en una muestra de 27 unidades máximo se han de encontrar 3 muestras inconsistentes, esto se debe a que la mastitis en la leche es el primer parámetro a tomarse en cuenta por parte del comunero proveedor de leche debido a que en gran parte depende de la técnica en el ordeño, higiene y estado de la vaca (proceso de parto).

En Yanahurco de Juigua los comuneros tienen conocimiento de estos parámetros para evitar la aparición de mastitis en la leche, al tener una densidad fuera de lo común ya se puede determinar que se trata de mastitis, existen casos en los que el comunero al constatar que su producto tiene esta particularidad no lo lleva a recepción.

Mediante el estudio se corrobora que los casos de mastitis en la leche son muy inusuales, sin embargo al existir un caso, el mismo genera serios cambios en todo el lote debido a que al ser mezclado con las demás muestras provoca variaciones en las propiedades de las unidades sin mastitis.

3. 13 Carta de control por atributos

Debido a que el tamaño de subgrupo es constante, se desea analizar el número de defectuosos, la mejor alternativa es generar una carta de control Np (número de defectuosos), en ella se reflejan los datos correspondientes al número de muestras con mastitis en cada día de análisis.

Se determinan la línea central y límites de control para así obtener la gráfica con su respectiva dispersión.

La línea central corresponde al producto entre el tamaño de subgrupo n y la proporción promedio de artículos defectuosos p .

$$LC = n\bar{p} \quad (33)$$

Donde:

- n = Tamaño de subgrupo
- p = Proporción de defectuosos

La proporción de defectuosos se obtiene mediante la división del total de artículos defectuosos sobre el número de piezas inspeccionadas en su totalidad.

$$\bar{p} = \frac{\text{Total de defectuosos}}{\text{Número de muestras} * \text{tamaño del lote}} \quad (34)$$

$$\bar{p} = \frac{17}{30 * 27}$$

$$\bar{p} = 0,021$$

Se calcula la línea central:

$$LC = 27 * 0,021$$

$$LC = 0,57$$

Los límites de control superior e inferior se obtienen mediante las siguientes fórmulas.

$$LCS = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \quad (35)$$

$$LCS = (27 * 0,021) + 3\sqrt{(27 * 0,021)(1 - 0,021)}$$

$$LCS = 2,8$$

En cuanto al límite de control inferior:

$$LCI = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \quad (36)$$

$$LCI = (27 * 0,021) - 3\sqrt{(27 * 0,021)(1 - 0,021)}$$

$LCI = -1,67$ (Si el límite es negativo, se reemplaza por el valor cero)

$$LCI = 0$$

Tabla 41. Límites y dispersión de la carta Np

MUESTRA	DEFECTUOSOS	$n\bar{p}$	LCS	LCI
1	0	0,57	2,8	0
2	0	0,57	2,8	0
3	1	0,57	2,8	0
4	1	0,57	2,8	0
5	3	0,57	2,8	0
6	0	0,57	2,8	0
7	0	0,57	2,8	0
8	1	0,57	2,8	0
9	1	0,57	2,8	0
10	1	0,57	2,8	0
11	0	0,57	2,8	0
12	0	0,57	2,8	0
13	0	0,57	2,8	0

Continuación. Tabla 41. Límites y dispersión de la carta Np

MUESTRA	DEFECTUOSOS	$n\bar{p}$	LCS	LCI
14	0	0,57	2,8	0
15	2	0,57	2,8	0
16	1	0,57	2,8	0
17	1	0,57	2,8	0
18	2	0,57	2,8	0
19	0	0,57	2,8	0
20	0	0,57	2,8	0
21	1	0,57	2,8	0
22	0	0,57	2,8	0
23	1	0,57	2,8	0
24	0	0,57	2,8	0
25	0	0,57	2,8	0
26	0	0,57	2,8	0
27	1	0,57	2,8	0
28	0	0,57	2,8	0
29	0	0,57	2,8	0
30	0	0,57	2,8	0

No pueden existir defectos negativos, menores a cero, por lo tanto el límite de control inferior se toma como el valor mínimo “0”, la línea central corresponde al valor de 0,57 y el límite de control superior 2,8 como se muestran en la tabla 41, de esa manera se puede establecer la carta de control Np con la dispersión correspondiente a las unidades defectuosas encontradas en cada subgrupo.

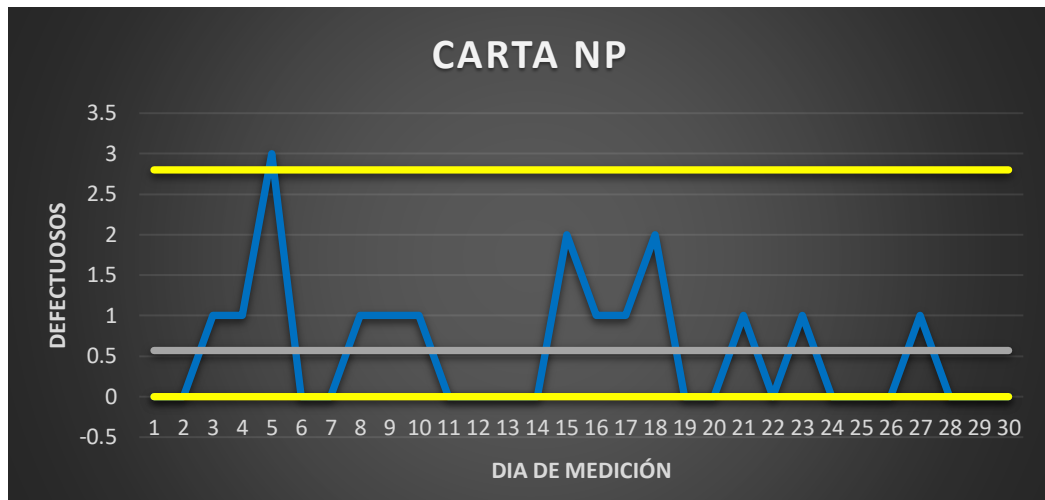


Figura 26. Carta Np

En la figura 25 se visualizan los límites de la carta de control Np para el atributo mastitis, indican que de cada 27 unidades inspeccionadas, el número de rechazos varíe entre 0 y 2,8 con un promedio de 0,57, estos valores o mejor señalados como limites reflejan la realidad y el estado del proceso. En resumen, se espera que máximo el 10% de proveedores inspeccionados resulten con su producto defectuoso (leche con mastitis).

Existe un punto fuera de los límites de control, en el subgrupo 5 se detectan 3 unidades defectuosas, superando el LCS 2,8. Esto indica que el proceso es inestable, por otra parte, un buen número de datos recaen en el punto cero, 0 defectos por subgrupo lo cual es positivo para la empresa y sus proveedores.

3.14 Análisis Seis sigma

Se plantea el análisis sigma para atributos partiendo del concepto de que en un producto existe más de una oportunidad de error en cualquier parte de la misma.

3.14.1 Índice DPU y DPO

Métrica que determina los defectos por unidad, el nivel de no calidad de un proceso obtenido de la siguiente manera:

$$DPU = \frac{d}{U} \tag{2}$$

Donde.

- d = Número de defectos observados
- U = Número de unidades inspeccionadas

$$DPU = \frac{17}{27 * 30}$$

$$DPU = 0,021$$

Significa que en un lote de 100 unidades se esperarían 2,1 productos defectuosos.

Para tomar en cuenta los defectos por oportunidad se calcula el DPO.

$$DPO = \frac{d}{U * O} \quad (3)$$

Donde.

O = Oportunidades de error por unidad

$$DPO = \frac{17}{27 * 30 * 1}$$

$$DPO = 0,021$$

En este caso existe una oportunidad de error que es la mastitis, atributo considerado para el estudio y análisis, la oportunidad de error es de 1 por lo que DPU y DPO tienen el mismo valor.

