



**MEJORA EN EL PROCESO DE LAVADO DE LOS EQUIPOS DE  
PASTERIZACION DE LECHE MEDIANTE LA REDUCCION DE TIEMPOS EN  
LOS ENJUAGUES EN LA PLANTA DE COLANTA MEDELLIN.**

**JOHAN ALEXIS MAZO MUÑETON**

**TRABAJO DE GRADO**

**VALIDACION DE EXPERIENCIA PROFESIONAL  
PRODUCTIVIDAD Y GESTION DE LA CALIDAD**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO  
INGENIERIA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL  
MEDELLÍN**

**2016**

**MEJORA EN EL PROCESO DE LAVADO DE LOS EQUIPOS DE  
PASTERIZACION DE LECHE MEDIANTE LA REDUCCION DE TIEMPOS EN  
LOS ENJUAGUES EN LA PLANTA DE COLANTA MEDELLIN.**

**JOHAN ALEXIS MAZO MUÑETON**

Trabajo presentado y dirigido para obtener el título  
de Ingeniero en Producción Industrial

Asesor

**YESID ALEJANDRO OCHOA TABARES**

Ingeniero en instrumentación y control

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO  
INGENIERIA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2016**

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Medellín, 16 de Noviembre de 2016.

Para mi madre Janeth Liliana Muñeton, mi abuela Ofelia Roldan, mi hermano Julian Mazo, mi padre Oscar Mazo y para Juliana Osorio por ser parte de la inspiración de mi vida para superarme y salir adelante, vencer los duros retos que nos han sucedido en el transcurso de los años, brindarme valores como la humildad, honestidad, respeto, y apoyarme en las buenas y malas durante toda mi vida

***JOHAN ALEXIS MAZO MUÑETON***

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa un gran agradecimiento a:

Banessa Osorio castaño. Economista, Asesor Metodológico.

Yesid Alejandro Ochoa. Ingeniería de Control, Asesor Técnico.

Francisco Monsalve. Supervisor Colanta, Asesor.

Rafael Chilamack Neira. Director de div técnica. Colanta.

# **CONTENIDO**

**Pág.**





## LISTA DE TABLAS

Pág.

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Pág.

## GLOSARIO

**CIP (Cleaning in Place):** Sistema de limpieza en circuito cerrado, el cual combina 4 factores, turbulencia (Flujo), Tiempo, Temperatura y Concentración de las soluciones.

**CRIOSCOPIA:** es una prueba realizada a la leche que tiene como objetivo congelar una muestra y determinar el porcentaje de agua que la muestra contiene.

**CONCENTRACIÓN:** Sustancia o Proporción cuantificable de un producto como principio activo.

**DESINFECCIÓN:** Tratamiento físico-químico o biológico aplicado a las superficies limpias en contacto con el alimento, que tiene como propósito destruir las células vegetativas de los microorganismos que pueden ocasionar riesgo para la salud pública y reducir sustancialmente el número de otros microorganismos indeseables, sin que dicho tratamiento afecte adversamente la calidad e inocuidad del alimento.

**LECHE PASTEURIZADA:** Es el producto obtenido al someter la leche cruda, termizada o recombinada a una adecuada relación de temperatura y tiempo para destruir su flora patógena y la casi totalidad de flora banal, sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas. Las condiciones mínimas de pasteurización son aquellas que tiene efectos bactericidas equivalentes al calentamiento de cada partícula a 72°C - 76°C por 15 segundos (pasteurización de flujo continuo) o 61 °C a 63° C por 30 minutos (pasteurización discontinua) seguido de enfriamiento inmediato hasta temperatura de refrigeración.

**LECHE TERMIZADA:** Producto obtenido al someter la leche cruda a un tratamiento térmico con el objeto de reducir el número de microorganismos presentes en la leche y permitir un almacenamiento más prolongado antes de someterla a elaboración ulterior. Las condiciones del tratamiento térmico son de mínimo 62°C durante 15 a 20 segundos, seguido de enfriamiento inmediato hasta temperatura de refrigeración.

La leche termizada debe reaccionar positivamente a la prueba de fosfatasa alcalina, siendo prohibida su comercialización para consumo humano directo (decreto 616 de 2006).

**LECHE ULTRA-ALTA-TEMPERATURA UAT (UHT):** Es el producto obtenido mediante proceso térmico en flujo continuo, aplicado a la leche cruda o termizada a una temperatura entre 135 °C a 150 °C y tiempos entre 2 y 4 segundos, de tal forma que se compruebe la destrucción eficaz de las esporas bacterianas resistentes al calor, seguido inmediatamente de enfriamiento a temperatura ambiente y envasado aséptico en recipientes estériles con barreras a la luz y al oxígeno, cerrados herméticamente, para su posterior almacenamiento, con el fin de que se asegure la esterilidad comercial sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas, la cual puede ser comercializada a temperatura ambiente.

**LIMPIEZA:** Procesó u operación de eliminación de residuos de alimentos u otras materias extrañas o indeseables.

**LUMINOMETRIA:** es una técnica utilizada para la determinación de un compuesto químico mediante la cuantificación de energía lumínica que el mismo emite en determinadas condiciones. Esta energía generalmente es emitida como luz visible o UV.

## **RESUMEN**

La cooperativa colanta, es una empresa dedicada a la fabricación y venta de productos lácteos, leche y sus derivados; actualmente es la empresa líder en el sector lechero del país y por dicha razón busca mejorar sus procesos de fabricación, disminuir los altos costos de sus procesos y evitar daños o pérdidas por mala operación de equipos o mala administración en su cadena de abastecimiento, desde que la leche es ordeñada hasta su destino final (cliente). Así nace la propuesta de reducción de tiempos de lavado de los equipos de pasteurización que son utilizados en la planta colanta Medellín, con el objetivo de reducir el consumo de agua, reducir los costos operativos y conocer datos reales de la operación diaria para su control y oportunidad de mejora continua.

Es clara la necesidad de crear e implementar un plan de lavado de equipos que le permita a la empresa disminuir el consumo de agua, minimizar los costos operativos por lavado de equipos, realizar el aforo de las tuberías o líneas para evitar adición de agua o químicos al producto terminado y cumplir con los estándares de calidad exigidos para la operación de los equipos de procesamiento de leche.

Para el desarrollo de esta propuesta se cumplió con varias etapas, las cuales comenzaron con un diagnóstico actual de consumo de agua en el lavado de los pasteurizadores de la planta de producción, para cuantificar los datos actuales del proceso e identificar las fallas del proceso; también se realizó un estudio para conocer el tipo de maquinaria con el que cuenta la empresa, que tipo de lavado se realiza y cuáles son los componentes químicos que se adicionan para la limpieza; También se identifican las diferentes pruebas físico químicas que se realizan a los equipos para determinar su limpieza. Con estos análisis realizados se tienen datos para la aplicación de un plan de mejora que cumpla con el objetivo de reducir el consumo de agua utilizado en el lavado de los equipos de pasteurización

**Palabras clave:** Control, lavado, limpieza, desinfección, proceso, diagrama de flujo, diagrama de proceso, análisis de causas, medición, aforo, caudal, consumo, tiempo, reducción, plan de mejora, análisis, pruebas.

## ABSTRACT

The Colanta cooperative, is a company dedicated to the manufacture and sale of dairy products and milk derivatives; is currently the leader in the dairy sector in the country and for that reason seeks to improve its manufacturing processes, reduce the high costs of their processes and prevent damage or loss due to poor operation of equipment or maladministration in its supply chain, since milk is milked to their final destination (client). Thus was born the proposal to reduce washing time of pasteurization equipment that are used in the plant Colanta Medellin, with the goal of reducing water consumption, reduce operating costs and meet actual data of daily operation for control and opportunity for continuous improvement.

It is a clear need to create and implement a plan of washing equipment that will allow the company to reduce water consumption, minimize operating costs washing equipment, make the capacity of the pipes or lines to avoid adding water or chemicals the finished product and meet the quality standards required for the operation of milk processing equipment.

For the development of this proposal it was met with several stages, which started with a current diagnosis of water consumption in washing pasteurizers production plant , to quantify the current process data and identify failures of the process; A study was also conducted to know the type of machinery with which the company has that type of washing is done and what are the chemical components are added for cleaning ; different physicochemical tests performed to determine cleaning equipment are also identified. These analyzes data are available for the implementation of an improvement plan that meets the objective of reducing the consumption of water used in washing pasteurization equipment.

**Key words:** Control, washing, cleaning, disinfection, process flow diagram, process diagram, root cause analysis, measurement, capacity, flow, consumption, time reduction, improvement plan, analysis, testing.

## INTRODUCCIÓN

Colanta como empresa líder en el sector agroindustrial y lácteo del país es una compañía comprometida con el cuidado de los recursos naturales y el desarrollo sostenible.

Por tal motivo se realiza una propuesta de mejora en el proceso de lavado de los equipos de pasteurización de leche mediante la reducción de tiempos en colanta Medellín, esta propuesta se realiza con el objetivo de reducir el consumo de agua utilizado para el lavado de los equipos utilizados en el proceso de producción.

Es importante llevar a cabo la ejecución de la propuesta de reducción de tiempos al lavado porque ayuda a disminuir los costos operativos en la empresa obteniendo productos de menor costo de fabricación, aumento de la rentabilidad y por ende sostenibilidad y cuidado de los recursos naturales y del medio ambiente.

Medir el consumo de agua utilizada en el lavado de los equipos de pasteurización arrojará datos reales del consumo de agua actual, cuantificará el costo de cada lavado y se realizará una propuesta para reducir el consumo de agua y reducir los costos de los lavados de los equipos.

Para la realización de la propuesta se utilizarán metodologías de investigación que permitan obtener resultados medibles, cuantificables y de análisis, entre estos se aplicaran conceptos y temas vistos durante el plan de estudio como diagramas de flujo, diagramas de proceso, hojas de cálculo, diagramas de causa efecto, plan de mejora, instrumentos de medición y se consultaran en libros de procesos lácteos para la ejecución de las mejoras y el apoyo bibliográfico.



# 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colanta cuenta con una planta de producción principal en la ciudad de Medellín (barrio caribe), en esta planta se procesan cantidades aproximadas a los 500.000 litros de leche diarios. Como proceso inicial se realiza la leche pasteurizada: entera, semidescremada, descremada, deslactosada, UHT (larga vida); también se realiza el proceso de termizado para algunos de los productos.

Para procesar la leche, la planta de producción cuenta con 2 equipos de pasteurización; cada uno con capacidad para pasteurizar 30000 litros / hora. Los equipos se lavan cada que se cambian de referencia y el consumo de agua para realizar el lavado es de 4600 litros por cada lavado.

Colanta, ha crecido de la mano con sus procesos y le ha apuntado a invertir en equipos de última tecnología que aporten al crecimiento de la empresa en la parte productiva y de calidad. Por ende, el control de los procesos es importante para lograr un equilibrio en producción y rentabilidad.

Se ha detectado la necesidad de cuantificar el agua utilizada para realizar el lavado de los pasteurizadores, estos son equipos de manejo totalmente manual y no se recupera el agua utilizada en los lavados. Al igual por ser un manejo totalmente manual y empírico no se tiene el volumen de agua necesario para realizar un enjuague después de los lavados.

De esta manera podemos ver que hay un problema de desperdicio de agua y esto puede afectar a la comunidad del barrio caribe, porque los consumos de agua son muy altos, también genera sobrecostos en el producto y la producción no es responsable con el medio ambiente, porque desperdiciamos el agua y contaminamos los ríos y las vertientes.

Minimizar el tiempo de lavado y el aforo de las líneas de los pasteurizadores nos ayudara a evitar daños de leche por residuos de agua, soda y ácido. También tendremos un mayor control del proceso y una reducción de costos en el producto final.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es posible mejorar el proceso de lavado de los equipos de pasteurización de leche mediante la reducción de tiempos de los enjuagues realizados a los equipos de pasteurización en colanta Medellín?

## **2 DELIMITACIÓN**

### **2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El proyecto se realizará en la planta de producción de la cooperativa colanta ubicada en la ciudad de Medellín, barrio caribe dirección cl 74 N 64<sup>a</sup>-60.

Ilustración 1 ubicación geográfica planta colanta

Fuente:(<https://www.google.es/maps/place/Bodega+Colanta/@6.2344293,-75.6105239,13z/data=!4m8!1m2!2m1!1scolanta!3m4!1s0x0:0x39d29a105573f7db!8m2!3d6.2723219!4d-75.5720651.2016>).

### **2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL**

El proyecto se realizará durante el segundo semestre del año en curso (2016), la fecha establecida para la elaboración y desarrollo será desde 01 agosto de 2016 hasta 01 de diciembre de 2016.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Identificar el tiempo actual de lavado de los equipos de pasteurización para mejorar el proceso de lavado mediante la reducción de tiempos de los enjuagues en la planta de pasteurización en colanta Medellín.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Calcular y aforar las líneas o tuberías que van desde los pasteurizadores hasta los tanques de producto o silos, para Medir el caudal de cada línea y determinar el agua que se utiliza para el lavado de los equipos.
  
