

Metodología lean six sigma para el proceso de fabricación de quesos frescos

Lean six sigma methodology for the fresh cheese manufacturing

Lilia Teonila Cervantes-Rodríguez¹, Xavier Espín-Beltrán², Raúl Guevara-Viera³

Recibido 6 de diciembre de 2021, revisión aceptada 20 de abril de 2022

RESUMEN:

Se realizó el diagnóstico productivo de la planta láctea APRODEMAC, considerada en la categoría de pequeña empresa, ubicada en la provincia Cotopaxi. Para la identificación de los problemas fundamentales en la producción de quesos se utilizó el método diagrama de Ishikawa, los resultados permiten justificar que existen dificultades en la eficiencia productiva de la empresa y en el control de los parámetros de calidad de la materia prima y en diferentes etapas del proceso de fabricación de quesos. El objetivo del presente trabajo es elaborar una metodología lean Six Sigma para el proceso de fabricación de quesos frescos aplicando el método DMAIC, que permita la mejora del proceso productivo en empresas lácteas. Se presentan los resultados experimentales de la caracterización de la materia prima, las etapas del proceso de producción de quesos frescos a través del diagrama de flujo e información del producto final obtenido. Se describe la propuesta de la metodología Lean Six Sigma en la planta procesadora de leche para la fabricación de quesos que facilita los procesos de mejoras en la producción de quesos y el control de los parámetros de calidad con el consecuente incremento de sus ventas y ganancias.

Palabras claves: Lácteas, lean six sigma, procesos, quesos.

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, Lilia.cervantes@utc.edu.ec

² Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, xavier.espin@utc.edu.ec

³ Universidad de Cuenca, Azuay, Cuenca, Ecuador, raul.guevara@ucuenca.edu.ec.

ABSTRACT:

The productive diagnosis of the APRODEMAC dairy plant, considered in the category of small business, located in the Cotopaxi province was carried out. For the identification of the fundamental problems in the production of cheeses, the Ishikawa diagram method was used, the results allow to justify that there are difficulties in the productive efficiency of the company and in the control of the quality parameters of the raw material and in different stages of the cheese-making process. The objective of this work is to develop a lean Six Sigma methodology for the fresh cheese manufacturing process applying the DMAIC method, which allows the improvement of the production process in dairy companies. The experimental results of the characterization of the raw material, the stages of the fresh cheese production process are presented through the flow diagram and information of the final product obtained. The Lean Six Sigma methodology proposal is described in the milk processing plant for the manufacture of cheeses, which facilitates the processes of improvements in the production of cheeses and the control of quality parameters with the consequent increase in sales and profits.

Keywords: Dairy, six sigma link, processes, cheeses.

INTRODUCCIÓN

Uno de los sectores más importantes dentro de la economía del Ecuador y de la región Sierra en particular, es el sector lácteo debido a que este genera plazas de trabajo de forma directa e indirecta en toda su cadena agroalimentaria, comenzando por el ganadero hasta el comerciante de éstos productos.

Actualmente, el eje principal del desarrollo de la provincia Cotopaxi es la ganadería que da origen a la materia prima de calidad la leche para la elaboración de productos lácteos como el queso, yogurt, manjar de leche y otros. La industria láctea en esta región está constituida por micro, pequeñas, medianas y grandes empresas, que brindan muchas oportunidades de desarrollo económico y social.

En el Ecuador, el 75% de la leche cruda o no pasteurizada se destina para la elaboración de quesos, leche en cartón y leche en funda, y el 25% restante se utiliza para producir yogurt, leche en polvo y otras categorías, como la mantequilla.

Predominan empresas pequeñas con poco desarrollo tecnológico que deben ser impulsadas en el mejoramiento de la calidad y productividad de sus procesos, mediante la aplicación de la metodología Lean Six Sigma, para optimizar los recursos y generar mayor valor agregado a los productos que de ellas se derivan.

La metodología Lean Six Sigma combina una fuerte dosis de agilidad, con la eliminación de defectos, métodos de estadística aplicada que contribuye a realizar análisis para conocer el comportamiento de los procesos y las variables que afectan la producción. La unión de estas dos metodologías la convierten en una fuerte estrategia para analizar las operaciones controladas y estables en cada uno de los procesos de la industria.