Defectos por millón de oportunidades:

$$DPMO = DPO * 1000000 \quad (4)$$

$$DPMO = 0,021 * 1000000$$

$$DPMO = 21000$$

Existe la probabilidad de encontrar 21000 defectos en un millón de oportunidades

El índice DPMO indica que según los datos analizados, por cada millón de muestras de leche cruda en Yanahurco de Juigua existe la probabilidad de encontrar 21000 muestras defectuosas.

DPU frente a PPM y el nivel de sigmas

$$Y = e^{-DPU} \quad (37)$$

$$Y = e^{-0,021}$$

$$Y = 0,9792$$

Este valor indica que la probabilidad de que una unidad o muestra esté libre de defectos es del 97,92%, un nivel aceptable.

Para determinar el valor sigma de la empresa en relación al atributo mastitis en la leche, se parte de la obtención del parámetro Zy.

En la tabla de distribución normal tipificada se halla el valor de Zy para 0,9792.

Se determina el valor más cercano a 0,9792, en la tabla corresponde a 0,9793, obteniendo un resultado de 2,04 para Zy.

Para determinar el nivel sigma o el process sigma, primero se halla el valor Yield (rendimiento del proceso) en la tabla 42.

$$\text{Yield} = (1-DPO)*100 \quad (38)$$

$$\text{Yield} = (1-0,021)*100$$

$$\text{Yield} = 97,9$$

Tabla 42. Tabla abreviada de sigmas

<i>Long-Term Yield</i>	<i>Process Sigma</i>	<i>Defects Per 1,000,000</i>	<i>Defects Per 100,000</i>	<i>Defects Per 10,000</i>	<i>Defects Per 1,000</i>	<i>Defects Per 100</i>
99.99966%	6.0	3.4	0.34	0.034	0.0034	0.00034
99.9995%	5.9	5	0.5	0.05	0.005	0.0005
99.9992%	5.8	8	0.8	0.08	0.008	0.0008
99.9990%	5.7	10	1	0.1	0.01	0.001
99.9980%	5.6	20	2	0.2	0.02	0.002
99.9970%	5.5	30	3	0.3	0.03	0.003
99.9960%	5.4	40	4	0.4	0.04	0.004
99.9930%	5.3	70	7	0.7	0.07	0.007
99.9900%	5.2	100	10	1.0	0.1	0.01
99.9850%	5.1	150	15	1.5	0.15	0.015
99.9770%	5.0	230	23	2.3	0.23	0.023
99.9670%	4.9	330	33	3.3	0.33	0.033
99.9520%	4.8	480	48	4.8	0.48	0.048
99.9302%	4.7	680	68	6.8	0.68	0.068
99.9040%	4.6	960	96	9.6	0.96	0.096
99.8650%	4.5	1,350	135	13.5	1.35	0.135
99.8140%	4.4	1,800	180	18.0	1.80	0.180
99.7450%	4.3	2,550	255	25.5	2.55	0.255
99.6540%	4.2	3,460	346	34.6	3.46	0.346
99.5340%	4.1	4,660	466	46.6	4.66	0.466
99.3790%	4.0	6,210	621	62.1	6.21	0.621
99.1810%	3.9	8,190	819	81.9	8.19	0.819
98.930%	3.8	10,700	1,070	107	10.7	1.07
98.610%	3.7	13,900	1,390	139	13.9	1.39
98.220%	3.6	17,800	1,780	178	17.8	1.78
97.730%	3.5	22,700	2,270	227	22.7	2.27
97.130%	3.4	28,700	2,870	287	28.7	2.87
96.410%	3.3	35,900	3,590	359	35.9	3.59
95.540%	3.2	44,600	4,460	446	44.6	4.46
94.520%	3.1	54,800	5,480	548	54.8	5.48
93.320%	3.0	66,800	6,680	668	66.8	6.68
91.920%	2.9	80,800	8,080	808	80.8	8.08
90.320%	2.8	96,800	9,680	968	96.8	9.68
88.50%	2.7	115,000	11,500	1,150	115	11.5
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
81.60%	2.4	184,000	18,400	1,840	184	18.4
78.80%	2.3	212,000	21,200	2,120	212	21.2
75.80%	2.2	242,000	24,200	2,420	242	24.2
72.60%	2.1	274,000	27,400	2,740	274	27.4
69.20%	2.0	308,000	30,800	3,080	308	30.8
65.60%	1.9	344,000	34,400	3,440	344	34.4
61.80%	1.8	382,000	38,200	3,820	382	38.2
58.00%	1.7	420,000	42,000	4,200	420	42
54.00%	1.6	460,000	46,000	4,600	460	46
50%	1.5	500,000	50,000	5,000	500	50
46%	1.4	540,000	54,000	5,400	540	54
43%	1.3	570,000	57,000	5,700	570	57
39%	1.2	610,000	61,000	6,100	610	61
35%	1.1	650,000	65,000	6,500	650	65
31%	1.0	690,000	69,000	6,900	690	69
28%	0.9	720,000	72,000	7,200	720	72
25%	0.8	750,000	75,000	7,500	750	75
22%	0.7	780,000	78,000	7,800	780	78
19%	0.6	810,000	81,000	8,100	810	81
16%	0.5	840,000	84,000	8,400	840	84
14%	0.4	860,000	86,000	8,600	860	86
12%	0.3	880,000	88,000	8,800	880	88
10%	0.2	900,000	90,000	9,000	900	90
8%	0.1	920,000	92,000	9,200	920	92

Para un valor Yield de 97,9 el nivel sigma aproximado es de 3,5 correspondiente a 22700 defectos por millón. Este valor posiciona al proceso en un nivel sigma aceptable, superando el 3σ . Este parámetro se logra debido a que la mayor parte de mediciones y sus correspondientes subgrupos son equivalentes a cero, no hay desperdicios, no hay devoluciones, todo esto debido a que la mastitis está altamente controlada por parte de los productores y los operadores de la empresa.

3.15 Estrategias de mejora

En el análisis por variables se encuentra un proceso inestable e incapaz, inestable por que más de un punto en la carta de control XS sobrepasa los límites de control e incapaz por que mediante el análisis de capacidad se determina mediante los índices que no es adecuado para el trabajo y requiere modificaciones muy serias, un índice de capacidad potencial $C_p=0,476$ y un índice de Taguchi $C_{pm}=0,4728$ relacionado entorno al valor nominal N que al ser inferiores a 1 indican problemas de capacidad.

En el análisis por atributos se registra un proceso inestable y capaz con una probabilidad de encontrar 21000 defectos en un millón de oportunidades a su vez un process sigma de 3,5 indicando un proceso con buen rendimiento en cuanto a la presencia de mastitis en la leche, un valor que puede ser mejorado y requiere monitoreo debido a que en el análisis realizado en la empresa de causas que generan defectos la mastitis es la más importante por su incidencia en la calidad del producto final.

Dicho esto, el plan de mejora, estrategias y actividades a ser tomadas en cuenta se enfocan en el análisis por variables, existen varias alternativas para plantear acciones correctivas, sin embargo al tratarse de un enfoque en cuanto a capacidad y estabilidad el proceso se toman las estrategias de mejora en seis sigma como base, partiendo del estado del proceso, al ser el mismo inestable e incapaz se sitúa como un proceso tipo D, siendo el proceso tipo A el objetivo al cual mediante un compromiso de toda la organización se llegará a futuro.

Proceso tipo D (inestable e incapaz)

Una vez realizado el estudio, se sitúa el proceso en la categoría D, al tener una baja capacidad de cumplir con especificaciones e inestable según su variabilidad y patrones, se supone que las causas que provocan variación son muy recurrentes provocando un desempeño relativamente malo, los esfuerzos encaminados a la mejora se orientan a detectar y eliminar las causas que producen inestabilidad mediante los patrones.