- Analizar las mediciones realizadas durante el proceso de para realizar la propuesta de disminución de los tiempos de lavado.
  
- Aplicar la propuesta de reducción de tiempo de lavado como solución a la problemática expuesta.

## 4 JUSTIFICACIÓN

La propuesta de reducción de tiempos de lavado es muy importante porque se ha notado un gran consumo de agua al momento de lavar los equipos y la empresa no cuenta con una planta de recuperación de aguas.

Disminuir el alto consumo de agua en la planta y el costo de la actividad de lavado es una buena medida de control a al proceso de fabricación de leche. Así se logrará ser más eficientes y se contribuye al control y mejora continua del proceso de producción y los lavados a los equipos utilizados; también al cuidado de los recursos naturales en este caso el agua.

Colanta se beneficiará al obtener una medición exacta del consumo de sus procesos y el costo de operación, la comunidad del barrio caribe contará con mayor afluente hídrico en la zona y la ciudad obtendrá un río con menor cantidad de afluente utilizado en la industria láctea.

## 5 MARCO DE REFERENCIA

### 5.1 MARCO CONTEXTUAL

**5.1.1 Internacional.** La limpieza Significa la eliminación de todas las sustancias extrañas de las superficies sólidas, no obstante, en este tema solo se verá que solo tiene gran interés las suciedades que se adhieren a la superficie, y permanecen adheridas incluso tras un enjuagado inicial con agua. El resultado del procedimiento de lavado correcto corresponde a que ninguna suciedad debe ser físicamente, biológicamente y químicamente detectable. (Grasshoff, 1992)

Los sistemas llamados CIP ofrecen varias ventajas comparados con los sistemas y procedimientos que requieren desmontar el equipo, reduciendo costos laborales, posibilidad de automatización, utilización de detergentes alcalinos fuertes, recirculación del limpiador, mejor limpieza. Obviamente el diseño e instalación debe ser cuidadosamente montado para una limpieza efectiva. (Anderson, 1972).

La limpieza cip (Cleaning in place) es actualmente una técnica ampliamente utilizada en las industrias alimentarias siendo un ejemplo en las industrias lácteas, donde se aplica la limpieza y la desinfección de los sistemas cerrados compuestos en redes de tuberías que unen a diferentes equipos y depósitos. Este sistema de limpieza aplica una circulación de agua, detergente y/o desinfectante. Todas estas operaciones se realizan sin hacer ningún desmontaje. (Benezech, 2002).

**5.1.2 Nacional.** En la década de los años sesenta, el municipio de Medellín prohibió la venta de leche cruda. Así mismo, se creó un oligopolio constituido por empresas privadas que expendían el 90 por ciento de la leche con las marcas Pro leche, San Martín y Paquita. Adicionalmente, en los periodos de vacaciones de colegios, disminuía dramáticamente el consumo y en consecuencia las ventas de leche.

Además, estaban expuestos a las abusivas políticas del oligopolio, por eso, eran obligados a hacer largas filas para adquirir la leche que se distribuía solamente cada dos días. Los domingos y festivos no había expendio.

En relación con el productor de leche, el oligopolio disminuía unilateralmente el precio de la leche, o simplemente no la pagaba señalándola como “ácida”. Además, se les retenía a los campesinos un porcentaje del pago que posteriormente era devuelto en papeles o acciones que poco servían. En concreto, las condiciones del momento conspiraron para desestimular el trabajo del pequeño productor de leche para quien la actividad no representaba alternativa de futuro para sus hijos.

De esta forma observamos cómo era el sector lácteo en la ciudad de Medellín en los años 1960. (Moreno, 2016).

**5.1.3 Institucional.** En 1964 un grupo de 60 campesinos sembraron la base de la cooperativa COLANTA®, llamada inicialmente COOLECHERA. En Medellín existía un oligopolio que adoptó la práctica desleal de rebajar de forma unilateral el precio de la leche que recibían del campesino, situación ésta que sirvió para la naciente cooperativa se gestara. En casi una década de existencia quebró tres veces, hasta que en 1973 llegó a la gerencia el M.V.Z. Jenaro Pérez Gutiérrez.

COLANTA es el esfuerzo de 7 mil asociados trabajadores y 12.000 productores que hoy dan fe de las bondades del sistema cooperativo, como alternativa y redención del agro colombiano. La Cooperativa tiene más futuro que historia, valora su pasado porque hace parte de su presente, de su futuro y de lo que hoy es: un sueño hecho realidad de campesinos y trabajadores.

Ilustración 2 El comienzo





Fuente: (<http://www.colanta.com.co/institucional/historia/>, 2016)

La Cooperativa COLANTA® comenzó a tejer su historia el 24 de junio de 1964, cuando en el municipio de Don Matías, al norte del departamento de Antioquia, se asociaron 60 campesinos. Esta unión se gestó para enfrentar los abusos reiterados de un oligopolio existente en Medellín, puesto que estos campesinos Derivaban el sustento diario de la producción de leche y carecían de alternativas económicas para vivir.<sup>1</sup>

Por su parte, los habitantes de la región del norte antioqueño heredaron suelos pobres y poco aptos para la agricultura, debido a la explotación de oro. Eran suelos de fertilidad baja o muy baja, ácidos, lo que implica necesariamente su recuperación con base en fertilizantes. En épocas anteriores, grupos de mineros llegaron y colonizaron la región; así se establecieron las primeras comunidades en el norte antioqueño.

El efecto de remoción y lavado de millones de toneladas de tierra (las mejores para el uso agropecuario) terminó con el agotamiento de la capa fértil del suelo. Lo suelos se sembraron con pastos tratados con fertilizantes que cambiaron el paisaje de la región.

La ganadería, entonces, surgió como redentora del norte antioqueño. Se instauró así, una cultura pecuaria que en adelante giraría en torno al ganado de leche y con el correr de los años adquiriría mayor importancia en la región. Contribuyó a esta tendencia el hecho de que los municipios del altiplano

---

<sup>1</sup><http://www.colanta.com.co/institucional/historia/>

desarrollaron la actividad lechera teniendo en cuenta oportunidades y ventajas como el clima, la red vial secundaria existente y la cercanía a Medellín y demás municipios del Valle de Aburra. Y, sobre todo, la vocación cooperativa de sus gentes como semilla que germinaba inclusive antes de 1964.

Ilustración 3 Primer litro de leche vendido.



Fuente:( <http://www.colanta.com.co/institucional/historia/>,2016)

La puesta en funcionamiento de la planta pasteurizadora ocurrió en 1976, cuando se adquirió y puso en funcionamiento. Era una pasteurizadora usada, comprada en Estados Unidos por el Gerente.

- **Otros servicios que tiene colanta.** Con la puesta en marcha de la procesadora de Leche, se hizo necesaria la apertura de nuevos almacenes agropecuarios en otros municipios del departamento de Antioquia, con lo cual se necesitó incrementar su planta de personal que generó 71 nuevos empleos. Dichos agropecuarios, comenzaron a impactar el medio en donde residían los asociados y productores porque ofrecían productos y servicios a precios cooperativos.

Al pequeño local de insumos agropecuarios que se abrió en Don Matías en los años sesenta, le siguieron una cadena de almacenes y comercializadoras, centros de acopio, plantas procesadoras y de concentrados, sales y fertilizantes regados por los departamentos de Antioquia, Bolívar, Córdoba, Quindío, Caldas, Boyacá, Cundinamarca, Nariño, Risaralda y Valle.

Establecimientos más cerca del productor y que regularon la economía en los lugares donde se hizo presente COLANTA®.<sup>2</sup>

## **Derivados lácteos**

En el año 1984 se vendió el litro de leche número 500 millones, cuando apenas había transcurrido siete años desde el 25 de julio de 1976 fecha en la que se recibió y vendió la primera botella de leche. Así, era evidente la aprobación y preferencia de la leche COLANTA® entre los consumidores en la década de los años ochenta.

En respuesta a la aceptación, posicionamiento y demanda de los consumidores, el portafolio de productos COLANTA® se diversificó y creció. Por eso, apareció la línea de derivados lácteos, que comenzaría producción en la planta de San Pedro, previo certificado de marca expedido por la Superintendencia de Industria y Comercio. Con este aval COLANTA® comenzó a elaborar productos lácteos como quesos, mantequilla, bebidas lácteas, refrescos, leches azucaradas, dips, arequipes, entre otros. Los estrictos controles de calidad, desde el ordeño de la vaca, hasta las plantas de producción, han sido la razón del éxito de los derivados lácteos COLANTA® desde sus comienzos.

En la elaboración de quesos y pulverización es necesario que la leche presente porcentajes altos de proteína. En tal sentido, en el año 1999 se encontró con preocupación que la leche captada mostraba niveles inferiores a 2,9% de caseína que es la proteína base para la elaboración de quesos; y que dicho porcentaje era el promedio general en Colombia. Por eso, para ese mismo año, el Gerente de La Cooperativa, enfiló baterías para aumentar la proteína en COLANTA por encima del 3,15%; meta que debería ser lograda para 2002, según la directriz de Jenaro Pérez. Y los resultados comenzaron a evidenciarse. Para el año 2000 el promedio general alcanzó el 2,96%; ya en 2001 aumentó a 3,12%; y para 2002 y 2003 se mostraba el logro de la meta establecida con un contundente 3,20% y 3,23% respectivamente. En 2004 la proteína llegó a 3.26. En 2014 el promedio de proteína fue de 3.11.

---

<sup>2</sup><http://www.colanta.com.co/institucional/historia/>

Ilustración 4 Planta derivados lácteos.



Fuente:( <http://www.colanta.com.co/institucional/historia/>,2016)

- **Cárnicos COLANTA.** En el año 1998 La Cooperativa tenía un 10% de participación en el frigo matadero Central Cooperativa para el Beneficio Integral Pecuario, CENCOBIP, en el municipio de Santa Rosa de Osos. COLANTA®, entonces, adquirió el 100% de esta empresa cooperativa, que estaba dotada de matadero para cerdos y bovinos. Con esta infraestructura nació la línea de cárnicos marca Monte frío, que ha venido produciendo cortes frescos, bandejas pre empacadas y canales de bovinos, porcinos, terneros, vísceras rojas y blancas. Bajo la administración de COLANTA®, la planta de cárnicos mostró resultados positivos. Mientras que en el año 1998 vendió \$2.719 millones, para 1999 obtuvo ventas por \$3.600 millones; y en 2014 arrojó resultados por cerca de 205 mil millones de pesos.

### **Pulverizadoras COLANTA**

La industria láctea ha padecido históricamente las épocas de “enlechadas”, exceso de producción de leche en periodos de invierno, que tradicionalmente han venido ocurriendo entre los meses de abril, mayo y junio de cada año. Ante esta problemática, y para garantizar la captación de leche de asociados y productores, COLANTA® decidió construir su primera planta pulverizadora. Así, Entre los años 1996 y 2002 entraron en operación las tres plantas pulverizadoras, las más modernas de Colombia, únicas en su tecnología en la

<sup>3</sup>región Andina para la fabricación de leche en polvo aglomerada, entera o descremada, de acuerdo con la demanda.

- **Productos.** La Cooperativa Colanta cuenta con productos que se ajustan a todos los gustos y edades, teniendo un amplio portafolio de productos destinados para el consumo de toda la familia. Aun siendo la leche y sus derivados las insignias de la compañía, la Cooperativa Colanta ofrece productos de primera necesidad para el consumo de los requerimientos humanos y animales.

- **Leche y derivados lácteos:**

Ilustración 5 Leches.