El principio fundamental de Lean es la eliminación de residuos, también conocidos como "muda", mientras Six sigma es un método basado en el análisis de datos y métricas que examina los procesos repetitivos de las empresas y tiene por objetivo llevar la calidad hasta niveles cercanos a la perfección, reduciendo al máximo los defectos, teniendo como propósito llegar a la cifra de 3,4 errores o defectos por millón de oportunidades y se distingue de otros métodos en el hecho de que trata de prevenir los problemas antes de que se presenten.

Los procesos de mejora en la industria buscan eliminar todo aquello que no contribuye al valor agregado de los productos y a la satisfacción de los clientes, para esto se realiza un detallado análisis de todo el ambiente laboral buscando procesos redundantes, inconvenientes en el flujo de material, cuellos de botella, exceso de suciedad, acumulación material de proceso, es decir todo aquello que podría afectar los procesos disminuyendo la capacidad de estos lo que resulta en problemas de calidad y afecta los tiempos de ciclo [1].

En la industria, el atractivo de Six Sigma y de la DMAIC es la capacidad para impulsar la fabricación de los productos de forma óptima, eliminar los desechos, los defectos y la sobreproducción; el nombre Six Sigma se deriva en realidad del modelo estadístico utilizado. En estadística, una desviación estándar también se denomina "Sigma" o σ . Así, Six Sigma, o seis desviaciones estándar, se convirtió en el patrón de oro para definir los límites de producción, reducir la cantidad de defectos y mejorar los procesos en cualquier tipo de industria. La DMAIC proporciona un marco estandarizado y estructurado para hacer cambios en procesos. Esto permite producir la documentación para resumir todas las decisiones adoptadas y los progresos realizados en el sistema de producción.

Con las particularidades y características de dichas metodologías, válidas para cualquier proceso industrial en empresas lácteas.

Objetivo

Proponer la metodológica lean Six Sigma para el proceso de fabricación de quesos frescos en pequeñas empresas lácteas para la mejora del proceso productivo.

1. METODOLOGÍA

Materiales y métodos

En empresa láctea APRODEMAG se desarrolla la investigación, esta se dedicada a la elaboración de quesos frescos y fue fundada en el año 2009, tiene como objetivo ofrecer un producto que cumpla con los estándares de calidad, reducir costos de producción y aumentar los ingresos expandiendo su mercado hacia otras regiones del país. Su ubicación al norte con el cantón Mejía, al sur con las parroquias Joseguango Bajo y Aláquez, al este con la provincia del Napo, al oeste con las parroquias de Pastocalle, Tanicuchí y Guaytacama. Por su altitud oscila entre los 10 y 17 grados centígrados de temperatura.

Caracterización del tipo de queso que se produce en esta empresa.

El queso fresco que se produce, no es madurado ni escaldado, se somete a proceso de prensado y moldeado, de textura relativamente firme, levemente granular, preparado con leche entera o semidescremada, coagulada con enzimas, las que facilitan la precipitación de la caseína (NTE INEN 1528, 2012).

Se describen los métodos experimentales utilizados en la caracterización de la materia prima para la fabricación de quesos.

Crioscópico: para la determinación del punto crioscópico, parámetro basado en el punto de congelación de la leche, indica el % de agua adicionada. Procedimiento acorde a NTE INEN-ISO 5764.

Densimétrico: para medir la densidad de la leche. Con este análisis se conoce la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que está presente en cada muestra analizada. Se siguió el procedimiento de (INEN 009:2012)

Babcock: se fundamenta en el uso del ácido sulfúrico y la fuerza centrífuga para separar la grasa obteniéndose el porcentaje de grasa en la leche por volumen. Según la norma (NC-ISO2446:2003).

Lactométrico: para determinar sólidos totales en la leche, en esta determinación se suman los componentes, lactosa, grasa, proteínas y minerales. Procedimiento según (NTE INEN 14).