La variación puede ser atribuible a materiales empleados en el proceso, métodos en la producción en sí, mediciones, operaciones de maquinaria, nivel de conocimiento, capacitación y experiencia de los operarios, entre otros.

Para este nivel existen estrategias y acciones de mejora que permiten que el proceso pueda mejorar hasta llegar a la categoría A (proceso estable y capaz), las mismas que se detallan a continuación.


Mejorar la aplicación y uso de las cartas de control

Para el caso de la empresa Yanahurco de Juigua previo a este estudio no se registra el uso de cartas de control, pues su manera de hacer control de calidad se basa en el análisis de mastitis y acidez, una vez que se encuentra una variante en el atributo o variable antes mencionados se devuelve al proveedor.

En este sentido, se plantea el uso de las cartas de control elaboradas en este estudio, partiendo de las hojas de verificación (documentos que tampoco dispone la empresa antes del presente estudio), planes de muestreo, cartas de control por variables y atributos hasta el análisis de capacidad y Seis sigma.


Se pretende que el estudio esté centrado al análisis por variables, es decir al análisis de la variabilidad de la acidez titulable de la leche, para este caso se plantea la aplicación de cartas de control S y XS, con ellas se establece una guía gráfica que monitorea el proceso a lo largo del tiempo.

A continuación se presenta un modelo diseñado y planteado para su aplicación en la empresa Yanahurco de Juigua en el cual se detallan paso a paso las estrategias y acciones de mejora al proceso productivo de elaboración de quesos, partiendo de un análisis estadístico para mantener controlada la variable acidez titulable y el atributo mastitis determinadas como causas principales de variabilidad.


	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	1 de 15

PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Sr. Sebastián León A.	Ing. Daysi Ortiz Mg.	Sr. Alfonso Tigasi
Investigador	Docente tutor	Administrador-Yanahurco de Juigua
Firma:	Firma:	Firma:

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	2 de 15

<i>CONTROL Y REGISTRO DE CAMBIOS Y MODIFICACIONES</i>			
<i>N°</i>	<i>MOTIVO DEL CAMBIO O MODIFICACIÓN</i>	<i>FECHA</i>	<i>NÚMERO DE REVISIÓN</i>
<i>1.</i>			
<i>2.</i>			
<i>3.</i>			
<i>4.</i>			
<i>5.</i>			

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	3 de 15

Objetivo.

Elaborar un procedimiento a seguir para cumplir las actividades encaminadas a mejorar y controlar la calidad en la empresa Yanahurco de Juigua.

Alcance.


El presente documento se enfoca en determinar los factores que afectan la calidad, el nivel de variabilidad y capacidad del proceso de recepción de leche mediante un monitoreo a partir de las cartas de control por atributos y variables hasta llegar a la aplicación de estrategias de mejora para la empresa Yanahurco de Juigua.

Normativas.

Norma NTE INEN 9:2012

Términos y definiciones.

- **Calidad.** Conjunto de características que cumplen necesidades a la altura de sus requisitos
- **DMAIC.** Metodología basada en definir, medir, analizar, mejorar y controlar un proceso
- **Muestreo.** Su objetivo primordial es determinar una muestra representativa de una población a la cual se inspecciona
- **Carta de control.** Herramienta estadística que sirve de guía para analizar la variabilidad de un proceso.
- **Seis Sigma.** Iniciativa enfocada en la reducción de defectos y mejora continua.

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	4 de 15

Las estrategias de mejora están encaminadas a crear un sistema de monitoreo de la calidad a dos características de la leche cruda a ser producida, mastitis y acidez respectivamente, posterior a ello plantear un análisis sigma y de capacidad.

Finalmente se establecen estrategias de seis sigma enfocadas en la parte administrativa.

Para dar paso al procedimiento se establecen las siguientes herramientas:


1. Hoja de verificación

Documento en el que consta el registro de la leche ingresada diariamente a ser procesada, en este documento se encuentra información de:

- Proveedor
- Volumen (litros)
- Acidez titulable o mastitis dependiendo la aplicación.
- Datos generales de la empresa
- Fecha, etc.

La hoja de verificación se llena diariamente durante los días establecidos para el estudio. Las muestras se toman dependiendo el plan de muestreo que se detalla a continuación, esta actividad está a disposición de los operadores en el área de recepción y control de calidad de la leche cruda.

Se establecen hojas de verificación para variables y atributos en base a su utilización en la empresa, con el logotipo de la misma y sus datos.

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	5 de 15

Su aplicación está enfocada en registrar los valores diarios tanto para mastitis como para acidez titulable tomadas mediante muestras en el área de recepción y control de calidad de la leche cruda.

Las hojas de control permitirán registrar el tiempo que sea necesario las características de calidad de la leche cruda que se ingresa todos los días.

En las tablas 43 y 44 se detallan las hojas de verificación para Yanahurco de Juigua.

Tabla 43. Hoja de verificación de acidez – Yanahurco de Juigua

			
HOJA DE VERIFICACIÓN POR REGISTRO DE DEFECTOS			
PRODUCTO DE ANÁLISIS:	Leche cruda	EMPRESA:	Yanahurco de Juigua
AREA:	Recepción y control de calidad de leche cruda	UBICACIÓN:	Cotopaxi-Pujilí-Comunidad Yanahurco de Juigua
FECHA:		HOJA N°:	
N°	PROVEEDOR	VOLUMEN (litros)	ACIDEZ
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			




	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	6 de 15

Tabla 44. Hoja de verificación de mastitis– Yanahurco de Juigua

		HOJA DE VERIFICACIÓN POR REGISTRO DE DEFECTOS		
PRODUCTO DE ANÁLISIS:		Leche cruda	EMPRESA:	Yanahurco de Juigua
AREA:	Recepción y control de calidad de leche cruda	UBICACIÓN:	Cotopaxi-Pujilí-Comunidad Yanahurco de Juigua	
FECHA:		HOJA N°:		
N°	PROVEEDOR	VOLUMEN (litros)	MASTITIS	
			CONFORME	NO CONFORME
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	7 de 15

2. Plan de muestreo por variables

Muestreo de aceptación por variables Military Standard 414

- Tamaño del lote: 69
- Nivel de inspección: IV (severo)
- Nivel de calidad aceptable: 10%
- Tamaño muestral: 10 unidades

Según el plan de muestreo, en el lote de 69 unidades, máximo se toleran 14,3 unidades defectuosas

- Inspecciones: 4-11-18-25-32-39-46-53-60-67

Del lote de 69 unidades, se toman las inspecciones anteriormente mencionadas según el plan de muestreo.

3. Plan de muestreo por atributos


Se parte del tamaño del lote (69), para un muestreo por atributos se plantea un tamaño de muestra en base a la formula general.

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1) * e^2 + \sigma^2 * Z^2}$$

$$n = \frac{69 * 0,5^2 * 1,96^2}{(69 - 1) * 0,15^2 + 0,5^2 * 1,96^2}$$

$$n = 27$$

$$\text{Muestreo aleatorio sistemático} = \frac{\text{Población}}{\text{Muestra}}$$

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	8 de 15

$$Muestreo\ aleatorio\ sistemático = \frac{69}{27}$$

$$Muestreo\ aleatorio\ sistemático = 2,55$$

Muestras:

1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,25,27,29,31,33,35,37,39,41,43,45,47,49,51,53

4. Cartas de control por variables

Se plantea una carta de control tipo S en la cual se analiza la dispersión de las desviaciones estándar de las mediciones.