Fuente: (<http://www.colanta.com.co/>,2016)

Ilustración 6 Cremas y mantequillas

---

<sup>3</sup><http://www.colanta.com.co/institucional/historia/>



Fuente: (<http://www.colanta.com.co/>,2016)

Ilustración 7 yogures



Fuente:( <http://www.colanta.com.co/>2016)

Ilustración 8 Light



Fuente:( <http://www.colanta.com.co/>,2016)

Ilustración 9 Colanta funcional



Fuente: (<http://www.colanta.com.co/>,2016)

- **Refrescos:**

Ilustración 10 Avenas y refrescos



Fuente: (<http://www.colanta.com.co/>,2016)

Ilustración 11 Cárnicos



Fuente:( <http://www.colanta.com/>,2016)

- **Quesos:**

Ilustración 12 Quesos



Fuente: <http://www.colanta.com.co/>,2016)

- **Vinos y aceites**

Ilustración 13 Vinos y aceites





Fuente: <http://www.colanta.com/>,2016)

- **Dulces:**

Ilustración 14 Arequipe



Fuente: (<http://www.colanta.com.co/>,2016)

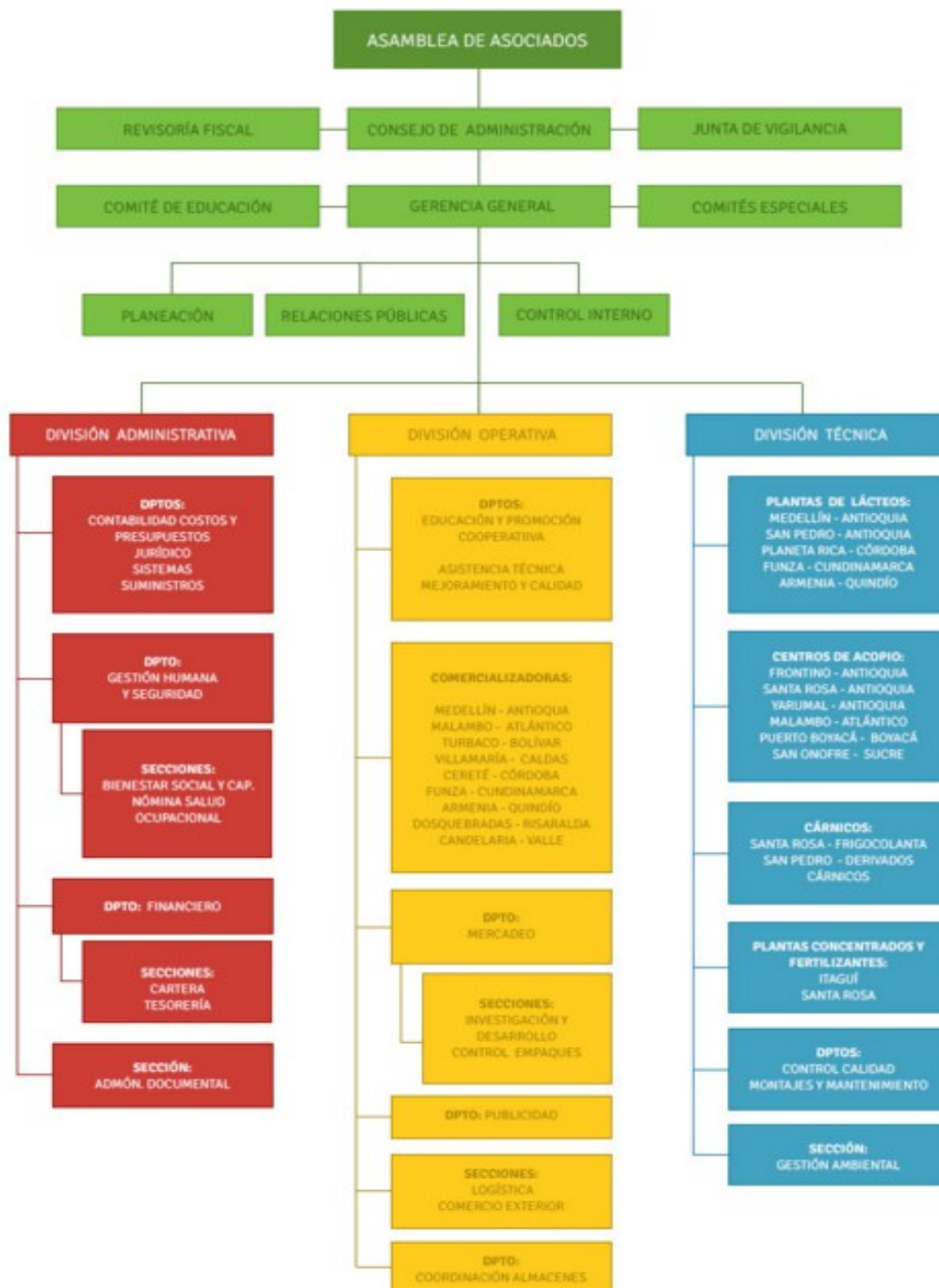
Ilustración 15 Mascotas



Fuente: (<http://www.colanta.com.co/>,2016)

Ilustración 16 Organigrama

## ORGANIGRAMA COLANTA



Fuente: (<http://www.colanta.com.co/>,2016)

- **Instalaciones**

La cooperativa colanta cuenta con plantas de producción, recibo y procesamiento de lácteos en todo el territorio antioqueño y en todo el país, por ello es la empresa más grande en producción lechera y derivados lácteos y cárnicos de Colombia. Así están distribuidas las plantas en todo el territorio colombiano:

14 plantas de procesos:

- 4 Plantas de pasteurización: Medellín, Armenia, Planeta Rica y Funza.
- 1 Planta derivados lácteos: San Pedro de los Milagros.
- 3 Plantas pulverizadoras: San Pedro de los M., Planeta Rica y Valledupar.
- 3 Plantas de leche larga vida UHT: Medellín, Funza y Valledupar.
- 1 Planta de derivados cárnicos: San Pedro de los Milagros.
- 1 Planta de Sales y Concentrados: Itagüí.
- 1 FrigoColanta: Santa Rosa de Osos.
- 2 Queseras: Entreríos y San Pedro de los Milagros.
- Plantas de Recibo de Leche a nivel nacional.
- 10 Comercializadoras de Lácteos y Cárnicos a nivel nacional.

- 44 AgroCOLANTA: Almacenes de Insumos Agropecuarios a nivel nacional.
- 81 MerCOLANTA: Puntos de Venta Lácteos y Cárnicos a nivel nacional.

Ilustración 17 Maquina envasadora 1973



Fuente:( <http://www.colanta.com.co/institucional/historia/>,2016)

- **Misión** Ser la cooperativa líder del sector agroindustrial que posibilita el desarrollo y bienestar de los asociados productores y trabajadores, a través de una oferta integral y oportuna de productos y servicios, como la mejor opción en la relación calidad-precio, para satisfacer las necesidades de los clientes en el contexto nacional, con proyección internacional. Para ello contamos con la tecnología apropiada y un talento humano visionario, comprometido con los valores corporativos, la preservación del medio ambiente y la construcción de un mejor país.

- **Visión** Ser una cooperativa altamente comprometida con la internacionalización de la producción del sector agroindustrial y de las actividades complementarias para el desarrollo social y económico de los asociados y las regiones donde “realizamos gestión con procesos innovadores, cumpliendo los más estrictos estándares de calidad, productividad y competitividad para satisfacer las necesidades de nuestros clientes en los mercados nacionales e internacionales.”

---

[4http://www.colanta.com.co/institucional/historia/](http://www.colanta.com.co/institucional/historia/)

- **Propósito corporativo.**

Garantizar la comercialización de la producción Agroindustrial del asociado, al mejor precio acorde con los mercados.

- **Valores Corporativos**

- Solidaridad: Nos sentimos comprometidos con el acontecer de La Cooperativa y asumimos que nuestras acciones afectan a los demás.
- Participación: Somos una organización democrática, donde cada asociado tiene incidencia en la toma de decisiones e igualdad de oportunidades.
- Equidad: Facilitamos el desarrollo integral del asociado y su familia, mediante la distribución justa e imparcial de los beneficios cooperativos.
- Honestidad: realizamos todas las operaciones con transparencia y rectitud.
- Lealtad: Somos fieles a La Cooperativa y buscamos su desarrollo y permanencia en el tiempo.
- Responsabilidad: Obramos con seriedad, en consecuencia, con nuestros deberes y derechos como asociados, acorde con nuestro compromiso con La Cooperativa.

- Respeto: Escuchamos, entendemos y valoramos al otro, buscando armonía en las relaciones interpersonales, laborales y comerciales.
- Mística: Realizamos nuestro trabajo bien desde el principio, con la convicción de entregar lo mejor.
- Confianza: Cumplimos con lo prometido al ofrecer los mejores productos y servicios a un precio justo y razonable.
- Trabajo en Equipo: Con el aporte de todos los que intervienen en los diferentes procesos de La Cooperativa buscamos el logro de los objetivos organizacionales. (Moreno, 2016).

## 5.2 MARCO TEÓRICO

A continuación, podemos observar los temas a desarrollar en un mapa conceptual:

Ilustración 18 Títulos a desarrollar en el trabajo

Fuente: (elaboración propia/,2016)

**5.3.1 Que son los productos pasteurizados** Según (Gosta, 1996) Los productos lácteos pasteurizados son los productos líquidos que están hechos a partir de leche y nata, son fabricados para ser consumidos directamente por el público. Este grupo de productos incluye la leche entera, leche desnatada, leche normalizada y distintos tipos de nata.

- En la mayoría de los países, la refrigeración, clarificación y pasteurización son etapas obligatorias en el tratamiento de los productos lácteos líquidos de consumo directo. La grasa que se homogeniza de forma rutinaria en muchos países, mientras que en otros se omite la homogenización porque la presencia de una buena "línea de nata" se considera como una prueba evidente de la calidad de la leche. La desaireación se utiliza en ciertos casos, cuando la leche tiene un alto contenido en aire y también cuando se encuentran presentes en el producto sustancias muy volátiles de sabores anormales. Esto puede ocurrir por ejemplo si el pienso utilizado en la granja contiene plantas de la familia de la cebolla.

El tratamiento de los productos lácteos líquidos requiere a partir de una materia prima de alta calidad y utilizar líneas de proceso correctamente diseñadas si queremos obtener productos finales que tengan una elevada calidad. Es necesario también garantizar un tratamiento suave para evitar una influencia negativa sobre los constituyentes más valiosos del producto.



**5.3.2 Proceso de la leche para consumo humano.** Se determina según (Gosta, 1996) el proceso de leche pasteurizada donde se tiene en cuenta el proceso actual de pasterización en la planta de producción.

Dependiendo de las distintas normas y legislaciones, el diseño de la línea de proceso para la leche pasteurizada de consumo directo varía mucho de un país a otro e incluso de una industria a otra. Por ejemplo, la normalización de la grasa (si es aplicada) puede ser mediante pre normalización, Post normalización o normalización directa. La homogenización puede ser total o parcial, etc.

El proceso más “simple” consiste únicamente en la pasteurización de la leche entera. Dicho proceso incluirá un pasteurizador, un depósito de regulación y una maquina llenadora. el proceso se hace más complicado si se pretende producir diversos tipos de productos lácteos para consumo, como leche entera, leche desnatada, leches normalizadas y natas con distintos contenidos grasos, etc.

#### **5.3.2.1 Datos del proceso actual**

Leche cruda:

- Contenido de grasa de 3.8%
- Temperatura de +4 grados

Leche normalizada

- Contenido de grasa 3%
- Temperatura +4grados

Nata normalizada

- Contenido de grasa de 40%

- Temperatura +5 grados
- Capacidad de planta

- Pasteurizador 1: 25000 litros/hora
- Pasteurizador 2: 28000 litros/hora

30 días hábiles\*8 horas cada turno\*2 turnos de producción\*53000 litros hora = capacidad instalada 25.440.000 litros de leche al mes.

- **Centrifugado o normalización de la leche.** El propósito de la normalización es dar a la leche un contenido graso definido y constante. Este nivel varía considerablemente de un país a otro. Los valores más comunes son de 1.5% para la leche de bajo contenido graso y de un 3% para la leche entera normal, pero se pueden presentar contenidos tan bajos como 0.1 y 0.5%. La leche es un factor económico importante, por lo que la normalización de esta y de la nata debe efectuarse con gran precisión.

- **Pasteurización de la leche.** Junto con la refrigeración correcta, la pasteurización de la leche es uno de los procesos más importantes en su tratamiento. Si se efectúa correctamente, este proceso consigue que la leche tenga una vida útil mayor.

El tiempo y la temperatura de pasteurización son factores muy importantes que deben ser especificados de forma precisa en relación a la calidad de la leche, a sus necesidades de vida útil, etc. La temperatura escogida para la leche normal, pasteurizada con el sistema HTST y homogenizada, es de 72-75 grados de 15 -20 segundos.

El proceso de pasteurización puede ser diferente de unos países a otros, de acuerdo con la legislación nacional. Pero algo muy común es que el tratamiento térmico debe garantizar la destrucción de los microorganismos indeseables y de las bacterias patógenas, sin perjudicar la calidad del producto.

- **Homogenización de la leche.** El objetivo de la homogenización es desintegrar o distribuir finalmente los glóbulos de grasa en la leche con el fin de reducir la formación de la capa de nata. La homogenización puede ser total o parcial. La homogenización parcial es la solución más económica, debido a que se utiliza un homogeneizador más pequeño.

La homogenización debe ser siempre lo suficientemente eficaz como para evitar la formación de la nata en la superficie de la leche. La eficacia del proceso se puede determinar mediante el llamado índice de homogenización.

- **Diagrama de proceso de pasteurización de leche.** Se realizó el diagrama de flujo del proceso de leche pasteurizada en la planta de leche colanta Medellín.