Método Kjeldahl: para determinar proteínas en la leche, se basa en el análisis de nitrógeno total a partir del nitrógeno proteico derivado de los aminoácidos que representa aproximadamente el 95% del nitrógeno de la leche. Procedimiento para la determinación acorde a (NTE INEN-ISO 8968-1||IDF 20-1)

Potenciométrico: para la determinación del pH, según el cual el potencial se mide directamente en término de pH en la escala de un potenciómetro calibrado con una solución buffer de pH conocido (4 o 7).

Prueba del alcohol: La leche fresca no precipita por la adición de un volumen de alcohol al 68% sin embargo la leche agria coagula, lo que constituye la base para determinar la calidad higiénico-sanitaria o el grado de agriado. Se siguió el procedimiento según lo indica la norma (NC78-11-09:1983).

Métodos empleados para el diagnóstico de la planta láctea APRODEMAC

Ishikawa: se usó para la identificación y evaluación de las causas y posibles efectos de los problemas identificados en el proceso de fabricación de quesos de la industria láctea.

Diagrama de Pareto: se aplicó para el análisis de los datos sobre la frecuencia de problemas y sus causas en la productividad industrial.

Se presenta el diagrama de flujo del proceso de fabricación de quesos de la planta estudiada con las características de los principales procesos, se describen los principales procedimientos y parámetros usados para la caracterización de la materia prima y los relacionados para la identificación de los principales problemas existentes en los procesos para la fabricación

Diagrama de flujo para la producción de quesos.

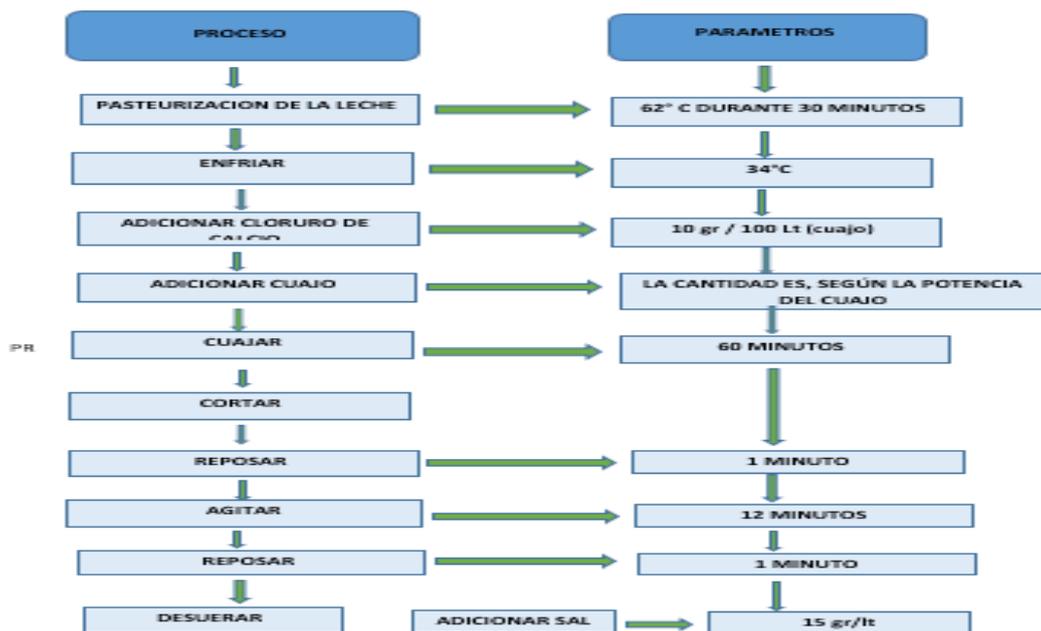


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de quesos.

2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Descripción de los principales procedimientos y parámetros de control en el proceso de fabricación de quesos en la planta láctea caracterizada.