La línea central corresponde al promedio de las desviaciones estándar y los límites de control se hallan a partir de las siguientes fórmulas.

$$LCS = \bar{S} + 3 \frac{\bar{S}}{c4} \sqrt{1 - c4^2}$$

$$LCI = \bar{S} - 3 \frac{\bar{S}}{c4} \sqrt{1 - c4^2}$$

Donde:

5. LCS = Límite de control superior
6. LCI = Límite de control inferior
7. \bar{S} = Promedio de las desviaciones estándar
8. $c4$ = Factor para carta de control tipo S (valor depende del tamaño del subgrupo)

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	9 de 15

Adicional se plantea una carta de control XS para analizar la dispersión de las medias de cada subgrupo tomando en cuenta las desviaciones estándar para más precisión al detectar cambios pequeños en el proceso.

La línea central corresponde a la media de las medias y los límites de control se hallan a partir de las siguientes fórmulas.

$$LCS = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{S}}{c4\sqrt{n}}$$


$$LCI = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\bar{S}}{c4\sqrt{n}}$$

Donde:

n = Número de subgrupo

Finalmente, en base a que Yanahurco de Juigua no dispone de hojas de verificación de defectos, plan de muestreo y por ende tampoco cartas de control, se plantea la recomendación de hacer uso de las herramientas antes mencionadas y explicadas paso a paso para su respectiva aplicación en temas de control de la calidad en su empresa, la idea es tener un monitoreo en el área de recolección y control de calidad de la leche cruda, labor encaminada a los operadores de la empresa.

Un posterior análisis Seis sigma para verificar el nivel sigma de los procesos, análisis de capacidad para comparar estudios históricos a lo largo del tiempo y poder establecer el impacto positivo de implantar cartas de control en la empresa.

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	10 de 15

6. Buscar y eliminar las causas de la inestabilidad

Analizar de manera metodológica y basada en herramientas de investigación las causas que provocan inestabilidad en el proceso, en este estudio se plantea el uso de técnicas como lluvia de ideas, 5W y 1H, análisis de las 5M de la calidad.


7. Lluvia de ideas

Herramienta mediante la cual se pretende interactuar con los operadores acerca de sus opiniones respecto a las causas que producen defectos en los productos, se toman las mejores ideas para un posterior análisis.

8. 5W y 1H

Es una metodología que se basa en hacer preguntas enfocadas en reducir o eliminar los problemas acerca de un tema específico, en esta técnica se responden a las preguntas:

- What – Qué (Qué problema ocurre)
- Why - Por qué (Causas que generan el problema)
- When – Cuándo (Momento en el que se produjo el problema)
- Who – Quién (Personajes involucrados)
- Where – Dónde (Lugar en donde se manifiesta el problema)
- How – Cómo (Se basa en ir encadenando opiniones e ideas hasta llegar al fondo del problema)

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	11 de 15

9. Análisis de las M de la calidad

Sistema de análisis de fallos que se enfoca en 5 pilares fundamentales para investigar de forma general y amplia cada uno de los factores que intervienen en la calidad de los productos, se distribuyen de manera estructurada para detectar las causas de un problema en cuanto a:

- **Mano de obra**

Analizar al personal involucrado en el proceso, su conocimiento, entrenamiento, capacitación y habilidades.

- **Métodos**


Establecer una estandarización y planteamiento de procedimientos de trabajo, procedimientos alternativos y definición de operaciones.

- **Maquinaria**

Estudiar la capacidad de la maquinaria involucrada en el proceso, sus condiciones de operación y establecer diferencias con otras máquinas del mismo tipo (plantear el reemplazo del contenedor por uno de mayor volumen)

- **Medio ambiente**

Se analizan condiciones medio ambientales como temperatura, humedad, luz, entre otros factores percibidos principalmente por el personal.

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	12 de 15

- **Materiales**

Se analiza la variabilidad que influye en el problema respecto a los materiales y materia prima, se observa también los tipos de materiales y proveedores (seguimiento a comuneros proveedores de la leche cruda)

- **Medición**

Se calcula el tamaño de la muestra, se plantea el plan de muestreo independientemente de ser aplicable para variables o atributos y se determina el tipo de muestreo. Analizar la metodología a seguir para verificar acidez y mastitis.


Adicional se plantean otras estrategias basadas en investigación, evaluación, exploración y acciones a ser tomadas para mejorar el rendimiento del proceso.

10. Metodología DMAIC

Se recomienda seguir la metodología Seis sigma DMAIC para establecer la magnitud del problema y las razones en general causantes de la no conformidad, realizando de manera metodológica y sistemática el análisis de causas que generan defectos.

Siguiendo la secuencia:

- Definir el proyecto a abordar
- Medir la situación actual
- Analizar las causas raíz
- Mejorar
- Controlar con el fin de mantener la mejora continua

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	13 de 15

11. Ciclos de calidad

También se recomienda seguir los 8 pasos para la solución de un problema, basados en los ciclos de calidad.


Con el objetivo de mejorar la calidad de manera continua se siguen estos pasos, 8 pasos encaminados de tal manera que se resuelvan problemas recurrentes y crónicos no solamente actuando sino entendiendo las causas de fondo para eliminarlas o al menos reducirlas.

Como es de conocimiento, los ciclos de calidad se basan en los siguientes pasos:

1. Determinar el problema a abordar.
2. Buscar todas las posibles causas.
3. Investigar las causas son más importantes.
4. Elaborar un plan enfocado a corregir las causas más importantes.
5. Ejecutar las medidas del plan.
6. Revisar y analizar los resultados obtenidos después de la aplicación.
7. Prevenir en lo posible la recurrencia de los errores.
8. Plantear conclusiones y evaluación de lo dispuesto.

12. Volver a evaluar el estado del proceso

Al haber detectado y minimizado las posibles causas que provocan la baja capacidad en el proceso se retoma el análisis y evaluación de fallos tomando en cuenta las nuevas características del proceso.

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	14 de 15

Plantear nuevas alternativas solo si después de varios esfuerzos por mejorar la capacidad no han sido eficientes, el rediseño del proceso solo será necesario bajo estas circunstancias, podría encaminarse a la introducción de nuevas tecnologías y un cambio en la estructura general del proceso.

13. Implantación de la estrategia 6σ


Por qué no pensar en unir las metodologías y estrategias de Lean Manufacturing (manufactura esbelta) y Seis Sigma (cero defectos), una idea que se basa en crear un sistema totalmente encaminado en la gestión del proyecto en donde se entrena al personal, se capacita, se da incentivos y por ende se los ubica en donde más aporten a los procesos productivos.

Una parte del personal identificado previamente como el más adecuado es elegido para dar paso a esta etapa, asesorándolos y capacitándolos con personal que ofrece la suficiente experiencia y conocimiento en el tema a abordar.

Esta implantación se basa en 3 niveles:

1. Transformación del negocio (nivel A)

En Yanahurco de Juigua el personal involucrado en este nivel es la administración, quienes deben ser los propulsores y quienes se ponen al frente de las actividades, se propone extender conferencias y capacitaciones tanto al personal como a los comuneros proveedores de leche, lo ideal sería la gestión de capacitaciones con empresas del mismo ámbito, que han sobresalido en su área, organizaciones internacionales, etc.

	PROCEDIMIENTO PARA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE QUESOS "YANAHURCO DE JUIGUA"	CÓDIGO	YJ-CL2021
		VERSIÓN	001
		FECHA DE ELABORACIÓN	01/06/2021
		PÁGINAS	15 de 15

Las capacitaciones deben estar encaminadas desde la producción de leche, ordeño y cuidado de las reses hasta estrategias seis sigma para mejorar la capacidad de los procesos.

Entidades públicas como el Ministerio de Agricultura y Ganadería, entidades a nivel mundial como la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) otorgan capacitaciones presenciales y en línea para productores de leche en cuanto al cuidado y ordeño. El objetivo debe ser el mejoramiento de la calidad, la superación en el mercado y el tema financiero por supuesto.