Se expone todo el proceso desde su inicio hasta la disposición final en los silos de almacenamiento. (Mazo Muñeton, 2016).

Ilustración 19 Diagrama de proceso

DIAGRAMA DE FLUJO	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN O ACTIVIDADES	REGISTRO/ CONTROL
	<b>Operador Pasteurizador</b>	Control Calidad libera el silo de leche cruda que se va pasteurizar.	
		Pone en marcha el(los) equipo(s) de pasteurización de acuerdo con lo establecido en los instructivos "Operación Pasteurizador" de cada planta.  NOTA: Para la planta Funza el operador pasteurizador aplica como operador cuarto de control.	
		Instala, verifica y ajusta en la carta de control del pasteurizador que todos los parámetros estén en condiciones de control (parámetros de proceso). Vea instructivo "Carta de Registro de Temperatura del Pasteurizador" de cada planta.	Carta de registro
		Realiza la estandarización o descremado de acuerdo al tipo de leche a envasar.  Leche Entera. Leche Semidescremada. Leche Descremada.	Análisis físicoquímico
	Adiciona los insumos con los que se va a enriquecer o a fortificar la leche según formulación en los instructivos "Adición de Vitaminas para Leche Enriquecida o adicionada".  Nota: Para la Planta Funza, se adicionan según el instructivo: "Adición de aditivos para Leche Pasteurizada y UHT".		
	<b>Analista Físicoquímico, Bacterióloga o Auxiliar de control de calidad</b>	Realiza los análisis requeridos a las muestras de leche que se toman cuando comienza el proceso de pasteurización o termización como se indica en el procedimiento "Inspección en Proceso de Pasteurización".	
DIAGRAMA DE FLUJO	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN O ACTIVIDADES	REGISTRO/ CONTROL
	<b>Analista Físicoquímico o Auxiliar de control calidad</b>	Realiza los análisis requeridos al tanque silo de leche pasteurizada o termizada tal como se indica en el plan "Inspección y ensayo línea de pasteurización".	Análisis físicoquímico
	<b>Operador Pasteurización</b>	Almacena en el silo de leche pasteurizada o termizada, para luego ser envasada o para proceso UHT. Después de pasteurizar o termizar la leche.	
	<b>Control Calidad</b>	Libera el silo de leche pasteurizada o termizada. Ver formato "liberación silo leche pasteurizada".	Liberación silo leche pasteurizada
	<b>Operador Pasteurizador</b>	Lava el equipo al final del proceso y/o cuando el proceso lo requiera de acuerdo a lo establecido en los instructivos Lavado CIP Pasteurizador y/o Operación pasteurizador y/o Lavado Pasteurizador de cada planta.  Envía leche pasteurizada al carrotanque cuando se requiera. Ver instructivo "Cargue y Despacho de Carrotaques con leche pasteurizada" (Para la planta que aplique).	Cargue y despacho de carrotaques

Fuente:( Elaboración propia/2016)

**5.3.3 Calidad de la leche** Debido a su composición, la leche es altamente susceptible a la contaminación bacteriana y química (cobre, hierro, etc.) así como los efectos de la exposición a la luz, sobre todo cuando esta homogenizada.

Por lo tanto, es muy importante conseguir buenas instalaciones de limpieza (CIP) para la planta y usar detergentes, desinfectantes y agua de alta calidad. Una vez envasada. Se ha de proteger de la luz, tanto de la luz natural como de la luz artificial. La luz tiene un efecto perjudicial sobre muchos nutrientes, aunque también tiene un efecto perjudicial sobre muchos nutrientes, aunque también tiene un efecto negativo sobre el sabor de la leche.

- **Vida útil de la leche pasteurizada.** La vida útil de la leche pasteurizada depende de la calidad de la leche cruda. Naturalmente también serán muy importantes las condiciones de producción, que han de ser óptimas desde el punto de vista técnico e higiénico, y que la planta este adecuadamente gestionada.

Cuando se produce a partir de leche cruda con una calidad suficiente mente alta y bajo unas buenas condiciones técnicas e higiénicas, la leche pasteurizada normal debe de tener una vida útil de 8-10 días de 5-7 grados en un envase sin abrir.

Sin embargo la vida útil se puede reducir drásticamente si la leche cruda está contaminada con microorganismos tales como especies pseudomonas que forman sistemas enzimáticos resistentes al calor (lipasas y proteasas), y/o con bacilos resistentes al calor tales como cereus, sutiles que soportan pasterización en forma de espora. (Gosta, 1996)

**5.3.4 Normatividad** (invima, 2011) Nos muestra toda la normatividad y reglamentación para la producción de leche y productos lácteos.

- **DECRETO NUMERO 616 DE 2006 (28 FEB 2006).** Él presente decreto tiene por objeto establecer el reglamento técnico a través del

cual se señalan los requisitos que debe cumplir la leche de animales bovinos, bufalinos y caprinos destinada para el consumo humano, con el fin de proteger la vida, la salud y la seguridad humana y prevenir las prácticas que puedan inducir a error, confusión o engaño a los consumidores.

Las disposiciones contenidas en el reglamento técnico que se establece mediante el presente decreto se aplican a:

1. La leche, obtenida de animales de la especie bovina, bufalina y caprina destinada a la producción de la misma, para consumo humano.
2. Todos los establecimientos donde se obtenga, procese, envase, serialicé y expendan leche destinada para consumo humano en el territorio nacional.
3. Las actividades de inspección, vigilancia y control que ejerzan las autoridades sanitarias sobre obtención, procesamiento, envase, almacenamiento, transporte, distribución, importación, exportación y comercialización de leche.

**5.3.5 Equipos utilizados en el proceso de pasteurización de leche** En el proceso productivo se utilizan varios equipos, estos cumplen un papel fundamental para el procesamiento de la leche pasteurizada, a continuación, se explicarán cada uno de los equipos utilizados en colanta para realizar el proceso de pasteurización de leche. (interempresas, s.f).

- **Centrifuga.** La centrifuga es utilizada para separar la nata de la leche desnatada. Estas centrifugas consisten en una serie de discos apilados, pueden ser hasta 120, con una inclinación de 45-60 grados y separados entre sí de 0,4 a 2 mm. La leche es introducida por la parte superior de la centrifuga y discurre por el interior de los discos y al llegar a la base de la centrifuga pasa por los agujeros de los discos alineados. Entonces la leche debido a la fuerza centrífuga se separa en dos flujos, uno de leche desnatada y otro de grasa.

Ilustración 20 centrífuga o normalizadora



Fuente:( <http://www.interempresas.net/Envase/Articulos/34862-Tetra-Pak-presenta-la-nueva-separadora-de-leche-Tetra-Centri-AirTight-Eco.html/2016>)

- **Homogeneizadores.** (tetrapack, s.f) EL proceso de homogenización es uno de los más importantes para hacer un producto de buena calidad, en colanta se utilizan los homogeneizadores para destruir todas las partículas grasas que van en la superficie del empaque.

La homogeneización se utiliza para lograr una serie de diferentes resultados: para evitar una línea de crema y la sedimentación en productos lácteos; para mejorar la viscosidad, el sabor y la textura de bebidas a base de crema o de jugo; para mejorar la sensación en la boca de bebidas de soja; y para evitar la separación del suero de la leche.

Ilustración 21 Homogeneizador



Fuente: (<http://www.interempresas.net/Envase/Articulos/34862-Tetra-Pak-presenta-la-nueva-separadora-de-leche-Tetra-Centri-AirTight-Eco/>,2016)

- **Intercambiador de Placas.** (HEAT EXCHANGES, s.f) Define la teoría de los intercambiadores de placas utilizados para la industria lechera. Es de resaltar porque este equipo permite los cambios de calor y frío sin desnaturalización de la proteína.

Consta de varias placas corrugadas de acero inoxidable con juntas de goma. Las placas, que se montan entre dos placas de extremidades rígidas, se encuentran prensadas y forman un paquete de placas. Las entradas y las salidas se encuentran en la esquina de las placas.



Los intercambiadores de calor de placas son ideales para aplicaciones en las que los fluidos tienen una viscosidad relativamente baja y no contienen partículas. Además, son una elección ideal donde existe un pequeño salto térmico entre la temperatura de salida del producto y la temperatura de entrada del servicio. Los intercambiadores de calor a placas consisten en delgadas planchas corrugadas, empaquetadas (gásquet / desmontables con juntas) o bien soldadas con Cobre. Las placas son apretadas unas contra otras formando el paquete de placas dentro de un bastidor, en el que el flujo de producto se encuentra en canales alternos y el servicio entre los canales del producto.

Los intercambiadores de placas compactos son de construcción de alta calidad y diseñados para una inspección sencilla. Las unidades se presentan con placas de acero inoxidable AISI 304 / 316 y juntas EPDM como standard, con otros materiales también diferentes dependiendo del medio a procesar. Las juntas se organizan de modo que los dos medios (producto y servicio) se encuentren en los canales alternos creados por las placas. Un doble sello asegura que, si cualquiera de los fluidos fuga, pase directamente a la atmósfera, evitándose la contaminación cruzada.

En el intercambiador de calor de placas, el paquete de placas consiste en un número de placas individuales que presentan un patrón de espigas grabadas mediante presión. Éstas son ensambladas en una formación inversa para crear dos conjuntos de canales paralelos, uno para cada líquido. Como el patrón de espiga apunta en direcciones opuestas se alcanza un gran número de puntos de apoyo, creándose un enrejado en cada canal. Esto proporciona un alto nivel de turbulencia, lo cual ayuda a alcanzar un alto coeficiente de intercambio térmico.

Todos los intercambiadores de calor de placas se calculan para obtener la longitud necesaria para el trabajo de intercambio térmico requerido, dentro de ciertos parámetros. Existen dos tipos de placas, según su longitud térmica, alta y baja theta, para que las dimensiones de las unidades puedan ser optimizadas dentro de un amplio abanico de trabajos. Mezclando los dos tipos de placas theta, se puede proporcionar la solución más económica de un modo efectivo. Los

intercambiadores de calor de placas tienen también un diseño flexible para que sea posible ensamblar unidades multi-sección consistentes en dos o más paquetes de placas separadas mediante placas de presión o placas-C.

Ilustración 22 Intercambiador de calor



Fuente: (<http://flowgasket.com/productos/importancia-de-los-empaques-en-un-intercambiador-de-calor-a-placas/>,2016)

Aplicaciones típicas del intercambiador de calor:

Calentamiento.

Calentamiento de vapor.

Enfriamiento.

Recuperación de calor.

**5.3.6 Limpieza de los equipos** (Gosta, 1996) Define el proceso de lavado de los equipos anteriormente vistos y nos muestra la teoría, no solo se lava el equipo sin que también hay responsabilidades para las industrias al realizarlo.

Las instalaciones de limpieza de los equipos que se encuentran en contacto con los productos son una parte esencial de cualquier planta de proceso de alimentos. Se debe tener en cuenta que los fabricantes de alimentos están siempre obligados a mantener unos altos niveles de higiene; esto involucra tanto a los equipos de proceso como, naturalmente, al personal implicado en la producción. Esta obligación se puede considerar desde tres puntos de vista.

- Como una obligación comercial
- Como una obligación moral
- Como una obligación legal
- **Objetivos de la limpieza.** (tetrapack, s.f) La limpieza de los equipos cumple con varios objetivos por ello se adoptan teorías traídas a contexto con el cual se apoyara el trabajo para realizar de forma objetiva y responsable la ejecución de las mejoras.

Los siguientes términos se utilizan para definir el grado de limpieza, están relacionados con la efectividad de la misma.

- Limpieza física- elimina de la superficie toda la suciedad visible.
- Limpieza química- elimina no solo toda la suciedad visible si no también elimina residuos microscópicos que se pueden detectar con el gusto o con el olfato, que nos no son visibles a simple vista.

- Limpieza bacteriológica-que se consigue mediante desinfección.
- Limpieza esterilizante- supone la destrucción de todos los microorganismos.

Es importante destacar que el equipo puede estar bacteriológicamente limpio sin necesidad de estar físicamente o químicamente limpio. Sin embargo, es más fácil conseguir de forma rutinaria una limpieza bacteriológica si las superficies en cuestión son en primer lugar limpiadas físicamente.

En las actividades de limpieza en la industria láctea el objetivo es inicialmente conseguir tanto la limpieza química como bacteriológica. Las superficies de los equipos son por tanto primeras limpiadas con detergentes químicos y después desinfectadas.

- **Procedimiento de limpieza.** La limpieza de los equipos de las industrias lácteas se hacía inicialmente a mano (y aun se hace en algunos sitios). Mediante cepillos y soluciones de detergentes, desmontando los equipos y entrando a los tanques para tener a mano las superficies a limpiar. Esto era no solamente laborioso sino también muchas veces inefectivo; los productos se re infectaban a menudo en los equipos que se habían limpiado inadecuadamente.

