

# SISTEMA semiautomático computarizado para la coagulación de leche en la elaboración de queso campesino

## SEMI-AUTOMATIC COMPUTER SYSTEM FOR COAGULATION OF MILK IN THE DEVELOPMENT OF FARMER CHEESE

### Artículo científico

Fecha de recepción: 28 de septiembre de 2009

Fecha de aprobación: 14 de octubre de 2009

Por Rubén Lucero Guanga  
Jesús Mainguez Caguazango  
Wilmer Zambrano Arias  
Robinson Andrés Jiménez Toledo

## Resumen

Las queseras familiares pertenecientes a CONALAC (Cooperativa Nariñense de Lácteos), tienen características similares en cuanto al manejo de una planta quesera; por lo tanto poseen las mismas dificultades en el proceso de coagulación de leche para elaborar los quesos campesinos. El funcionario encargado de realizar la fase de coagulación no calcula el nivel de PH de la leche y no dosifica la proporción exacta de cuajo líquido, haciendo esta actividad de manera artesanal, colocando el cuajo en la tapa del galón que contiene la solución, sin medición exacta, vertiéndola en el tanque de coagulación a su libre disposición, sin tener en cuenta una temperatura real y exacta para lograr una mejor producción de cuajada y por ende una mayor producción de quesos.

Al efectuarse este procedimiento no se cumple los propósitos esperados como son control de acidez en la leche, control de  $\text{cm}^3$  de cuajo por litros de leche y determinación exacta de la temperatura para obtener una alta producción.

El sistema desarrollado permite, a través de un dispositivo (Hardware), identificar la cantidad de leche, medir el nivel de PH, medir digitalmente la temperatura y verificar la existencia de cuajo a dosificar; además realiza operaciones de control como activación o desactivación del calefactor para controlar la temperatura, control de giro de motor para homogenizar la solución de cuajo en la leche y la emisión en pantalla LCD de eventos o estado del proceso. La construcción de un sistema software para recibir información por cada proceso de coagulación, permite que el usuario pueda realizar consultas, estadísticas y reportes de producción.

### Palabras claves

Software, Interfaz Electrónica, Coagulación, Producción de Quesos

# Abstract

Small cheese-producing companies belonging to CONALAC (Cooperativa Nariñense de Lácteos) have similar characteristics in terms of managing the equipment and following the procedure to make cheese. For this reason, they all have the same problems in the milk coagulation process.

The person who is in charge of doing the part of this process does not measure the PH level of milk to get an exact proportion of liquid rennet, using a simple and rudimentary way to do this work and putting the rennet liquid in some containers to mix the ingredient without an exact measuring and without taking into account the appropriate temperature to get a better production of curd as well as the production of cheese.

In this way, the procedure does not accomplish with the purposes, for instance milk acidity, control of liquid rennet per

each litre of milk and the exact temperature to obtain a high production.

System developed allows to identify the amount of milk, measuring the temperature in a digital way and checking the existence of rennet; besides, it makes control operations such as activate and defuse the heater to monitor the temperature and motor turn control in order to homogenize the mixture of rennet in the milk. It also shows the events and the state of the process in a LCD screen. Software system building for receiving information for each clotting process, allows the user to query, stats and production reports.

## Key words

Software, Electronic Interface, Coagulation, Cheese Production.





## INTRODUCCIÓN

Esta investigación aborda el proceso de coagulación de leche mediante un sistema semiautomático computarizado, que permita identificar la cantidad de leche, medir el nivel de pH, medir digitalmente la temperatura, verificar la existencia de cuajo y dosificar esta solución en la cantidad adecuada, dependiendo de los litros de leche que se encuentren en el coagulador. El propósito de la investigación es estandarizar este proceso evitando la pérdida de la materia prima y por ende de dinero, con el fin de optimizar los índices productivos y mejorar la productividad del microempresario.

## MATERIALES Y METODOLOGÍA

Nivel delimitador temporal: El tiempo de la investigación fue de 24 meses, iniciándose en septiembre de 2007 y culminando en septiembre de 2009.

Nivel delimitador espacial: la investigación de campo se llevó a cabo en la Quesera familiar del barrio Caicedo, donde se realizó las pruebas requeridas de funcionamiento del sistema. Las pruebas técnicas fueron llevadas a cabo en el laboratorio de electrónica de la Universidad Mariana.

Nivel delimitador demográfico: Utilizando entrevistas y empleando la observación directa al personal encarga-

do de la fabricación de los quesos, se verificó la manera de suministrar las cantidades de cuajo, la forma de controlar la temperatura y acidez de la leche, buscando las fallas e inconsistencias en el proceso de coagulación.

Nivel de población y muestra: La investigación tuvo en cuenta como población a las 20 familias que conforman la Cooperativa Nariñense de Lácteos COON-ALAC. Se tomó como muestra a la quesera familiar del barrio Caicedo perteneciente a dicha cooperativa.

Paradigma. El paradigma de esta investigación es cuantitativo porque asume la medición y la cuantificación de los datos que se toma en el desarrollo experimental, describiendo su comportamiento y teniendo en cuenta los actores que estudia.

Enfoque. Empírico Analítico, ya que se basa en la experiencia adquirida por los estudiantes desarrolladores de la investigación y se ubica en el principio de la comprobación de hipótesis.

Tipos de Investigación. Los tipos de investigación para la elaboración de este proyecto son:

Cuasi-experimental: las variables no pueden ser totalmente controladas y la parte experimental está basada en fundamentos teóricos.