2. Mejora estratégica (nivel B)

Cualquier empresa requiere y se ve beneficiada de un nuevo plan estratégico, encaminado a mejorar la calidad, administración de los procesos y la mejora continua. La calidad se debe considerar como un indicador de la productividad.

Se parte de las necesidades, en este caso el mejoramiento de la calidad de la leche cruda, en este nivel está involucrado el proveedor y operadores.

Los temas a abordar serian el manejo en el ordeño, la alimentación y cuidado de las reses hasta el almacenamiento de la leche, mejorar estratégicamente estas actividades va a dar un valor agregado y un realce a la calidad de la leche obtenida como producto final por parte de los proveedores.

3. Solución de problemas (nivel C)

Se tratan los problemas que anteriormente se han detectado, las causas y efectos. Cuando se han detectado problemas en el proceso y aun cuando se han tratado de abordar no se ha tenido un impacto positivo se recurre a este nivel, la idea es aprovechar los beneficios, habilidades y conocimiento del personal para abordar los mismos, de ser el caso buscar ayuda de otras entidades, organizaciones o empresas que tengan más conocimiento.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante el análisis de calidad en el proceso productivo de elaboración de quesos en Yanahurco de Juigua se determinó que el factor más relevante es la leche cruda al ser el punto de partida de la producción, si la leche cruda presenta disconformidades, el producto final se ve claramente afectado tanto en sabor como en contextura, la acidez titulable y la mastitis son las dos propiedades más importantes y determinantes en la calidad del queso.
- Al establecer la línea base como punto de partida para el estudio se tiene una idea general del proceso de producción de quesos a pequeña, mediana y gran escala, se establecen los parámetros más importantes al hablar del procesamiento de la materia prima, características de calidad y por supuesto los factores que afectan o contribuyen a mejorar la misma. Como sustento técnico y como línea base cuantitativa se establece el cumplimiento de la norma NTE INEN 9:2012 que delimita los valores de la composición físico química de la leche cruda.
- Al investigar las causas de variabilidad en el proceso con la ayuda de técnicas de recolección de la información se determina que tanto la acidez titulable, variable cuyos valores se ven estandarizados en la normativa NTE INEN 9:2012 y la mastitis, atributo más importante por su impacto en el producto final, son dos propiedades que deben ser controladas antes de iniciar el proceso de producción. La administración y operadores identifican a las mismas como las más relevantes al hablar de factores que afectan la calidad.

- Mediante el análisis de capacidad y estabilidad se determina que la acidez titulable de la leche cruda en la recepción mediante su variabilidad es inestable e incapaz, dando como resultado un nivel de calidad en sigmas ($Z_c = 1,29$), un proceso en el cual se deben tomar acciones correctivas inmediatas, mientras que la mastitis presenta un nivel de calidad en sigmas de 3,5.
- En la tabla de frecuencias se observa que 14 de 30 subgrupos recaen en la medición de acidez titulable de 0,14 % fracción de masa, un dato que llama la atención al tratarse de un valor que está dentro de los límites planteados por la norma INEN 9:2012.
- Una vez determinado el análisis por variables como inestable e incapaz se plantean estrategias de mejora para un proceso tipo D, en las cuales se recomienda implantar el plan de muestreo, cartas de control S y XS para controlar la calidad, además un análisis de fallos profundo en donde se tomen en cuenta aspectos como análisis de las M's, ciclos de calidad PHVA, impartir capacitaciones al personal, proveedores y un total compromiso por parte del factor humano de la empresa, siempre encaminados en adoptar una cultura de calidad.
- Una vez que Yanahurco de Juigua implante las cartas de control como un sistema de monitoreo se pretende que el índice de capacidad potencial $C_p = 0,476$ llegue a elevarse hasta ser considerado adecuado para el proceso, es decir mayor que 1, al tener el valor de 0,476 se determina que el proceso tiene serias complicaciones en cuanto a capacidad, pues es un valor que de aplicar las estrategias las mismas garantizan que el proceso puede mejorar en cuanto a su rendimiento.
- El análisis de capacidad que en el cual ningún índice se encuentra en los valores tolerables para ser un proceso adecuado indica que el mismo carece de estandarización, a su vez se puede tratar de problemas de centrado o exceso de variabilidad.

- En cuanto al análisis por atributos se registran escasos valores negativos, establece que la mastitis en la leche está controlada, es más fácil determinar esta propiedad debido a que visualmente el proveedor puede encontrar este defecto en el ordeño y procede a desechar el producto. Sin embargo se puede hacer énfasis en la mejora continua y cero defectos.

4.2 Recomendaciones

- Acoger las propuestas del presente estudio para aplicar en la empresa Yanahurco de Juigua con el fin de disponer de un sistema de monitoreo de la calidad de la leche cruda que ingresa al proceso de producción, implantar las cartas de control planteadas tanto para variables como para atributos partiendo del uso de las hojas de control y planes de muestreo con sus respectivos márgenes de error y niveles de calidad aceptable para su posterior análisis sigma con el modelo planteado por el investigador.
- Implementar la metodología DMAIC para hacer un estudio total desde la delimitación del proyecto y sus características hasta el control del mismo, siempre encaminado a definir, medir, analizar, mejorar y controlar abordando todas las áreas de la empresa, aplicando técnicas estadísticas, identificando las causas raíz del problema y contrarrestando a las fuentes que los provocan para de esa manera lograr un buen proyecto seis sigma.
- Capacitar a todo el personal, administración y proveedores en temas de calidad, seis sigma y buenas prácticas de manufactura. Para el caso de los proveedores, deben ser capacitados en temas de manejo en el ordeño, cuidado y alimentación de las reses y pensando a futuro en temas de mejoramiento de la genética para dar un mejor producto a la empresa. Se toman en cuenta a los proveedores en este tipo de proyectos debido a que la empresa es de tipo comunitaria.

- La administración debería investigar y obtener más información acerca de los conceptos de manufactura esbelta y seis sigma que pueden ser acoplados de tal manera que se enfoquen en la gestión por procesos con el propósito de aumentar la rentabilidad y productividad eliminando los desperdicios y optimizando la cadena de valor.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] P. Hernández, P. Marcano, and R. Deniz, “Evaluación del contenido nutricional de productos lácteos en programa de alimentación venezolano,” *Arch. latinoam. nutr.*, vol. 69, pp. 113–124, 2019.
- [2] G. Cordero-Bueso, C. Malegori, S. Grassi, and T. Arroyo, *Análisis Sensorial de los Alimentos*. 2017.
- [3] L. Antonio *et al.*, “Administración de servicios de alimentos: Nutrición, Calidad y Producción,” *RECIMUNDO*, vol. 3, no. 3, pp. 52–76, Nov. 2019, doi: 10.26820/recimundo/3.(3.Esp).noviembre.2019.52-76.
- [4] C. Craviotti, “La problemática de la coexistencia entre la agricultura familiar y la agroindustria: una aproximación desde la producción de quesos,” *Rev. Bras. Sociol. - RBS*, vol. 5, no. 10, Jan. 2018, doi: 10.20336/rbs.209.
- [5] F. María, A. Cedeño, J. Alexandra, M. Espinoza, M. Manuel, and A. Zuñiga, “Modelo de costeo para producción de quesos en microempresas comunitarias Salinas de Bolívar,” *RECIMUNDO Rev. Científica la Investig. y el Conoc. ISSN-e 2588-073X, Vol. 2, N°. 1, 2018, págs. 393-412*, vol. 2, no. 1, pp. 393–412, 2018, doi: 10.26820/recimundo/2.1.2018.393-412.
- [6] “Repositorio Digital - EPN: Mejora de la productividad, en la línea de producción de queso Cheddar, mediante el estudio de métodos en la empresa Milma.” [Online]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19411>. [Accessed: 23-May-2021].
- [7] “La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional - Dialnet.” [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6233008>. [Accessed: 23-May-2021].
- [8] E. A. Pérez Bayas, “La gestión de la calidad en la estandarización de procesos en empresas procesadoras de alimentos,” 2021.
- [9] C. B. Roncal Zapata, L. Esquivel Paredes, and C. Moreno Rojo, “Metodología DMAIC - SIX SIGMA para aumentar la productividad del área de producto terminado de la empresa Pesquera Artesanal de Chimbote, 2016.,” *INGnosis Rev. Investig. Científica*, vol. 3, no. 1, pp. 114–129, Jun. 2017, doi:

10.18050/ingnosis.v3i1.2027.