Los sistemas de limpieza sin desmontar en inglés (clean in place) por recirculación que se adaptaron a distintas partes de la planta de proceso fueron desarrolladas para conseguir una buena limpieza y unos buenos resultados en la desinfección.

Las operaciones de limpieza se deben llevar a cabo de manera estricta de acuerdo con un procedimiento cuidadosamente estudiado, con el fin de conseguir el grado requerido de limpieza. Esto significa que la secuencia debe

ser exactamente la misma cada vez. El ciclo de limpieza en una industria láctea comprende las siguientes etapas:

- Recuperación de los residuos del producto por medio de un arrastre, drenaje y expulsión con agua o aire comprimido.
- Pre enjuagado con agua para eliminar la suciedad suelta.
- Limpieza con detergente.
- Enjuagado con agua limpia.
- Desinfección por calentamiento con agentes químicos.
- Enjuague final.
- **Recuperación del producto residual.** Todos los residuos de producto se han de recuperar de la línea de producción al final de cada ciclo de funcionamiento. Esto es importante por tres razones:

- Para minimizar las pérdidas de producto.
- Para facilitar la limpieza.

- Para reducir la carga contaminante a los vertidos, que a menudo se traducen en considerables ahorros en costos de tratamientos de las aguas residuales.

- **Pre enjuagado con agua.** Se debe llevar a cabo siempre inmediatamente después de un ciclo de producción. De lo contrario los residuos de leche se secarán y acumularán en las superficies, haciéndose más difícil su limpieza. Los residuos de grasa de leche son más fácilmente arrastrados si el agua de pre enjuagado está caliente, pero la temperatura no deberá exceder los 55°C para evitar la coagulación de las proteínas.

El pre enjuagado debe continuar hasta que el agua que sale del sistema está clara, ya que cualquier resto de suciedad incrementara el consumo de detergente e inactivara el cloro.

- **Limpieza con detergente.**  
La suciedad de las superficies calientes se lava normalmente con detergentes alcalinos y ácidos, en este orden o inverso, con aplicaciones intermedias de agua, mientras que las superficies frías se limpian normalmente con solución alcalina y sola ocasionalmente con soluciones acidas.

El detergente debe también ser capaz de dispersar la suciedad y encapsular las partículas suspendidas para prevenir la floculación.

Se deben controlar cuidadosamente una serie de variables para obtener resultados positivos de una solución detergente. Estas son:

- La concentración de la solución detergente
- La temperatura de la solución detergente

- El efecto mecánico sobre las superficies a limpiar (la velocidad)
- La duración de la limpieza (el tiempo).
- **Concentración de detergente.** La cantidad de detergente en la solución se ha de ajustar a la concentración correcta antes de que empiece la limpieza. Durante la limpieza, la solución se diluye con el agua de enjuagado y con los residuos de leche. También tiene lugar una cierta neutralización. Por lo tanto, es necesario controlar la concentración durante la limpieza.
- **Temperatura del detergente** La efectividad de la solución detergente se incrementa conforme se incrementa la temperatura. La solución de detergente siempre tiene una temperatura óptima de acción que debe ser utilizada.

Como regla general, la limpieza con detergentes alcalinos se debe realizar a la misma temperatura a la que el producto haya sido expuesto, siendo el mínimo unos 70°C. Se recomiendan temperaturas de 68-70°C en la limpieza con detergentes ácidos.

- **Efectos mecánicos de la limpieza.** En la limpieza mecanizada de las redes de tuberías, tanques y otros equipos de proceso, el efecto mecánico se consigue mediante una adecuada velocidad de flujo de las soluciones de limpieza. Las bombas de alimentación de detergente se dimensionan para conseguir mayores capacidades que para el transporte de producto. Con velocidades de flujo de 1.5-3.0 m/s en las tuberías.
- **Duración de la limpieza.** La duración de la fase de limpieza con detergentes se debe calcular cuidadosamente para obtener el efecto óptimo de limpieza. Al mismo tiempo se han de tener en cuenta los costes de electricidad, calentamiento de agua y mano de obra.

- **Enjuagado con agua limpia.** Tras la limpieza con detergentes las superficies se deben de rociar con agua durante un tiempo suficiente para eliminar todas las trazas de detergentes. Cualquier detergente saliente tras la limpieza puede contaminar la leche. Por lo anterior todas las partes del sistema han de drenar cuidadosamente tras el enjuagado.
- **Desinfección.** La limpieza con detergentes ácidos o alcalinos llevada a cabo adecuadamente deja el equipo limpio no solo físicamente sino también químicamente y en gran medida bacteriológicamente.

El efecto de la limpieza bacteriológica se puede mejorar posteriormente por desinfección. Esto deja el equipo virtualmente libre de bacterias. Para ciertos productos (leche uht, leche estéril) es necesario esterilizar el equipo hasta dejar las superficies libres de bacterias.

- **Desinfección térmica:**  
(con agua hirviendo, agua caliente o vapor).

- **Desinfección química:**  
(cloro, ácido, peróxido de hidrógeno, yodo puros).

**5.3.7 Método de limpieza utilizado para los equipos de pasteurización de la planta colanta Medellín** Según (Gosta, 1996) Las industrias lácteas adoptan la teoría CIP (Cleaning in place) para el lavado de los equipos de producción.

- **Cleaning in place .** El nombre de estos sistemas (CIP) significa que el agua de enjuagado y las soluciones de limpieza se hacen circular a través de tanques, tuberías y equipos de proceso sin necesidad de que el equipo se desmonte. El sistema



de limpieza CIP se puede definir como la recirculación de líquidos de limpieza a través de máquinas y otros equipos dentro de un circuito de limpieza. El paso de los líquidos a gran velocidad de flujo sobre las superficies de los equipos genera un efecto de limpieza mecánica q arrastra los depósitos de suciedad. Esto es de aplicación a la limpieza de redes y tuberías.

**Programa de CIP actual.** Actualmente el proceso de lavado de los pasteurizadores se realiza en 5 procesos en los que se adiciona soda caustica como detergente y ácido nítrico como solución desinfectante, posterior a la recirculación de estas sustancias se realizan enjuagues con agua limpia durante un tiempo ya establecido.

A continuación, se describe el proceso de lavado en actividades, tiempos y concentraciones de lavado.

- Enjuagado con agua 10 min T°.
- Circulación de solución alcalina soda caustica(1.5-2.0%)70°c 40 min.
- Enjuague de soda 10 min con agua T° ambiente.
- Circulación de solución ácido nítrico (0.5-1.0%)60°-40 min.
- Enjuagado con agua 10 min T° ambiente.

El enjuagado con agua inicial se llama el blanqueado consiste en dejar de bombear leche al equipo en proceso (pasteurizador) y abrir el agua con el

objetivo de empujar la leche y sacar toda la leche que hay en la tubería y lavarla con agua durante un tiempo, actualmente se hace 10 min. La tubería tiene un tiempo de aforo actual (x) con este dato se calculará el volumen de agua que se consume hacer el proceso de blanqueado inicial para los silos con el pasteurizador 1 y 2.

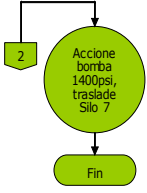

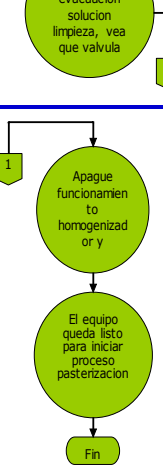
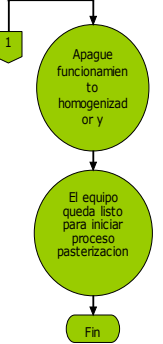
- **Diagrama de flujo proceso de lavado de pasteurizador 1 y 2.** A continuación observaremos el proceso actual de lavado de los pasteurizadores 1 y 2 por medio de un diagrama de procesos donde se identificara las actividades realizadas por los equipos, las cantidades de químicos utilizados, el tiempo de recirculación de detergentes químicos en el proceso y otros aspectos que influyen en el proceso. De ahí se calculara los consumos de agua actuales.

Ilustración 23 Diagrama de flujo proceso de lavado

DIAGRAMA DE FLUJO	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	REGISTRO/CONTROL
	Operario de Pasterización	<b>LAVADO CIP PARCIAL</b>	
		Cierre la válvula de tres vías de descreme de la "Centrifuga Triprocesos 1" de tal forma que no vaya a ingresar solución de lavado al tanque de crema cruda.	
		Suspenda el proceso de adición de vitaminas.	
		Retire la presión al homogenizador.	
		Evacue la leche del Tanque de balance "Pasterizador 1"	
		Abre la llave del agua y pasados dos minutos, evacue la leche por el tubo de drenaje un tiempo de $8 \pm 3$ minutos.	Control de lavado de pasterizadores
	Operario de Pasterización	Apague el homogenizador y seleccione la temperatura de lavado, la cual debe de estar entre el rango $75 \pm 5^\circ\text{C}$ .	
		Adicione al "tanque balance pasterizador 1" Soda cáustica ( $33 \pm 1$ litro), el rango de concentración indicado en el <u>Anexo 1</u> , llevar a diversión las veces que sea necesario para alcanzar la temperatura de lavado	
		<u>Verifique y ajuste la concentración de acuerdo a lo definido en el Anexo 1.</u>	Control de lavado de pasterizadores
		Deje en recirculación por un tiempo de lavado de $30 \pm 5$ minutos a partir de la adición de soda. Nota: Los tiempos de recirculación comienzan a contar a partir del momento en que se alcanza la temperatura mínima de $75^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ .	
		Coloque en funcionamiento el homogenizador durante un tiempo de $5 \pm 1$ minuto antes de evacuar la solución de soda cáustica. Cuando se este lavando se abre la válvula de by pass del homogenizador, y cuando este se encuentre en los últimos 5 minutos la válvula se cierra, y así se logra lavar el tubo de entrada del homogenizador.	
		Inicie la evacuación de la solución de limpieza.	
		Verifique que la válvula de agua se abra automáticamente tan pronto el nivel del "Tanque de balance pasterizador 1" haya bajado a su nivel mínimo; dejar a partir de ese momento un tiempo de enjuague de $15 \pm 5$ minutos.	Control de lavado de pasterizadores
		<b>REINICIAR BOMBEO DE LECHE</b>	
		Coloque en funcionamiento el "Homogeneizador 1".	
		Cierre el suministro de agua y deja vaciar el tanque hasta el nivel mínimo.	
Ponga en funcionamiento la bomba de alimentación de leche cruda, el homogenizador y la bomba de agua fría.			
Deje que se evacue el agua contenida en el sistema. Cuando empiece a salir leche por el tubo de drenaje coloca el equipo en recirculación.			
Coloque a llenar el "Tanque Balance Pasteurizador 1" a $\frac{3}{4}$ del nivel del tanque, tome la muestra para la prueba de fosfatasa y lleve al laboratorio de Control Calidad.			

Fuente: (Elaboración propia/2016)

Ilustración 24 Diagrama de flujo proceso de lavado

	<p><b>Operario de Pasterización</b></p>	<p>Coloque en funcionamiento la bomba presión de homogenización. Este debe de tener una presión de 1400 psi aproximadamente).</p> <p>Traslade la leche Pasteurizada al silo 7 (40.000 lt) girando la perilla para quedar en posición T-1.</p> <p>Nota: Una vez se comience a realizar el traslado, primero se debe de confirmar a Control de Calidad si el bache se encuentra liberado.</p>	
DIAGRAMA DE FLUJO	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	REGISTRO/CONTROL
	<p><b>Operario de Pasterización</b></p>	<p><b>LAVADO CIP TOTAL</b></p> <p>Llene el "Tanque Balance Pasteurizador 1" hasta el nivel de lavado, y luego cierra el suministro de agua.</p> <p>Seleccione la temperatura de lavado, la temperatura debe estar entre el rango de 70°C± 5°C.</p> <p>Adicione al "Tanque Balance Pasteurizador 1" Ácido Nítrico (33 Litros ± 1 Litro).</p> <p><i>Verifique y ajuste la concentración de acuerdo a lo definido en el Anexo 1.</i></p> <p>Deje a partir de la adición del Ácido Nítrico, un tiempo de lavado de 40 ± 5 minutos.</p> <p>Ponga en funcionamiento el homogenizador 5±1 minutos antes de evacuar la solución de ácido Nítrico.</p> <p>Inicie la evacuación de la solución de limpieza.</p>	<p>Control de lavado de pasterizadores</p> <p>Control de lavado de pasterizadores</p>
	<p><b>Operario de Pasterización</b></p>	<p>Verifique que la válvula de agua se abra automáticamente tan pronto el nivel del "Tanque de balance pasterizador 1" haya bajado a su nivel mínimo; dejar a partir de ese momento un tiempo de enjuague de 10 ± 5 minutos.</p>	<p>Control de lavado de pasterizadores</p>
	<p><b>Operario de Pasterización</b></p>	<p>Apague el funcionamiento el "Homogenizador 1" y apague la "Bomba Agua Caliente Pasteurizador 1".</p> <p>Apague el funcionamiento la "Centrífuga Triprocesos 1" y apague la bomba de alimentación del Pasteurizador 1.</p> <p>El equipo queda listo para iniciar el proceso de pasterización.</p>	

Fuente: (Elaboración propia/,2016)

**Consumo actual de agua en los lavados pasteurizador 1 y 2.** (Mazo, Descripción tablas de consumo de agua en los lavados, 2016) A continuación observaremos el consumo de agua actual del pasteurizador 1y 2 en el lavado parcial y lavado total. Estos datos se obtienen de una actividad de medición con cronometro y se realizó con ayuda del operario del equipo, la actividad se desarrolló midiendo el tiempo establecido en los instructivos de operación actuales donde se determinó el consumo de agua en los lavados.