- **Proceso de pasteurización.**
En este proceso se combinó la temperatura y el tiempo para conseguir un correcto pasteurizado. La leche se sometió a condiciones de: 70° C durante 30 minutos y luego un enfriamiento drástico a 40° C. Este proceso, inicial para la elaboración de productos lácteos, asegura su inocuidad al controlar el riesgo de contaminación con microorganismos patógenos que causen enfermedades al consumidor.
- **Procedimiento para la adición de cloruro de calcio**
Se utilizó el cloruro de calcio en una concentración de 0,2 g/L para contrarrestar la disminución del contenido de calcio que experimenta la leche durante la pasteurización, así como para facilitar la coagulación y obtener un mayor rendimiento en queso.
- **Precipitación de la caseína. Uso de coagulante.**

Para la precipitación de la caseína se hizo uso de enzimas coagulantes, en este caso el cuajo, se determinó la fuerza del mismo que contribuye a establecer parámetros de tiempo en la duración de la cuajada.

Para determinar la fuerza del cuajo en la empresa APRODEMAG, se usó la fórmula “Fuerza y cálculo del cuajo”:

$$\text{Fuerza del cuajo} = \frac{\text{cuagulante}(\text{cm}^3) * \text{leche}(\text{lt})}{N}$$

Donde N representa los segundos en que se realizó la coagulación.

La empresa utiliza 49 cm³ de coagulante, 700 litros de leche, para 40 minutos que dura la coagulación

Obteniendo así:

$$\text{Fuerza del cuajo} = \frac{49\text{cm}^3 * 700(\text{lt})}{40\text{min} * 60\text{seg}} = 14,29 \text{ cm}^3 * \text{lt}/\text{seg}$$

- Desuerado

Con este procedimiento se eliminó el suero resultante, como consecuencia del corte y el batido de la cuajada. Se realizó en un equivalente del 75-80 % para proceder al tratamiento de la cuajada.

- Salado

Luego de haber evacuado el suero, se dejó reposar el queso durante 5 minutos en la salmuera. Se utilizó la siguiente expresión de cálculo para conocer la cantidad de kg/l de sal a utilizar.

$$\text{Concentración másica} = \frac{2,2 \text{ kilogramos de sal}}{15 \text{ litros agua}} = 0,146 \text{ Kg/lt}$$

Principales problemas productivos identificados en las empresas lácteas que fueron caracterizados.

Dado que el número de las posibles causas de un problema resulta ser elevado, el Dr. Ishikawa desarrolló un diagrama sencillo que lleva su nombre el cual tiene el propósito de mostrar gráficamente las causas de un problema de calidad.

Cada causa tendrá a su vez una sub-causa o causa secundaria con lo que se desentraña cada vez más profundo la causa raíz del problema.

Se representa a continuación el diagrama de Ishikawa en el que se observa el problema identificado y las causas del mismo en la industria láctea.

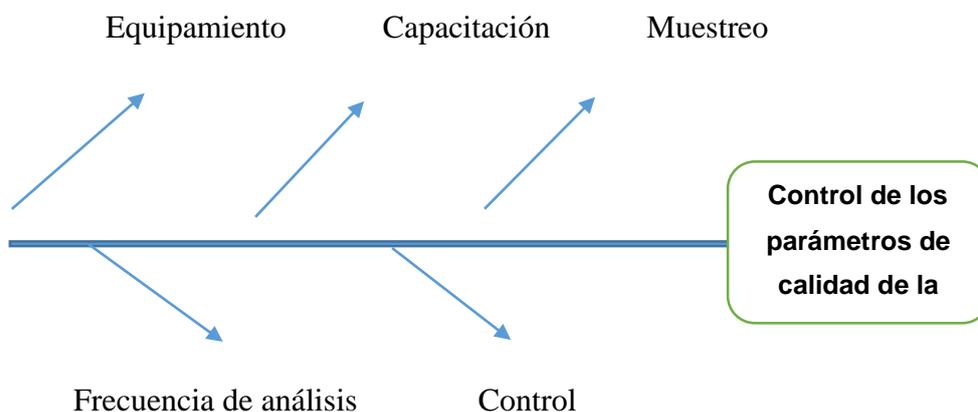


Figura 2. Problema y causas identificadas en la producción de quesos.