- [10] I. M. José María Pazmiño Guadalupe, “Determinación de la calidad de la leche cruda,” Riobamba.
- [11] Hernández Hugo, “Gestión de la calidad: elemento clave para el desarrollo de las organizaciones - Dialnet,” Rioja.
- [12] W. Salazar Yépez and M. Cabrera Vallejo, “Diagnóstico de la calidad de servicio, en la atención al cliente, en la Universidad Nacional de Chimborazo- Ecuador,” *Ind. Data*, vol. 19, no. 2, p. 13, 2016, doi: 10.15381/idata.v19i2.12811.
- [13] M. V. Pilco Núñez, “Control estadístico de calidad de los procesos productivos mediante la metodología Six Sigma en la Empresa Carrocera Patricio Cepeda,” p. 170, 2016.
- [14] E. En *et al.*, “Aplicación de herramientas de mejora continua en una línea de envases plásticos retornables,” 2016.
- [15] V. Alarcón Mendoza, W. Sarmiento Campo, J. Mejía Quiñones, Á. Castaño Álvarez, and A. Troncoso Palacio, “Análisis de causas de ineficiencias en servicio al cliente,” *Boletín Innovación, Logística y Operaciones*, vol. 2, no. 1, pp. 55–59, 2020, doi: 10.17981/bilo.2.1.2020.10.
- [16] R. C. Garza Ríos, C. N. González Sánchez, E. L. Rodríguez González, and C. M. Hernández Asco, “Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio,” *Rev. Metod. Cuantitativos para la Econ. y la Empres.*, vol. 22, no. 1, pp. 19–35, 2016.
- [17] P. P. Pinda Pomaquero, “Sistema de gestión de la calidad en base a la norma ISO 9001:2015 para la Empresa carrocías Copsa,” p. 275, 2018.
- [18] Q. Lizzeth, “Control y reducción de defectos en el área de automotriz a partir de la elaboración de reportes coreanos,” no. 831, 2016.
- [19] K. L. B. Guerrero, *Mejora continua en el área productiva de la empresa de calzado kf barona basado en un enfoque por procesos para incrementar la competitividad*. 2016.
- [20] T. Otzen and C. Manterola, “Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio,” *Int. J. Morphol.*, vol. 35, no. 1, pp. 227–232, 2017, doi: 10.4067/S0717-95022017000100037.
- [21] G. Humberto, *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. México: Mc Graw.
- [22] Boix Francesc and Barba Enric, *Seis sigma: Una iniciativa en calidad total*. Gestión 2000.
- [23] D. Silva-portofilipe, “Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad,” *Tecnol. Química*, vol. 36, no. 1, pp. 104–116, 2016.
- [24] Saucedo Ana and López Juan, “Control Estadístico del Proceso.” [Online].

Available: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/26/control-estadistico-del-proceso/>. [Accessed: 24-May-2021].


- [25] L. M. C. Suárez, A. S. Vivanco, E. A. del Arco, and A. M. Martínez, “Indicators to Improve the Health Care to Patients according to Lean Six Sigma: The case of the Gustavo Frické Hospital (Chile),” *Rev. Gerenc. y Polit. Salud*, vol. 17, no. 35, 2018, doi: 10.11144/Javeriana.rgps17-35.imap.
- [26] P. M. Gibbons, C. Kennedy, S. Burgess, and P. Godfrey, “The development of a value improvement model for repetitive processes (VIM): Combining lean, six sigma and systems thinking,” *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 3, no. 4, pp. 315–338, Jan. 2012, doi: 10.1108/20401461211284770.
- [27] R. J. Herrera Acosta, P. M. Rojas Manga, and K. P. Jiménez Moreno, “Cartas de control con variables convolucionadas,” *I+D Rev. Investig.*, vol. 13, no. 1, pp. 82–87, 2019, doi: 10.33304/revinv.v13n1-2019008.
- [28] R. Jefferson *et al.*, “Sistema de gestión y control de la calidad: Norma ISO 9001:2015,” *RECIMUNDO Rev. Científica la Investig. y el Conoc. ISSN-e 2588-073X, Vol. 2, N°. 1, 2018, págs. 625-644*, vol. 2, no. 1, pp. 625–644, 2018, doi: 10.26820/recimundo/2.1.2018.625-644.
- [29] F. Á. Becerra Lois, A. M. Andrade Orbe, and L. I. Díaz Gispert, “Sistema de gestión de la calidad para el proceso de investigación: Universidad de Otavalo, Ecuador,” *Actual. Investig. en Educ.*, vol. 19, no. 1, p. 32, Dec. 1969, doi: 10.15517/aie.v19i1.35235.
- [30] UMNG - Facultad de estudios a distancia, “Tipos de mejora en los procesos,” 2016. [Online]. Available: http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/administracion_empresas/administracion_iii/unidad_1/medios/documentacion/p7h2.php. [Accessed: 24-May-2021].
- [31] J. Chacón and S. Rugel, “Artículo de Revisión . Teorías , Modelos y Sistemas de Gestión de Calidad,” *Rev. Espac.*, vol. 39, no. 50, pp. 14–23, 2018.
- [32] INEC, “Norma Técnica Ecuatoriana INEN 09:2008. Leche cruda. Requisitos,” *Inec*, p. 7, 2008.
- [33] Norma Técnica Ecuatoriana INEN 13, “Determinación de la acidez titulable,” *Inst. Ecuatoriano Norm.*, vol. 3, pp. 1–7, 1973.
- [34] Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi & Fundación Heifer Ecuador, “Asociación Yanahurco De Juigua,” 2018. .
- [35] “Quesera Rural Yanahurco RUC.” [Online]. Available: <https://rucecuador.com/rucsri/comuna-yanahurco-juigua-quesera-rural-0591705172001>. [Accessed: 01-Jun-2021].

ANEXOS


Anexo 1. Hoja de verificación de acidez – Yanahurco de Juigua

		HOJA DE VERIFICACIÓN POR REGISTRO DE DEFECTOS	
PRODUCTO DE ANÁLISIS:	Leche cruda	EMPRESA:	Yanahurco de Juigua
AREA:	Recepción y control de calidad de leche cruda	UBICACIÓN:	Cotopaxi-Pujilí-Comunidad Yanahurco de Juigua
FECHA:		HOJA N°:	
N°	PROVEEDOR	VOLUMEN (litros)	ACIDES
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Anexo 2. Hoja de verificación de mastitis– Yanahurco de Juigua

		HOJA DE VERIFICACIÓN POR REGISTRO DE DEFECTOS		
PRODUCTO DE ANÁLISIS:		Leche cruda	EMPRESA:	Yanahurco de Juigua
AREA:		Recepción y control de calidad de leche cruda	UBICACIÓN:	Cotopaxi-Pujilí-Comunidad Yanahurco de Juigua
FECHA:			HOJA N°:	
N°	PROVEEDOR	VOLUMEN (litros)	MASTITIS	
			CONFORME	NO CONFORME
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Anexo 3. Formato 5W y 1H