También se hallaron datos de las cantidades de leche, agua leche, agua industrial que se puede recuperar en el proceso de lavado total y parcial de los equipos, esta actividad se realizó midiendo el ph del agua al finalizar los lavados o al realizar empujes de leche con agua por las tuberías del pasteurizador 1 y 2.

Con esta actividad podemos obtener datos claros para el desarrollo de una propuesta de mejora y de reducción de tiempos de lavado. El aforo de las tuberías es fundamental para realizar la disminución del tiempo de lavado y por consiguiente la reducción del consumo de agua.

Tabla 1 consumo actual pasteurizador 1

Lavado parcial		Lavado total			Empuje inicio de producción	Empuje final de producción	Agua refrigeración
Enjuague inicial	Enjuague soda-agua	Enjuague inicial	Enjuague soda-agua	Enjuague acido-agua			
1.597,22	3.750,00	2.708,33	1.354,17	2.500,00	2.790,90	2.812,40	13.860,00
69,44	0,00	104,17	0,00	0,00	56,70	44,24	0,00
2.638,89	0,00	2.291,67	0,00	0,00	283,50	230,00	0,00
0,00	1.666,67	0,00	4.583,33	2.916,67	0,00	0,00	0,00

Fuente: (Elaboración propia/,2016)

Tabla 2 Consumo actual pasteurizador 2

Lavado parcial		Lavado total			Empuje inicio de produccion	Empuje final de produccion	Agua refrigeracion
Enjuague inicial	Enjuague soda-agua	Enjuague inicial	Enjuague soda-agua	Enjuague acido-agua			
2.100,00	1.000,00	2.250,00	1.000,00	3.500,00	3.420,00	3.562,50	11.934,64
83,33	0,00	58,33	0,00	0,00	60,80	67,50	0,00
2.900,00	0,00	3.250,00	0,00	0,00	380,00	337,50	0,00
0,00	5.500,00	0,00	5.000,00	3.000,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: (Elaboración propia/,2016)



## 6. DISEÑO METODOLÓGICO

### 6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN Y ENFOQUE METODOLÓGICO

La propuesta se realiza de forma explicativa porque en el texto se explica el proceso de fabricación de la leche, los equipos utilizados en el proceso de fabricación y el lavado de los equipos. Con Los datos recopilados en el proceso se observará el consumo actual de agua en los lavados, se determinará el costo de la operación y se exponen las causas y las posibles soluciones realizando una propuesta de mejora.

El enfoque de la propuesta es cuantitativo porque todo el proceso se hace realizando los cálculos de consumo de agua, según el tiempo de lavado y con estas mediciones se propone plan de mejoras en el proceso que ayude a disminuir el consumo de agua y el costo de operación.

### 6.2 METODO DE INVESTIGACION

- **Etapa 1: Conocimiento del proceso:** Se realiza el conocimiento del proceso actual de lavado, tiempos, soluciones químicas, concentraciones, tiempo de enjuagues, empujes, líneas de proceso actuales, registros, pruebas fisicoquímicas a la leche y a los lavados.

Registro del proceso actual: Se toman registros del proceso actual para cuantificar los datos. Esta actividad se realizara registros y se tomaran tiempos en dichas planillas.

- **Etapa 2: aforo de líneas de producto:** Se realiza el aforo de las líneas de producto, esta actividad se realizara para determinar el tiempo de aforo desde los pasteurizadores 1 y 2 hasta cada uno de los silos todo para determinar el punto de partida para la reducción de tiempos de los enjugues en los lavados de proceso.

Todos los datos tomados en esta actividad se registraran en un formato creado para el aforo de cada línea de producto y tener los datos reales de laboratorio en una planilla que nos indique los tiempos de aforo de las tuberías.

- **Etapa 3: Plan de mejora y reducción de tiempos:** Con los datos del proceso actual obtenidos y el con el tiempo de aforo de cada línea de proceso desde el pasteurizador 1 o 2 hasta los silos, se hace el recorte de 2 min al tiempo actual de cada enjuague y se mide el pH del agua con un medidor de pH hasta obtener un agua sin residuos de soda ni acido, esto se registra en un formato para la evaluación de los resultados y ver si es posible la reducción de los enjuagues por 2 min.
- **Etapa 4: Evaluación y consolidación de resultados:** se realizara la evaluación al proceso nuevo con los registros tomados luego de realizar las mejoras al proceso. Todo con el fin de garantizar que la reducción de los tiempos a los enjuagues no afectaran el proceso final. Esta propuesta se presentara en los resultados del trabajo en tablas de Excel.

## **6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

### **6.4.1 Fuentes de información.**

- **Primarias:** la información de la propuesta actual sale principalmente de los registros tomados al proceso actual, formatos de control del proceso, además del acompañamiento de los operarios de pasteurización de la planta encargados del proceso de pasteurización.
- **Secundarios:** textos, libros e informes obtenidos en la biblioteca de colanta y en el sistema de gestión integral de calidad.

**6.4.2 Técnicas para recolección de información.: Conocimiento del proceso actual:** Se realizaran entrevistas al operario para el entendimiento del proceso actual de lavado, determinar los puntos críticos de este y poder realizar una recolección de datos para su posterior análisis. Se utilizaran formatos de inspección y control del proceso, cronometro, videos.

- **Muestreo:** Se Tomaran muestras para el aforo de las tuberías y de cada línea de proceso, esto para determinar los tiempos de cada una de las líneas que van desde el pasteurizador hasta los silos de proceso. esta actividad determinara el tiempo de aforo de cada línea y nos permitirá tener más clara la situación actual de consumo de agua en los lavados. Los elementos a utilizar son: cronometro, tarros de muestras, crioscopia, formato para recopilar información.

- **Observación directa:** Se observara directamente el proceso para determinar las causas actuales del alto consumo de agua, todas estas serán anotadas y se realizara un diagrama de causa efecto para plasmar y definir un plan de mejora que ayude a conseguir la disminución de tiempo de lavado y su consumo final.

- **Determinar** si el equipo queda limpio bacteriológicamente. Así realizaremos la reducción del tiempo actual de los enjuagues de 10 min a 8 min y se cuantificara el ahorro en pesos.

**6.4.3 Instrumentos para la recolección de la información:** La recolección inicial de datos se hará en planillas creadas en hojas de cálculo donde se permita observar el tiempo del enjuague inicial, la recirculación de soda y acido, y los enjuagues finales a la soda y acido.

- **Instrumentos para la etapa 1:** Conocimiento del proceso: Se realiza el conocimiento del proceso actual de lavado, tiempos, soluciones químicas,

concentraciones, tiempo de enjuagues, empujes, líneas de proceso actuales, registros, pruebas fisicoquímicas a la leche y a los lavados.

En esta etapa se utiliza los formatos para anotar los tiempos de todo el proceso de lavado y las temperaturas, este es muy importante porque es donde se recolecta toda la información del proceso actual, con esta información se extraerá los datos para realizar los aforos de tuberías y determinar el caudal en cada una de estas.

**Formato para registro de tiempo de lavados:** este se realiza para registrar el tiempo de todo el ciclo de lavado (enjuagues, lavado con soda, ácido y enjuagues de soda y acido) esta actividad la realiza el operario de turno y lo analiza el estudiante, todos los tiempos se toman con cronometro para su posterior registro.

Ilustración 25 Cronometro



Fuente: (Laboratorio control de calidad planta caribe/,2016)

Ilustración 26 Registro control de tiempos de lavado past 1 y 2



El tiempo estimado es un tiempo guía que nos acerca a los tiempos de aforo de la línea, después de tener este tiempo estimado de cada línea se hace el ejercicio de aforo este se realizara tomando el tiempo estimado y en el número real se tomaran muestras 20 segundos antes y 20 segundos después de este tiempo. Las muestras se tomaran cada 5 segundos para luego hacer el paso de crioscopia. Ejemplo: el tiempo estimado de una tubería es 1 min 40 seg se tomaran muestras desde 1 min 20 cada 5 seg hasta llegar a 2 min, en total serán 9 muestra para determinar el tiempo del aforo.

1'20"	1'25"	1'30"	1'35"	1'40"	1'45"	1'50"	1'55"	2'00"
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 27 Formato para aforo de líneas de producto

<b>FORMATO PARA AFORO DE LINEAS DE PROCESO DE LECHE</b>												
FECHA: _____												
PASTERIZADOR :			LINEA:				SILO:					
N MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TIEMPO												
CRIOSCOPIA												
RESULTADO												
N MUESTRA	TIEMPO	R. CRIOSCOPIA										
RESPONSABLE :	_____											
ANALISTA :	_____											

Fuente: (Elaboración propia/,2016)

Con las muestras obtenidas en la actividad del aforo marcadas con el tiempo en tarros de muestra se pasarán por el equipo de laboratorio (CRIOSCOPIO) y los resultados se registraran en la planilla creada para el aforo de las tuberías (FORAMATO PARA AFORO DE LINEAS DE PROCESO DE LECHE) en la casilla de crioscopia.

Este dato es muy importante porque la leche debe tener un punto crioscopico mayor a 5.30, con este valor sabemos que la muestra no contiene agua y que cumple así determinaremos el tiempo de aforo de la tubería. Ejemplo:

Ilustración 28 Indicativo para llenar el formato

N MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TIEMPO	1'20"	1'25"	1'30"	1'35"	1'40"	1'45"	1'50"	1'55"	2'00"
CRIOSCOPIA	1.78	3.67	4.95	5.30	5.33	5.39	5.40	5.42	5.42

Fuente: (elaboración propia/,2016)

En la tabla se observa los tiempos de cada muestra y los resultados registrados luego de pasar cada muestra por el crioscopio. Todo se registra en el formato para aforo de líneas, allí podemos observar que la muestra tomada al 1'35" da un resultado de crioscopia de 5.30 así concluimos que la línea queda con producto desde dicho tiempo y ese es su tiempo de aforo.

Ilustración 29 Equipo para hacer crioscopia



Fuente:( Laboratorio control de calidad planta caribe/,2016)

- Instrumentos para la etapa 3: Plan de mejora y reducción de tiempos:** Se hace una actividad de reducción de tiempos de enjuagues, por el método de observación y con las líneas aforadas se le reduce el tiempo de enjuague a cada línea de proceso de 10 min a 8 min y con un medidor de pH se tomara muestras al min 8 para determinar que la reducción de 2 min a cada enjuague no afecta el proceso y se podrá cuantificar los costos después de reducir los consumos de agua en 2 min por cada lavado.

Luego de tener el tiempo de aforo de la línea se empieza a realizar el enjuague de la línea. Después que llegue el cronometro al tiempo de aforo se dejan pasar 8 min por el drenaje en la actividad de enjuague y al min 8 se tomara una

muestra y se medirá su pH con un equipo de laboratorio (medidor de pH) que nos permita verificar que la línea está libre de soda y de ácido, concluida esta actividad se registrara e un formato y se descargara dicha información en una hoja de cálculo para realizar los cálculos de los costos del lavado actual y los ahorros con la reducción de tiempos. Ejemplo:

Si el tiempo de aforo de la línea del pasteurizador 1 al silo 8 es de 1'45" identificados en la etapa anterior, se empezara a jugar el equipo que contiene soda o acido por el drenaje que va al silo 8 (entrada del silo), luego de 1' 45" se iniciara a contar 8 min con el cronometro, al finalizar el tiempo (8 min) se tomara una muestra en un recipiente y se utilizara un medidor de pH. Así determinaremos que la línea quedo bien lavada y no hay residuos de soda o acido en el agua y que se puede reducir 2 min al enjuague, después registraremos los datos obtenidos en una hoja de Excel para calcular los ahorros y las mejoras en el proceso.