El proceso productivo de elaboración de quesos en la industria caracterizada, no cuenta con el equipamiento de laboratorio necesario para las determinaciones experimentales que aseguren la calidad en la materia prima. Con limitaciones tecnológicas se realiza análisis microbiológico incumpliendo la norma INEN 22 000: 2015 referida a la inocuidad de los alimentos. Por otra parte la capacitación de los técnicos de la industria en el manejo de técnicas de laboratorio es insuficiente, no interpretan los resultados adecuadamente y existe poco dominio de técnicas de muestreo de la materia prima y del producto elaborado para evaluar su calidad.

La frecuencia de los análisis no es la establecida en los manuales de calidad de la empresa, esta situación se presenta por no contar con los equipos necesarios y tener que trasladar las muestras a otros laboratorios conveniados, todo esto limita un control adecuado del proceso industrial para la fabricación de quesos. No se implementación de forma correcta del sistema de gestión de calidad en la industria láctea por las razones justificadas anteriormente.

Caracterización de la materia prima utilizada para la producción de quesos.

Se analizó la leche de vaca que entra a la industria de diferentes proveedores, la evaluación de la calidad a través de la medición de varios parámetros permitió definir cuáles fueron los problemas que presentó la materia prima para su incorporación al proceso de fabricación de queso. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 1. Temperatura de congelación de la leche o descenso crioscópico.

Proveedor	Media del punto de congelación	Varianza
Proveedor 1	-0,32°C (g/ml)	1,59
Proveedor 2	-0,43 °C (g/ml)	0,98

Los valores referenciales de la variación del descenso crioscópico de la leche se encuentran en el rango de valores de -0.50 a 0.62°C , los valores experimentales obtenidos están bajos respecto a la referencia, lo que justifica que puede tener presencia de agua la materia prima, se conoce como aguado de la leche, se diluyen los solutos y el punto de congelación aumenta acercándose al del agua, influyendo en la calidad de la producción de quesos. Las grasas y las proteínas no influyen significativamente en la crioscopia de la leche.

Según norma INEN 009:2012 la leche tiene un mínimo de densidad entre $1,028 \text{ g/cm}^3$ a 20 grados Celsius y un máximo de $1,032 \text{ g/cm}^3$, a temperatura ambiente, dentro de este rango se puede afirmar que no ha sido adulterada.

En las determinaciones realizadas sus valores promedio muestran que pueden haberse adulterado las muestras, estar incorrectamente calibrado los equipos de medición o la determinación experimental no fue precisa.

Tabla 2. Densidad de la leche.

Proveedor	Media de la densidad	Varianza
Proveedor 1	2,95 %	0,7
Proveedor 2	3,01 %	0,2

La grasa láctea está presente como glóbulos microscópicos en una emulsión de lípidos y agua [2], su contenido en la leche de vaca, oscila entre $3,5$ y $4,7$ %. En las determinaciones

realizadas este valor se comportó por debajo del rango establecido como valor referencial, se puede deber al aguado de la leche como se justifica en la determinación del descenso crioscópico.

Sólidos totales en la leche

El porcentaje promedio de sólidos totales que debe tener la leche de vaca es de 12,7% representados por la grasa en emulsión, las proteínas en suspensión coloidal, lactosa, vitaminas, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución. Los componentes sólidos no grasos representan en promedio 8,7%. Según se ha determinado de forma experimental la leche que ingresa a la planta láctea tiene la cantidad de sólidos que se requiere.

Propuesta de la metodología lean six sigma para las empresas lácteas diagnosticadas.

De acuerdo con los estudios realizados a la materia prima utilizada para la fabricación de queso y los resultados obtenidos de la aplicación del diagrama causa – efecto y Pareto se realiza la propuesta de la metodología lean six sigma, en estas industrias lácteas están orientadas a la mejora de procesos, con el propósito de aumentar la rentabilidad y productividad de los mismos, se orienta a optimizar procesos donde el trabajo de las personas se ve involucrado.

La metodología a proponer es la DMAIC, debido a que el producto a fabricar y los procesos de la industria ya existen, su característica fundamental es la mejora del proceso para incrementar la productividad y en el control eficiente de los parámetros de calidad.