 <p>COMUNA YANAHURCO DE JUIGUA FUNDADO EN 1984</p> <p>OFRECEMOS: QUESO FRESCO, QUESO MOZZARELLA, QUESO MINANGINO, QUESO TILSIT CON OREGANO, YOGURT, LECHE</p> <p>CONTACTOS: 0990765035 - 0983762900 email: Asociacion@comuna-yanahurco.com</p>	<p>ANÁLISIS 5W Y 1H</p>
<p>INVESTIGADOR</p>	
<p>PROBLEMA</p>	
<p>FRECUENCIA</p>	<p>PUNTUAL ()</p> <p>REPETITIVA ()</p>
<p>SUBPROCESO</p>	
<p>RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</p>	
<p>¿Qué problema se tiene en el proceso de producción de quesos?</p>	
<p>¿Dónde ocurre el problema?</p>	
<p>¿Cuándo ocurre el problema?</p>	
<p>¿Quién está a cargo de esa actividad?</p>	
<p>¿Por qué ocurre?</p>	
<p>¿Cómo ocurre el problema?</p>	

Anexo 4. Letras códigos para el tamaño de muestra para MIL STD 414 (muestreo para variables)

Niveles de inspección					
Tamaño del lote	I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I
181 a 300	B	D	F	H	J
301 a 500	C	E	G	I	K
501 a 800	D	F	H	J	L
801 a 1300	E	G	I	K	L
1301 a 3 200	F	H	J	L	M
3 201 a 8000	G	I	L	M	N
8001 a 22000	H	J	M	N	O
22 001 a 110 000	I	K	N	O	P
110 001 a 550 000	I	K	O	P	Q
550 001 y más	I	K	P	Q	Q

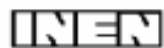
Anexo 5. Tabla para inspección normal y severa (variabilidad desconocida, método de la desviación estándar), método M

Letra código del tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable: NCA o AQL (inspección normal)													
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.0	15.0
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3										7.59	18.86	26.94	33.69	40.47
C	4								1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5							1.33	3.32	5.83	9.80	14.39	20.19	26.56	33.99
E	7					0.422	1.06	2.14	3.55	5.35	8.40	12.20	17.35	23.29	30.50
F	10				0.349	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.099	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61
H	20	0.135	0.135	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53
I	25	0.155	0.156	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97
J	30	0.179	0.179	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58
K	35	0.170	0.170	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91
L	40	0.179	0.179	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86
M	50	0.163	0.163	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00
N	75	1.147	0.147	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11
O	100	0.145	0.145	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66
P	150	0.134	0.134	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02
Q	200	0.135	0.135	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92
		.065	0.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
Niveles de calidad aceptable: NCA o AQL (inspección severa)															

Anexo 6. Factores para la construcción de las cartas de control

Tamaño de muestra, n	Carta \bar{X} A_2	Carta R			Carta S c_4	Estimación de σ d_2
		d_3	D_3	D_4		
2	1.880	0.853	0.0000	3.2686	0.7979	1.128
3	1.023	0.888	0.0000	2.5735	0.8862	1.693
4	0.729	0.880	0.0000	2.2822	0.9213	2.059
5	0.577	0.864	0.0000	2.1144	0.9400	2.326
6	0.483	0.848	0.0000	2.0039	0.9515	2.534
7	0.419	0.833	0.0758	1.9242	0.9594	2.704
8	0.373	0.820	0.1359	1.8641	0.9650	2.847
9	0.337	0.808	0.1838	1.8162	0.9693	2.970
10	0.308	0.797	0.2232	1.7768	0.9727	3.078
11	0.285	0.787	0.2559	1.7441	0.9754	3.173
12	0.266	0.778	0.2836	1.7164	0.9776	3.258
13	0.249	0.770	0.3076	1.6924	0.9794	3.336
14	0.235	0.763	0.3281	1.6719	0.9810	3.407
15	0.223	0.756	0.3468	1.6532	0.9823	3.472
16	0.212	0.750	0.3630	1.6370	0.9835	3.532
17	0.203	0.744	0.3779	1.6221	0.9845	3.588
18	0.194	0.739	0.3909	1.6091	0.9854	3.640
19	0.187	0.734	0.4031	1.5969	0.9862	3.689
20	0.180	0.729	0.4145	1.5855	0.9869	3.735
21	0.173	0.724	0.4251	1.5749	0.9876	3.778
22	0.167	0.720	0.4344	1.5656	0.9882	3.819
23	0.162	0.716	0.4432	1.5568	0.9887	3.858
24	0.157	0.712	0.4516	1.5484	0.9892	3.898
25	0.153	0.708	0.4597	1.5403	0.9896	3.931

Anexo 7. Norma NTE INEN 9:2012 Quinta revisión



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

**NTE INEN 9: 2008
Cuarta Revisión**

LECHE CRUDA. REQUISITOS.

Primera Edición

RAW MILK. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Leche y productos lácteos, leche cruda, requisitos
AL 03.01-401
CDU: 637.133.4
CIIU: 3112
ICS: 67.100.01

<p>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</p>	<p>LECHE CRUDA. REQUISITOS.</p>	<p>NTE INEN 9:2008 Cuarta revisión 2008-12</p>
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la leche cruda de vaca.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>2.1 Leche cruda. Es el producto de la secreción normal de las glándulas mamarias, obtenida a partir del ordeño íntegro e higiénico de vacas sanas, sin adición ni sustracción alguna, exento de calostro y libre de materias extrañas a su naturaleza, destinado al consumo en su forma natural o a elaboración ulterior (Ver Nota 1)</p> <p style="text-align: center;">3. CLASIFICACION</p> <p>3.1 Según el recuento estándar en placa ufo/cm³ de microorganismos aerobios mesófilos, determinado de acuerdo a la NTE INEN 1529-5, la leche cruda se clasifica en las siguientes cuatro categorías (ver tabla 3):</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Categoría A (buena) b) Categoría B (regular) c) Categoría C (mala) d) Categoría D (muy mala) <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 La leche cruda se considera no apta para consumo humano cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> 4.1.1 No cumple con los requisitos establecidos en el Capítulo 5 de la presente norma. 4.1.2 Es obtenida de animales cansados, deficientemente alimentados, desnutridos, enfermos o manipulados por personas afectadas de enfermedades infectocontagiosas. 4.1.3 Contiene sustancias extrañas ajenas a la naturaleza del producto como: conservantes (formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio, lactoperoxidasa adicionada), adulterantes (harinas, almidones, sacarosa, cloruros, suero de leche, grasa vegetal), neutralizantes, colorantes y antibióticos, en cantidades que superen los límites indicados en la tabla 1. 4.1.4 Contiene calostro, sangre, o ha sido obtenida en el periodo comprendido entre los 12 días anteriores y los 7 días posteriores al parto. 4.1.5 Contiene gérmenes patógenos o un contaje microbiano superior al máximo permitido por la presente norma, toxinas microbianas o residuos de pesticidas, medicamentos veterinarios y metales pesados en cantidades superiores al máximo permitido. <p>4.2 La leche cruda después del ordeño debe ser enfriada, almacenada y transportada hasta los centros de acopio y/o plantas procesadoras en recipientes apropiados autorizados por la autoridad sanitaria competente.</p> <p>4.3 En los centros de acopio la leche cruda debe ser filtrada y enfriada, a una temperatura inferior a 10°C con agitación constante</p> <p>4.4 Los límites máximos de pesticidas serán los que determine el Codex Alimentarius (volumen 2) y/o el USDA</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p>NOTA 1: La denominación de leche cruda se aplica para la leche que no ha sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición</p> <p>DESCRPTORES: Alimentos, productos lácteos, leche cruda, Requisitos</p>		

4.5 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios serán los que determine el Codex Alimentario (volumen 3) y/o el USDA.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos Específicos

5.1.1 Requisitos organolépticos (ver nota 2)

5.1.1.1 **Color.** Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

5.1.1.2 **Olor.** Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

5.1.1.3 **Aspecto.** Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

5.1.2 Requisitos físicos y químicos

5.1.2.1 La leche cruda, debe cumplir con los requisitos físico-químicos que se indican en la tabla 1.

5.1.3 **Contaminantes.** El límite máximo para contaminantes es el que se indica en la tabla 2.