Ilustración 30 Medidor de pH



Fuente:([www.google.com.co/search?q=medidor+de+ph&espv=2&biw=911&bih=441&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi5poq995fQAhVP-GMKHfkaDgEQ\\_AUIBigB#imgrc=mpDfnrmaFkPr1M%3a/](http://www.google.com.co/search?q=medidor+de+ph&espv=2&biw=911&bih=441&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi5poq995fQAhVP-GMKHfkaDgEQ_AUIBigB#imgrc=mpDfnrmaFkPr1M%3a/),2016)

Ilustración 31 Formato de registro pH y reducción de tiempos



TABLA DE RESULTADOS REDUCCION DE TIEMPOS DE LAVADO A LINEAS DE PROCESO					
Fecha					
Pasterizador :		8 min	8 min		
	Tiempo aforo	Ph enjuague soda	Ph enjuague acido	Consumo agua	Costo de lavado
siló 3					
siló 5					
siló 6					
siló 7					
siló 8					
Realizado : _____ Reviso: _____					
Aprobado: _____					

Fuente:(elaboración propia/,2016)

- Instrumentos para la etapa 4: Implementación de la propuesta de mejora:** Con el resultado obtenido en la etapa anterior podemos observar si la reducción del tiempo de los enjuagues realizados a los equipos de pasteurización es viable y realizaremos un cuadro que indique los consumos de agua (actuales) con los de la reducción del tiempos de enjuague en 2 minutos y todos los datos reales del proceso para obtener información que permitan avalar esta actividad como una propuesta de mejora en al proceso productivo.

Esta actividad la haremos en una hoja de cálculo con las operaciones matemáticas necesarias para expresar las diferencias entre la situación actual y la mejora en el proceso.

Ilustración 32 Resumen de datos

## Resumen del proceso actual y la disminucion de tiempos en el proceso de enjugue de los pasteurizadores

Pateurizador : _____ 1							
	tiempo de aforo	cons agua en 8 min	valor	cosn agua 10 min	valor	ahorro consumo	ahorro pesos
línea silo 3							
línea silo 5							
línea silo 6							
línea silo 7							
línea silo 8							
Pateurizador : _____ 2							
	tiempo de aforo	cons agua en 8 min	valor	cosn agua 10 min	valor	ahorro consumo	ahorro pesos
línea silo 3							
línea silo 5							
línea silo 6							
línea silo 7							
línea silo 8							
Realizado por: _____							
Aprobado por: _____							

Fuente: (Elaboración propia/,2016)

## 7. RECURSOS DEL PROYECTO

La siguiente tabla nos muestra los recursos necesarios para la elaboración de la propuesta de reducción de tiempo de lavado a los pasteurizadores, cabe notar que el presupuesto es un aproximado porque la propuesta se elabora con fines académicos que beneficien en la parte de formación al estudiante y a la compañía por brindar el espacio para su desarrollo.

Los recursos humanos necesarios son los operarios de pasteurización que realizan el proceso de lavado todos los días y el estudiante encargado de realizar la propuesta, la recopilación de la información para su análisis y realizar una estrategia que busque cumplir con el objetivo general de la propuesta.

Recursos técnicos: son todos los medios que se utilizarán para desarrollar los puntos necesarios para cumplir con los objetivos específicos, en este caso la empresa cuenta con todos los medios para realizar las actividades como el laboratorio de control de calidad donde se realizarán los análisis necesarios para determinar los aforos de las líneas y los respectivos análisis para la validación de esta propuesta de mejora.

Costos: se maneja los costos con valores de 1 salario mínimo legal vigente y el salario de un operario, de ahí se sacan los costos de la propuesta.

Tabla 3 Recursos del proyecto

<b>RECURSOS DEL PROYECTO</b>		
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	<b>PRESUPUESTO</b>
<b>RECURSOS HUMANOS</b>	Personal de operación de equipos Estudiante (realiza la propuesta)	1.250.000

<b>RECURSOS TECNICOS</b>	Equipo de pasterización de leche Equipos de laboratorio: PH medidor Crioscopia Luminometro cronometro Microsoft Office Visio 2010: Software para diagramas de flujo, diagramas de causa efecto Plan de mejoras.	Recursos de la empresa
<b>COSTOS OPERATIVOS ( SALIDAS DE CAMPO, DESPPLAZAMIENTOS, OTROS)</b>	Gastos de transporte	100.000
	Gastos salidas de campo (fotocopias, viáticos)	50.000
	Gastos trabajo de grado en medio magnético.	30.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$1.430.000</b>

Fuente: (Elaboración propia/,2016).



## 8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se realiza un cronograma de actividades para la ejecución de la propuesta; cada actividad dispone de un tiempo máximo para poder cumplir con el cronograma, reunir la información necesaria y desarrollar la propuesta de mejora. Así se podrá hacer la ejecución del plan de mejoras y su evaluación final para su posterior aprobación y aplicación final.

Tabla 4 Diagrama de gantt

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PROYECTO DE DISMINUCION DE TIEMPOS DE LAVADO DE PASTERIZADORES 1 Y 2 COLANTA																	
Objetivo	Actividad	agosto	septiembre	octubre	Responsable	Ejecución	Observaciones										
		Sem1	Sem2	Sem3			Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Parcial	Total	
• Calcular y aforar las líneas o tuberías que van desde los pasteurizadores hasta los tanques de	Conocer el proceso															JOHAN MAZO	
	aforo de líneas pasteurizado r 1															JOHAN MAZO	
	aforo de líneas pasteurizado r 2															JOHAN MAZO	

produ cto o silos, para Medir el caudal de cada línea y deter																
minar Analiz ar las medici ones realiza das	Realiz ar cálcul o de caudal pasteu rizado r 1											JOHA N MAZO				
durant e el proces o de lavado para calcul ar el caudal y el	Ensay o de MEDI CION consu mo de agua pasteu rizado r 1											JOHA N MAZO				







## 9. RESULTADOS

- **Resultados etapa 1:** El formato de registro los tiempos de lavado nos ayudó a obtener la información acerca de los tiempos actuales de lavado, con esta información se pudo realizar el cálculo del caudal actual de cada pasteurizador, también del consumo actual en cada una de las líneas de proceso y cuantificar los costos de lavados.

En este formato podemos observar las casillas de los enjuagues y el tiempo que tiene cada uno de los enjugues realizados en el proceso actualmente, este formato se llena en producción por cada operario, cada que se realiza un lavado el operario de turno lo registra en la planilla.

Ilustración 33 Formato de tiempos de lavado en proceso

FORMATO PARA REGISTRO DE LAVADO DE EQUIPOS DE PASTEURIZACION COLANTA											
planta:		enjuague		lavado con soda		enjuague soda		lavado con acido		enjuague acido	
fecha	pasteurizador	inicio	final	inicio	final	inicio	final	inicio	final	inicio	final
13/07/2016	1	5:10	5:20	5:30	6:10	6:15	6:25	6:35	7:15	7:20	7:30
13/07/2016	1	6:10	6:20	6:30	7:10	7:15	7:25	7:35	8:15	8:20	8:30
13/07/2016	2	7:10	7:20	7:30	8:10	8:15	8:25	8:35	9:15	9:20	9:30
13/07/2016	2	8:10	8:20	8:30	9:10	9:15	9:25	9:35	10:15	10:20	10:30
13/07/2016	1	9:10	9:20	9:30	10:10	10:15	10:25	10:35	11:15	11:20	11:30
14/07/2016	1	10:10	10:20	10:30	11:10	11:15	11:25	11:35	12:15	12:20	12:30
14/07/2016	1	11:10	11:20	11:30	12:10	12:15	12:25	12:35	13:15	13:20	13:30
14/07/2016	2	12:10	12:20	12:30	13:10	13:15	13:25	13:35	14:15	14:20	14:30
14/07/2016	2	13:10	13:20	13:30	14:10	14:15	14:25	14:35	15:15	15:20	15:30
14/07/2016	1	14:10	14:20	14:30	15:10	15:15	15:25	15:35	16:15	16:20	16:30
15/07/2016	1	15:10	15:20	15:30	16:10	16:15	16:25	16:35	17:15	17:20	17:30
15/07/2016	1	16:10	16:20	16:30	17:10	17:15	17:25	17:35	18:15	18:20	18:30
15/07/2016	1	17:10	17:20	17:30	18:10	18:15	18:25	18:35	19:15	19:20	19:30
15/07/2016	2	18:10	18:20	18:30	19:10	19:15	19:25	19:35	20:15	20:20	20:30
15/07/2016	2	19:10	19:20	19:30	20:10	20:15	20:25	20:35	21:15	21:20	21:30
15/07/2016	1	20:10	20:20	20:30	21:10	21:15	21:25	21:35	22:15	22:20	22:30
REALIZADO: _____		REVISADO : _____				APROBADO: _____					

Fuente: (elaboración propia/,2016)

Con este formato podemos obtener:

- La cantidad de lavados que se realizan diariamente a los equipos.
- El tiempo de cada enjuague realizado
- El consumo de agua utilizado para lavado parcial y lavados totales de cada equipo de pasteurización.

Con los datos del formato actual se extraen los consumos actuales de agua para cada uno de los pasteurizadores (anteriormente vistos como consumo de agua actual). Este dato es importante porque nos sirve como punto de partida para la reducción de tiempos y consumo de agua. En la siguiente tabla se ilustran los resultados obtenidos.

Tabla 5 Consumo actual pasteurizador 1

Lavado parcial		Lavado total			Empuje inicio de producción	Empuje final de producción	Agua refrigeración
Enjuague inicial	Enjuague soda-agua	Enjuague inicial	Enjuague soda-agua	Enjuague acido-agua			
1.597,22	3.750,00	2.708,33	1.354,17	2.500,00	2.790,90	2.812,40	13.860,00
69,44	0,00	104,17	0,00	0,00	56,70	44,24	0,00
2.638,89	0,00	2.291,67	0,00	0,00	283,50	230,00	0,00
0,00	1.666,67	0,00	4.583,33	2.916,67	0,00	0,00	0,00

Fuente: (Elaboración propia/,2016)

Tabla 6 Consumo actual pasteurizador 2

Lavado parcial		Lavado total			Empuje inicio de producción	Empuje final de producción	Agua refrigeración
Enjuague inicial	Enjuague soda-agua	Enjuague inicial	Enjuague soda-agua	Enjuague acido-agua			
2.100,00	1.000,00	2.250,00	1.000,00	3.500,00	3.420,00	3.562,50	11.934,64
83,33	0,00	58,33	0,00	0,00	60,80	67,50	0,00
2.900,00	0,00	3.250,00	0,00	0,00	380,00	337,50	0,00
0,00	5.500,00	0,00	5.000,00	3.000,00	0,00	0,00	0,00

Fuente:( Elaboración propia/,2016)

- **Resultados etapa 2:** se obtiene los datos de aforo de cada tubería y cada línea de proceso desde el pasteurizador hasta la entrada de cada silo de proceso, esto para tener un dato real del tiempo en el que termina de ser solución alcalina

de lavado y empieza el enjuague con agua, también sirve para saber al momento de adicionar leche al equipo tener un tiempo de referencia que sirve para evitar que el silo quede con residuos de leche y baje el punto crioscópico al producto.

- Tiempo de aforo de todas las líneas de producto.
- Evitar daños de producto por cruce con agua.
- Evitar daños de producto por cruce con soluciones alcalinas o detergentes.
- Tiempo de partida para iniciar la reducción de tiempo y consumo de agua.

Ilustración 34 Aforo de líneas de proceso

pasterizador 1			pasterizador 2		
línea	tiempo aforo	crioscopia	línea	tiempo aforo	crioscopia
siló 3	2'13"	540	siló 3	2'18"	537
siló 5	2'04"	538	siló 5	2'08"	534
siló 6	1'55"	539	siló 6	1'58"	539
siló 7	1'35"	538	siló 7	1'38"	541
siló 8	1'45"	539	siló 8	1'48"	539

Fuente: (Elaboración propia/,2016)

En la siguiente tabla se muestra los datos obtenidos en cada registro y actividad de aforo de líneas.

Tabla 7 Resultados aforo de líneas de producto

Fuente: (elaboración propia/,2016).

- **Resultados etapa 3:** se obtuvo los resultados de la prueba piloto con el tiempo de aforo de líneas y se realizó la disminución de 20% en tiempo de enjuagues, se mide el pH y los resultados obtenidos son para validar que las tuberías no quedan con ningún tipo de residuo de soda o ácido nítrico utilizados en el proceso de lavado, esto se registró en una planilla donde nos muestra los resultados y las muestras de pH tomadas. Al igual se pone el consumo de agua con la reducción de tiempo partiendo desde el tiempo de aforo.