De acuerdo a los resultados experimentales obtenidos en la caracterización de la materia prima utilizada para la elaboración de quesos se ha considerado resolver el control eficiente de los parámetros de calidad y la mejora de los procesos para lograr:

- Mejoramiento en el área de producción de quesos frescos.
- Beneficios en la calidad del producto para los clientes.
- Beneficios económicos para la empresa.

Se hará la propuesta de la metodología DMAMC para que sea aplicada en empresas lácteas con los problemas que se han identificado en el sistema de producción.

Fases de la metodología.

Fase definir:

En esta primera etapa se define el problema a resolver, su situación actual y las razones que justifican su solución.

Declaración del problema a resolver y objetivos.

El problema definido durante la investigación es el control eficiente de los parámetros de calidad durante el proceso de fabricación de quesos que influye en la productividad de la empresa láctea.

Objetivo:

- Controlar los parámetros de calidad de la materia prima y del proceso de fabricación de quesos para la mejora de la productividad de la empresa láctea.
- Recuperar la confianza del consumidor para el incremento de la comercialización de quesos frescos en el mercado.

Identificación del proceso: se debe partir de la representación del diagrama de flujo y la caracterización de todas las etapas del proceso industrial.

Determinar los puntos críticos de control en este caso:

- Calidad de la materia prima.
- Temperatura en el proceso de pasteurización.
- Concentración de la disolución de cloruro de calcio.
- Fuerza del cuajo para la precipitación de la caseína.
- Presencia de microorganismos en la cuajada
- Tiempo de desuerado
- Presión para el proceso de prensado.
- Calidad microbiológica de salmuera

De los puntos críticos de control más importantes está, el control de la temperatura del proceso de pasteurización y la fuerza del cuajo porque de ellos depende que precipite suficiente caseína en la leche que se utilice para la fabricación de quesos y exista mayor rendimiento del producto, los quesos frescos.

Fase medir:

Para cuantificar la situación actual de un proceso industrial es necesario un conjunto de herramientas estadísticas que muestren cómo se está produciendo el producto final para el cliente, la interpretación de los resultados que arroja la estadística son claves para tomar las decisiones correctas.

La medida de variabilidad se la realiza con la “desviación estándar”, que es la medida más usual de variabilidad y este parámetro indica que tan dispersos están los datos con respecto a la media.

El índice de capacidad de proceso C_p es otra magnitud necesaria en esta fase porque evalúa si el proceso es potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones del cliente.

$$\hat{C}_p = \frac{TS - TI}{6 \times \hat{\sigma}}$$

Donde sigma “ σ ” es la desviación estándar del proceso mientras que TS (Especificación Superior) y TI (Especificación Inferior) son la característica de calidad.

Estudio de repetibilidad y reproductibilidad en las determinaciones experimentales y control de parámetros.

Un estudio de repetibilidad y reproductibilidad debe realizarse para validar el sistema de medición y tener seguridad que los datos medidos sean precisos.

Fase Analizar: Una vez obtenidos los datos necesarios en la fase “medir”, se analizan de tal forma que se manifieste la situación actual del proceso, es necesario realizar un análisis exhaustivo para que se encuentren las causas del problema, descubriendo las posibles causas que dieron lugar al surgimiento del mismo.

Para el desarrollo correcto de esta fase es indispensable considerar las posibles causas del problema; esto es posible mediante el uso de herramientas que permitan la indagación del problema por ejemplo:

El diagrama Causa-Efecto, organiza la información para exponerla gráficamente elevando el nivel de comprensión entre los problemas y sus causas mostrando estas y agrupándolas en categorías específicas que facilita su interpretación.

Se considera necesario para la empresa caracterizada trazar una estrategia de inversión para resolver los problemas de:

- Equipamiento de laboratorio y muestreo
- Capacitación del personal técnico de la industria

Necesario además una planificación adecuada de la frecuencia de análisis experimentales en las muestras de la materia prima y del producto elaborado para la mejora del proceso productivo. Los mecanismos de control a partir de una estrategia diseñada por la gerencia empresarial.