TABLA 2. Límites para contaminantes

Contaminante	Límite Máximo (LM)	Método de ensayo
Piomo, mg/kg	0,02	AOAC – 972.25
Aflatoxina M1, mg/kg	0,5	AOAC – 980.21

5.1.4 Requisitos microbiológicos y TRAM para clasificación

5.1.4.1 Los requisitos microbiológicos y TRAM para clasificación se establecen en la tabla 3 y su validez está condicionada a la comprobación de la presencia de conservantes o neutralizantes.

TABLA 3. Clasificación de la leche cruda de acuerdo al TRAM o al contenido de microorganismos

Categoría	Tiempo de Reducción del Azul de Metileno (TRAM) NTE INEN 18	Contenido de microorganismos aerobios mesófilos REP UFC/cm ³ NTE INEN 1529-5
A (buena)	Más de 5 horas*	Hasta 5×10^5
B (regular)	De 2 a 5 horas	Desde 5×10^5 , hasta $1,5 \times 10^6$
C (mala) ¹⁾	De 30 minutos a 2 horas	Desde $1,5 \times 10^6$, hasta 5×10^6
D (muy mala) ¹⁾	Menos de 30 minutos	Más de 5×10^6

* Puede deberse a la presencia de conservantes por lo que se recomienda su identificación según la NTE INEN 1500.

¹⁾ La leche de categoría C y D no se acepta para ser procesada.

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 El almacenamiento, envasado y transporte de la leche cruda debe realizarse de acuerdo a lo que señala el Reglamento de leche y productos lácteos.

NOTA 2. Se podrán presentar variaciones en estas características, en función de la raza, estación climática o alimentación, pero estas no deben afectar significativamente las características sensoriales indicadas.

(Continúa)

TABLA 1. Requisitos físico - químicos de la leche cruda

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: a 15 °C	-	1,029	1,033	NTE INEN 11
a 20 °C	-	1,026	1,032	
Materia grasa	%(m/m)	3,2	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	%(m/m)	0,13	0,16	NTE INEN 13
Sólidos totales	%(m/m)	11,4	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	%(m/m)	8,2	-	*
Cenizas	%(m/m)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °H	-0,536 -0,565	-0,512 -0,530	NTE INEN 15
Proteínas	%(m/m)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	2	-	NTE INEN 18
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 65 % en peso o 75 % en volumen			NTE INEN 1 500
Presencia de conservantes ¹⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes ²⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes ³⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativo		NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativo		Prueba de anillo PAL (Ring Test) AOAC – 978.26
Contaje de células somáticas	-		750 000	
Antibióticos:				
β-Lactámicos	µg/l	-	5	AOAC –988.08
Tetraciclínicos	µg/l	-	100	16 Ed. Vol. 2
Sulfas	µg/l	-	100	

* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.

** °C= °H - f, donde f= 0,9658

*** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento

1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.

2) Neutralizantes: orina bovina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.

3) Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero, grasas extrañas.

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 4

6.2 Aceptación o rechazo

6.2.1 Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se rechaza.

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 4:1984	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 11:1984	<i>Leche. Determinación de la densidad relativa. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 12:1973	<i>Leche. Determinación del contenido de grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 13:1984	<i>Leche. Determinación de la acidez titulable. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 14:1984	<i>Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 15:1973	<i>Leche. Determinación del punto de congelación.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 16:1984	<i>Leche. Determinación de las proteínas. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 18:1973	<i>Leche. Ensayos de reductasas.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 500:2001	<i>Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5:2006	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP. Primera Revisión</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 401:2007	<i>Leche. Determinación de suero de quesería en leche. Método cromográfico</i>
AOAC 972.25:1976	<i>Atomic Absorption Spectrophotometric Method, final Action 1976</i>
AOAC 978.26:1993	<i>Somatic Cells in milk, Optical Somatic Cell Counting Method (Fossomatic) Revised First Action 1993</i>
AOAC 980.21: 1990	<i>Aflatoxin My in Milk and Cheese Thin layer Chromatographic method Final Action 1990</i>
AOAC 988.08:1988	<i>Antimicrobial Drug in Milk. Receptor assay. First Action, 1988</i>
<i>Reglamento de leche y productos lácteos. Decreto ejecutivo No. 2800 de 1984-08-01. Registro oficial No. 802 de 1984-08-07</i>	
<i>Codex Alimentarius. Residuos de Plaguicidas en los alimentos, Volumen 2</i>	
<i>Codex Alimentarius. Residuos de Medicamentos veterinarios, Volumen 3</i>	
<i>United States Department of Agriculture, USDA Regulations Drugs</i>	

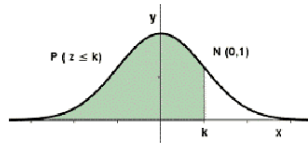
Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma venezolana COVENIN 903.93 (1R) Leche pasteurizada. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1989
Norma Técnica Colombiana NTC 506:93. <i>Productos lácteos. Leche entera Pasteurizada.</i> Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, Santa Fé de Bogotá. Colombia 1993
Asociación of Oficial Analytical Chemists Official Methods of Análisis... última edición.
Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos Codex stan 193-1995 (rev. 2-2005)
United States Department of Agriculture Milk for Manufacturing Purposes and its Production and Processing Recommended Requirements Effective. September 1, 2005

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 009 Cuarta Revisión	TÍTULO: LECHE CRUDA. REQUISITOS.	Código: AL 03.01-401
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo No. 02501 de 2002-12-26 publicado en el Registro Oficial No. 739 de 2003-01-07 Fecha de iniciación del estudio: 2006-03	
Fechas de consulta pública: de _____ a _____		
Subcomité Técnico: Lácteos		
Fecha de iniciación: 2006-04-19		Fecha de aprobación: 2006-06-02
Integrantes del Subcomité Técnico:		
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	
Dra. Meyra Manzo (Presidenta)	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, GUAYAQUIL	
Dra. Loyde Triana	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, GUAYAQUIL	
Dra. Rosa Rivadeneira	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, QUITO	
Dra. Mónica Sánchez	DPA NESTLE –FONTERRA	
Dra. Lorena Vázquez	NESTLE	
Ing. Isabel Cáceres	COLEGIO REGIONAL DE INGENIEROS EN ALIMENTOS	
Tiga. Tatiana Gallegos	MINISTERIO DE SALUD	
Dra. Catalina Nieto	INDULAC S.A.	
Ing. Cristian Cevallos	DPA NESTLE-FONTERRA	
Dr. Marlon Revelo	PASTEURIZADORA QUITO	
Tigo. José Nuñez	PASTEURIZADORA QUITO	
Dra. Indira Delgado	ALPINA-ECUADOR	
Dra. Teresa Avila	DIRECCIÓN METROPOLITANA DE SALUD	
Ing. Jorge Chávez	NATULAC	
Dr. Germán Fierro	PASTEURIZADORA QUITO	
Dra. Iliana Alcocer	UNIVERSIDAD CATOLICA QUITO	
Ing. María E. Dávalos (Secretaría Técnica)	INEN - Regional Chimborazo	
Otros trámites:		
El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2008-03-28		
Oficializada como: Obligatoria		Por Resolución No. 071-2008 de 2008-03-19
Registro Oficial No. 490 de 2008-12-17		

Anexo 8. Distribución normal tipificada



Los valores de la tabla representan el área bajo la curva normal hasta un valor positivo de z.

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7703	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8930
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	>0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9561	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9901	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9954	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
3,5	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999