Ilustración 35 Formato para medición de resultados pasteurizador 1

<b>TABLA DE RESULTADOS REDUCCION DE TIEMPOS DE LAVADO A LINEAS DE PROCESO</b>					
Fecha	16/10/2016				
Pasteurizador : 1		8 min	8 min		
	<b>Tiempo aforo</b>	<b>Ph enjuague soda</b>	<b>Ph enjuague acido</b>	<b>Consumo agua</b>	<b>Consumo 10 min</b>
siló 3	2'13"	7.9	6.9	2.620	3330
siló 5	2'04"	8.4	6.6	2.650	3330
siló 6	1'55"	7.3	7.8	2813	3330
siló 7	1'35"	8.2	7.3	2880	3330
siló 8	1'45"	7.1	7.1	2847	3330

Realizado : JOHAN MAZO Reviso: DANIELA LOPEZ

Aprobado: FRANCISCO MONSALVE

Fuente: (Elaboración propia/,2016)

Ilustración 36 Formato para la medición de resultados pasteurizador 2

**TABLA DE RESULTADOS REDUCCION DE TIEMPOS DE LAVADO A LINEAS DE PROCESO**

Fecha 16/10/2016

Pasterizador : 2

		8 min	8 min		
	Tiempo aforo	Ph enjuague soda	Ph enjuague acido	Consumo agua	Consumo 10 min
silo 3	2'18"	7.9	6.9	2.932	3750
silo 5	2'08"	8.4	6.6	2.970	3750
silo 6	1'58"	7.3	7.8	3157	3750
silo 7	1'38"	8.2	7.3	3232	3750
silo 8	1'48"	7.1	7.1	3195	3750

Realizado : JOHAN MAZO

Reviso: DANIELA LOPEZ

Aprobado: FRANCISCO MONSALVE

Fuente: (Elaboración propia/,2016)

En estos formatos observamos los resultados obtenidos a los ph tomados en las líneas de producto que nos indican que están completamente libres de solución detergente y observamos la reducción en el consumo de agua en un 20% de cada enjuague por las líneas de producto.

- **Resultados etapa 4:** Se obtuvo una reducción en el consumo de agua y tiempos de enjuague del 20% cumpliendo con los objetivos propuestos en el trabajo, además podemos observar la reducción en costos de la operación, es de recordar que estos equipos se lavan 5 veces al día y cada enjuague es calculado individual en consumo y costo.

Tabla 8 Resultados disminución de tiempos y costo

Resumen del proceso actual y la disminucion de tiempos en el proceso de enjuague de los pasteurizadores							
Pateurizador : <u>                  1</u>							
	tiempo de aforo	cons agua en 8 min (lt)	valor	cosn agua 10 min	valor	ahorro consumo	ahorro pesos
linea silo 3	2'13"	2.620	\$ 50.435	3330	\$ 64.103	710	\$ 13.668
linea silo 5	2'04"	2.650	\$ 51.013	3330	\$ 64.103	680	\$ 13.090
linea silo 6	1'55"	2813	\$ 54.150	3330	\$ 64.103	517	\$ 9.952
linea silo 7	1'35"	2880	\$ 55.440	3330	\$ 64.103	450	\$ 8.662
linea silo 8	1'45"	2847	\$ 54.805	3330	\$ 64.103	483	\$ 9.298
Pateurizador : <u>                  2</u>							
	tiempo de aforo	cons agua en 8 min (lt)	valor	cosn agua 10 min	valor	ahorro consumo	ahorro pesos
linea silo 3	2'18"	2951	\$ 56.807	3750	\$ 72.188	799	\$ 15.381
linea silo 5	2'08"	2985	\$ 57.461	3750	\$ 72.188	765	\$ 14.726
linea silo 6	1'58"	3168	\$ 60.984	3750	\$ 72.188	582	\$ 11.204
linea silo 7	1'38"	3243	\$ 62.428	3750	\$ 72.188	507	\$ 9.760
linea silo 8	1'48"	3206	\$ 61.716	3750	\$ 72.188	544	\$ 10.472
Realizado por: <u>JOHAN ALEXIS MAZO</u>							
Aprobado por: <u>FRANCISCO MONSALVE</u>							

Fuente: (Elaboración propia/,2016)

A continuación se realizó una tabla resumen donde se ponen los consumos del proceso actual con el costo y el ahorro en el proceso desarrollado en el trabajo de reducción de tiempos de lavado a los equipos de pasteurización, cada tabla cuenta con el costo de los lavados parciales y lavados totales ya que en un lavado parcial se hacen 2 enjuagues y en un lavado total se realizan 3 enjuagues.

Tabla 9 resumen de consumo y costos pasteurizador 1

## RESUMEN Y PROYECCION PASTEURIZADOR 1

PASTEURIZADOR 1

### PROCESO ANTES 10 MIN

LINEA	CONSUMO	VALOR	CONSUMO L. PARCIAL	VALOR L. TOTAL	CONSUMO L. TOTAL	VALOR L. TOTAL
siló 3	3330	\$ 64.103	6660	\$ 128.205	9990	\$ 192.308
siló 5	3330	\$ 64.103	6660	\$ 128.205	9990	\$ 192.308
siló 6	3330	\$ 64.103	6660	\$ 128.205	9990	\$ 192.308
siló 7	3330	\$ 64.103	6660	\$ 128.205	9990	\$ 192.308
siló 8	3330	\$ 64.103	6660	\$ 128.205	9990	\$ 192.308

### PROCESO AHORA 8 MIN

LINEA	CONSUMO	VALOR	CONSUMO L. PARCIAL	VALOR L. TOTAL	CONSUMO L. TOTAL	VALOR L. TOTAL
siló 3	2.620	\$ 50.435	5240	\$ 100.870	7860	\$ 151.305
siló 5	2.650	\$ 51.013	5300	\$ 102.025	7950	\$ 153.038
siló 6	2813	\$ 54.150	5626	\$ 108.301	8439	\$ 162.451
siló 7	2880	\$ 55.440	5760	\$ 110.880	8640	\$ 166.320
siló 8	2847	\$ 54.805	5694	\$ 109.610	8541	\$ 164.414

### AHORRO PASTEURIZADOR 1

LINEA	AHORRO CONSUMO	VALOR	CONSUMO L. PARCIAL	VALOR L. TOTAL	CONSUMO L. TOTAL	VALOR L. TOTAL
siló 3	710	\$ 13.668	1420	\$ 27.335	2130	\$ 41.003
siló 5	680	\$ 13.090	1360	\$ 26.180	2040	\$ 39.270
siló 6	517	\$ 9.952	1034	\$ 19.905	1551	\$ 29.857
siló 7	450	\$ 8.662	900	\$ 17.325	1350	\$ 25.988
siló 8	483	\$ 9.298	966	\$ 18.596	1449	\$ 27.893

Fuente: (Elaboración propia/2016)



Tabla 10 resumen de consumo y costos pasteurizador 2

<b>RESUMEN Y PROYECCION PASTEURIZADOR 1</b>							
<b>PASTEURIZADOR 2</b>							
<b>PROCESO ANTES 10 MIN</b>							
<b>LINEA</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>VALOR</b>	<b>CONSUMO L. PARCIAL</b>	<b>VALOR L. TOTAL</b>	<b>CONSUMO L. TOTAL</b>	<b>VALOR L. TOTAL</b>	
siló 3	3750	\$ 72.188	7500	\$ 144.375	11250	\$ 216.563	
siló 5	3750	\$ 72.188	7500	\$ 144.375	11250	\$ 216.563	
siló 6	3750	\$ 72.188	7500	\$ 144.375	11250	\$ 216.563	
siló 7	3750	\$ 72.188	7500	\$ 144.375	11250	\$ 216.563	
siló 8	3750	\$ 72.188	7500	\$ 144.375	11250	\$ 216.563	
<b>PROCESO AHORA 8 MIN</b>							
<b>LINEA</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>VALOR</b>	<b>CONSUMO L. PARCIAL</b>	<b>VALOR L. TOTAL</b>	<b>CONSUMO L. TOTAL</b>	<b>VALOR L. TOTAL</b>	
siló 3	2951	\$ 56.807	5902	\$ 113.614	8853	\$ 170.420	
siló 5	2985	\$ 57.461	5970	\$ 114.923	8955	\$ 172.384	
siló 6	3168	\$ 60.984	6336	\$ 121.968	9504	\$ 182.952	
siló 7	3243	\$ 62.428	6486	\$ 124.856	9729	\$ 187.283	
siló 8	3206	\$ 61.716	6412	\$ 123.431	9618	\$ 185.147	
<b>AHORRO PASTEURIZADOR 2</b>							
<b>LINEA</b>	<b>AHORRO CONSUMO</b>	<b>VALOR</b>	<b>CONSUMO L. PARCIAL</b>	<b>VALOR L. PARCIAL</b>	<b>CONSUMO L. TOTAL</b>	<b>VALOR L. TOTAL</b>	
siló 3	799	\$ 15.381	1598	\$ 30.762	2397	\$ 46.142	
siló 5	765	\$ 14.726	1530	\$ 29.453	2295	\$ 44.179	
siló 6	582	\$ 11.204	1164	\$ 22.407	1746	\$ 33.611	
siló 7	507	\$ 9.760	1014	\$ 19.520	1521	\$ 29.279	
siló 8	544	\$ 10.472	1088	\$ 20.944	1632	\$ 31.416	

Fuente: (Elaboración propia/,2016)

Podemos observar que con la reducción del 20% del tiempo de los enjuagues se puede obtener ahorro de agua y una reducción en costos operativos considerables que ayudan a mejorar nuestro proceso y hacerlo más rentable, además contribuir con procesos que ayudan con el medio ambiente.

Así concluimos que los objetivos trazados fueron cumplidos y el proyecto es viable y sostenible, ayudando a mejorar los procesos productivos y a cuidar los recursos naturales.

## 10. CONCLUSIONES

- En el trabajo realizado se ejecutó una metodología de investigación que nos ayuda mejorar los métodos actuales de nuestra empresa obteniendo como resultado el mayor aprovechamiento de los recursos utilizados y su optimización.
- La reducción de tiempo de lavado es una oportunidad para la disminución de costos operativos y el cuidado del medio ambiente.
- Disminuir el consumo del 20% en recursos hídricos aumenta la capacidad de tiempos de operación a la planta de producción, además hace más rentable la operación.
- La metodología utilizada permite observar la trascendencia de los lavados en la industria láctea durante el proceso productivo, de aquí podemos identificar fallas que mejoren la calidad de nuestros procesos y aumente nuestra capacidad instalada.

## 11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda poner una válvula a la entrada de los tanques de balance para evitar que los residuos de soda y ácido retornen al tanque cuando se ha jugado toda la tubería después de un lavado o empuje de leche.

En el pasteurizador 2 se instaló y con esta se juega la tubería sin necesidad de que caiga nuevamente al tanque y ensucie el agua limpia que contiene el equipo así la tubería de recirculación se lavara tan solo con 30 segundos de enjuague y se ahorraría un enjuague del tiempo total del aforo.

Ilustración 37 válvulas para enjuague de tubería de recirculación



Fuente: (Elaboración propia/,2016)

Se muestra en la ilustración la válvula para hacer el drenaje, esta válvula está a la entrada de cada tanque de balance y va hacia un drenaje asi se ahorra 1'35" de enjuague de línea.



## BIBLIOGRAFÍA

Anderson, E. (1972). *Principios sanitarios para el procesamiento de alimentos*. Washinton, Dc: the food proces institute.

Benezech, t. (2002). *Manual Tecnico de Limpieza, Higiene y Desinfeccion*. Madrid, España: AMV ediciones .

Gosta, B. (1996). Tecnologia Lactea. En B. Gosta, *Manual de insdustrias lacteas* (págs. 56-89). lund, suecia: Tecknotex AB, suecia.

Grasshoff, A. (1992). *Hygienic desing-the basis for computer controlled automation*. Belin: Cheme 70.

HEAT EXCHANGES, H. (s.f de s.f de s.f). <http://www.hrs-heatexchangers.com/es/productos/componentes/intercambiadores-de-calor-de-placas/default.aspx>. Obtenido de Intercambiadores de calor: <http://www.hrs-heatexchangers.com/es/productos/componentes/intercambiadores-de-calor-de-placas/default.aspx>

interempresas. (s.f de s.f de s.f). *interempresas*. Obtenido de empaque y embalaje: <http://www.interempresas.net/Envase/Articulos/34862-Tetra-Pak-presenta-la-nueva-separadora-de-leche-Tetra-Centri-AirTight-Eco.html>

invima. (27 de diciembre de 2011). *instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos*. Obtenido de ministerio de industria y comercio: <https://www.invima.gov.co/component/content/article.html?id=473:decreto-616-febrero>

Mazo Muñeton, J. (2016). *Diagrama de proceso*. Medellin.

Mazo, J. (2016). *Descripcion tablas de consumo de agua en los lavados*. Medellin.

Moreno, F. (2016). *Colanta sabe mas*. Obtenido de Colanta institucional:  
<http://www.colanta.com.co/institucional/historia/>

tetrapack. (s.f de s.f de s.f).  
<http://www.tetrapak.com/co/processing/homogenization>. Obtenido de  
homogenizador de leche:  
<http://www.tetrapak.com/co/processing/homogenization>