Fase mejorar: Esta fase se refiere a la búsqueda de variables que tienen mayor influencia en la variabilidad y la determinación de los niveles en que deben operar para tener el mejor desempeño del proceso; se afinan sus niveles para optimizar el desempeño del proceso mediante soluciones efectivas [5] que deben planificarse mediante el ciclo continuo de Deming: Planear – Hacer – Verificar – Actuar [4].

De acuerdo con los problemas identificados en la industria láctea los objetivos estratégicos para esta fase son:

- Optimizar el funcionamiento de los procesos con la aplicación consecuente del sistema de gestión de calidad mejorado.
- Diseñar experimentos para la identificación de las variables de influencia y sus niveles de comportamiento en todo el proceso industrial de fabricación de quesos.
- Aplicar métodos estadísticos que permitan identificar soluciones de mejora en el proceso productivo.
- Establecer parámetros de control en puntos críticos que permitan minimizar la variabilidad de estos.

Fase de control

El control del proceso queda integrado al proceso productivo a través de cartas o gráficos que registran su comportamiento y variabilidad. Los gráficos de control deben ser renovados y ajustados a los nuevos límites establecidos por la mejora aplicada, y

constituyen el sistema de alerta de la variabilidad del proceso permitiendo corregirlo a tiempo.

En esta fase la clave es mantener los resultados alcanzados, para esto se ha considerado hojas de control de recogida de datos, con el fin de registrar las mediciones obtenidas durante el proceso en el área de pasteurización, proceso de precipitación de la caseína, desuerado y moldeado. Este control debe estar integrado al proceso productivo los mediante la aplicación de herramientas informáticas, el uso de las cartas y las gráficas resulta necesario.

3. CONCLUSIONES

1. El problema identificado en la producción industrial de fabricación de quesos frescos en la empresa láctea APRODEMAG es el control de los parámetros de calidad de la materia prima y etapas del proceso productivo.
2. La metodología lean six sigma utiliza varias herramientas conocidas en el mundo de la calidad, sin embargo es necesario para su complemento el uso de otras metodologías y de la formación de una infraestructura humana para garantizar la eficiencia de producción en la industria.
3. Los valores experimentales obtenidos en el descenso crioscópico están bajos respecto a los referenciales, lo que justifica la presencia de agua o adulteración de la leche.
4. Todas las fases de la metodología lean six sigma para la mejora del proceso de producción de fabricación de quesos frescos deben considerarse como un sistema integrado de procesos que contribuyen a la mejora de la productividad en cualquier industria.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. Rowland y N. Michael (2005), ¿What is six sigma process management? Primera Edición. Editorial McGraw-Hill Education. ISBN 978-0-07145-341-7.
- [2] Magariños, H. 2000. Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. Producción y Servicios Incorporados S.A. Guatemala. 96 p
- [3] Memoria Institucional MIDEPLAN 2008-2009. La Memoria Institucional del. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. <http://www.asamblea.go.cr>
- [4] Kumar Sharma, R. (2014), "A hybrid framework based on SIPOC and Six Sigma DMAIC for improving process dimensions in supply chain network", International

Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 31 No. 5, pp. 522-546. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-06-2012-0089>

[5] Mukherjee, 2008. ¿Qué es Seis Sigma? Metodología e implementación • GestioPolis. [Online] GestioPolis - Conocimiento en Negocios. Available at:<http://www.gestiopolis.com/que-es-seis-sigma-metodologia-e-implementacion>.

[Accessed 15 Oct. 2016].

[6] Shokri, A., Oglethorpe, D., & Nabhani, F. (2014). Evaluating Six Sigma methodology to improve logistical measures of food distribution SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(7), 998–1027. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2012-0114>

[7] Revere, L., & Black, K. (2003). Integrating Six Sigma with total quality management: a case example for measuring medication errors. *Journal of Healthcare Management / American College of Healthcare Executives*, 48(6), 377–91; discussion 392. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14671947>

[8] Reyes, P. (2002). Manufactura delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. *Contaduría y Administración*, 205, 1–22. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39520506>

[9] Zokaei, K., & Hines, P. (2007). Achieving consumer focus in supply chains. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 37(3), 223–247. <https://doi.org/10.1108/09600030710742434> .