Aplicada: el uso de una herramienta computacional y electrónica permitió validar la hipótesis planteada al inicio de la investigación.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Comercialmente existen fábricas de maquinarias automáticas y semiautomáticas para esta temática; a nivel nacional existen sistemas de fabricación de quesos, pero el inconveniente es que estas máquinas tienen un costo elevado y una microempresa familiar estaría obligada a hacer una inversión importante para adquirirlas; por ello se plantea una alternativa económica y de alta calidad, en cuanto al software como al hardware, abordando sus diseños bajo las siguientes teorías.

La Ingeniería de software como área importante de la ingeniería para construir y mantener la aplicación de software para manejo de datos y del dispositivo de hardware.



---

La Automatización es una ciencia tecnológica que unifica los sistemas de computación y electrónica, para modernizar la producción en las industrias. Se basa en la ejecución de procesos en forma automática, aminorando los costos y mejorando la calidad de los productos.

La interfaz es un dispositivo que permite la interacción de un computador con el medio externo; en ella se identifica diferentes componentes electrónicos en los que se destaca los microcontroladores, los sensores y los actuadores que realizan la función necesaria para desarrollar el proceso de coagulación de leche.

## RESULTADOS

Al conocer el proceso de coagulación de leche que realiza el personal encargado de la quesera familiar del Barrio Caicedo, San Juan de Pasto, en la elaboración del queso campesino, se diseña un sistema capaz de mejorar el sistema actual de esta actividad (Lucero, 2009:145).

Al identificar las fallas que se presenta en el proceso de coagulación de leche, se comprobó que el Sistema semiautomático computarizado para la coagulación de leche en la elaboración de queso campesino "LACT-COMP 1.0" es una alternativa viable para mejorar el desarrollo de dicho proceso, registrando y controlando electrónicamente las variables necesarias para realizar dicho proceso.

Se pudo observar, durante el proceso investigativo, cómo los aportes de distintas disciplinas como la Ingeniería de Sistemas, Electrónica, Mecánica y la Administración, se articulan en la consecución de un objetivo común a favor de la industria láctea, que pretendía sistematizar el proceso de coagulación de leche, controlando el nivel de líquido, la temperatura, nivel de pH y el suministro de cuajo líquido, de manera que se permitiera optimizar estos procesos.

Esta investigación comprueba que se puede, desde la Ingeniería de Sistemas a nivel regional, causar un gran impacto en el área social, presentando a los pequeños sectores productivos del queso campesino, una herramienta útil, capaz de optimizar el proceso de coagulación de leche, en cuanto a automatización, sanidad, registro de la cantidad y calidad de leche a procesar y lograr una mejor rentabilidad en la planta quesera.

La creación de una aplicación que involucre varios campos de la ciencia como la Electrónica, la Mecánica, la Ingeniería de Sistemas y la Industria Láctea, es de gran importancia para el desarrollo tecnológico de la región, ya que son muy pocos los sistemas de automatización dirigidos a las microempresas que elaboran productos derivados de la leche de manera artesanal.

La posibilidad de continuar esta investigación y convertirla en un proyecto de vida profesional, es un factor importante; durante el proceso investigativo nos dimos cuenta de la posibilidad de la aplicación de este sistema, no sólo al proceso de coagulación de la leche, sino que se puede adaptar al proceso de fabricación de quesos doble crema, ya que la elaboración de estos es similar a la de los quesos campesinos, con la diferencia de que se necesita leche con mayor acidez para su producción.



## AGRADECIMIENTOS

*A todos aquellos que de alguna manera colaboraron en la construcción de este proyecto, a nuestras familias, a nuestros asesores, a nuestros profesores, a la quesera familiar del barrio Caicedo.*

VARIABLE DEPENDIENTE	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	INDICADORES	FUENTE	PREGUNTAS ORIENTADORAS
Nivel de leche	Cantidad de leche a coagular	Calcular el nivel de leche que llega al coagulador.	Lit.	Medidas estándar de la Quesera familiar del barrio Caicedo.	¿Existe una forma sistematizada para calcular el nivel de leche?
Cantidad de Cuajo	Ración necesaria que al actuar sobre la leche desarrolla la coagulación.	Dosificar la solución de cuajo de acuerdo a la cantidad de leche contenida en el coagulador.	CC.	Medidas estándar de la Quesera familiar del barrio Caicedo.	¿Existe una forma de dosificar la cantidad de cuajo automáticamente?
Temperatura	La eficacia de la coagulación depende de la Tº de la leche. Para excelentes resultados debe estar entre 32 y 36 ºC	Mantener una Tº fija durante la coagulación	ºC	Medidas estándar de la Quesera familiar del barrio Caicedo.	¿Existe una forma automatizada de controlar la Tº de la leche en la elaboración del queso?
PH	Es una medida de la acidez o basicidad de una solución	Determinar el pH de la leche por lectura directa introduciendo el electrodo de un pH metro.	Potencial de Hidrogeno	Medición de acidez de soluciones	¿Cómo funciona la sonda de un pHmetro?
VARIABLES INDEPENDIENTES	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	INDICADORES	FUENTE	PREGUNTAS ORIENTADORAS
Materia prima	La leche y los demás insumos que intervienen en el proceso deben ser controlados de forma rigurosa; en el caso de la leche se debe tener en cuenta los análisis de pH,	Determinar si la leche a utilizar es óptima para la elaboración de los quesos.	Gramos	Medidas estándar de la Quesera familiar del barrio Caicedo y de las tablas del servicio nacional de adiestramiento en trabajo industrial.	¿Cómo se determina el nivel de pH de la leche para la elaboración óptima de los quesos?