# PLAN DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO DE LA PASANTÍA

Se acuerda plan de trabajo una vez firmado el convenio de pasantía entre Tetra Pak Ltda y la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, buscando el cumplimiento de los siguientes objetivos:

## 1. OBJETIVO GENERAL

Medir en el estudiante el aprendizaje adquirido a lo largo de la carrera a través del desarrollo de un proyecto que le permita aplicar conocimientos técnicos dentro del sector de la industria en el que la empresa desarrolle sus actividades comerciales y bajo la tutoría de un docente universitario y un representante del área en la empresa en la que el estudiante realizara su plan de trabajo

## 2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Aplicar conocimientos, destrezas y habilidades adquiridas a lo largo de la carrera, con el fin de identificar fortalezas y debilidades en un futuro desempeño profesional.
- De acuerdo a las habilidades que se adquieran a lo largo de la pasantía, brindar soporte técnico a las aéreas administrativas de la compañía para garantizar la correcta generación de ordenes de despacho, importación y nacionalización de mercancía
- Comprender el funcionamiento cotidiano de una empresa o entidad y en esta dinámica desarrollar un proyecto frente a los diversos campos del ejercicio profesional teniendo en cuenta el sector comercial en el que la empresa desarrolla sus actividades
- Realizar el levantamiento de la información necesaria para garantizar el correcto cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto de pasantía, incluyendo visitas en campo, consulta de la base instalada de equipos en el servidor de la compañía y vía telefónica con los clientes
- Elaborar y actualizar el sistema de mantenimientos planeados para maquinaria que se encuentre operativa en la base instalada a lo largo del territorio nacional
- Al culminar la pasantía el estudiante deberá ser capaz de socializar ante la empresa y la universidad el proyecto que desarrolló en su pasantía

## 3. METODOLOGÍA

a. La duración de la pasantía es de 52 (cincuenta y dos) semanas que se inician desde el 01 de octubre de 2014

b. Se recibirá le debida inducción por parte de la compañía para lograr adquirir los conocimientos necesarios que permitan el completo entendimiento de la operatividad del área en la que el pasante se desempeñará, posteriormente el pasante estará en la capacidad de brindar soporte técnico a las áreas administrativas de la compañía.

c. Se realizará la elaboración de una propuesta de proyecto en la que se iniciara la aplicación de conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y la inducción, la misma deberá ser revisada y avalada por el tutor de la empresa y el tutor de la universidad

d. Posteriormente se iniciaran los trabajos de recopilación y levantamiento de la información necesaria para iniciar el desarrollo del proyecto propuesto, el proceso de ejecución será registrado en un informe de actividades

e. Finalmente se realizará la socialización de los resultados del proyecto ante el área relacionada de la compañía y ante el tutor y jurado designados por la universidad para su posterior evaluación

f. Seguimiento académico
Será el tutor de pasantía quien se encargue de velar por el cumplimiento y seguimiento permanente del pasante en su lugar de pasantía, brindándole soporte académico, técnico y humano que le permita el logro de los objetivos de formación. Para esto, el tutor podrá verificar:

- El cumplimiento del convenio tanto por parte de la Empresa como por parte del estudiante.
- La comunicación interinstitucional
- Sitio y equipo de trabajo
- Cumplimiento de los horarios de trabajo.
- Programación y actividades de la empresa

g. Conductos Regulares:
Los conductos regulares para solucionar cualquier inconveniente que se presente son los siguientes:

- El jefe directo.
- El profesor de pasantía
- El coordinador de pasantía
- Director de Carrera
- Decano Académico – Decano del Medio

h. Horario
El horario será de tiempo completo, ocho (8) horas diarias. Sin embargo debido a las obligaciones académicas de los estudiantes es necesario coordinar en conjunto horarios flexibles, los cuales serán destinados para la investigación del proyecto de investigación.

## 4. EVALUACIÓN

La pasantía será evaluada y calificada por los tutores y jurado de la misma con base en los siguientes puntos:

- El criterio del tutor de la empresa respecto al desarrollo de actividades del pasante, calificación que será consignada en un documento dirigido a la universidad con escala de calificación de 1 a 5, siendo 1 la nota más baja y 5 la más alta.
- El criterio del tutor y jurado del proyecto designado por la universidad respecto al desarrollo de las actividades consignadas en el proyecto de pasantía.
- El informe elaborado por el pasante mostrando las actividades realizadas en la ejecución del proyecto planteado al inicio de su pasantía.

Bogotá D.C. abril 18 de 2016

Señores:
**Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas,**
Facultad Tecnológica.
Atn, Sres. Coordinación Ingeniería Mecánica

**Asunto: Presentación estado homogenizadores y ofertas de actualización**

Estimados señores,

Por medio de la presente yo Oscar Ivan Borda Gomez identificado con la cedula de ciudadanía numero 1.018.436.798 de Bogotá en mi calidad de Ingeniero Senior de ventas técnicas y servicio técnico del departamento de procesos de Tetra Pak Colombia, hago constar mediante este documento que el señor David Alberto Avendaño Olaya identificado con al cedula de ciudadanía numero 1.022.381.792 de Bogotá en su calidad de practicante de ingeniería para la misma área, analizo, desarrollo y presento ante el departamento, el estudio para la actualización y mejoramiento de los equipos de homogenización Tetra Alex de la base instalada de maquinaria Tetra Pak Colombia, dando a conocer las respectivas alternativas estándar de dichas actualizaciones para su posterior oferta a cliente

Sin otro particular me despido atentamente

Tetra Pak

Oscar Iván Borda Gómez
Ingeniero de ventas y servicio técnico

Tetra Pak Andina
Tetra Pak Ltda
World Trade Center
Calle 100 # 8A - 55 / Torre C / Of. 203
Bogotá D.C. - Colombia
PBX: +57 1 628 3630 Fax: +57 1 628 3660
Direct: +57 1 628 3652 Mobile: +57 318 785 5130
oscar.borda@tetrapak.com
www.tetrapak.com

Bogotá, septiembre 28 de 2015

Señores:

Coordinación Ingeniería Mecánica
Universidad Distrital F.J.C.
Facultad tecnológica
La ciudad

Con el presente documento yo Viviana Mejia Hoyos identificada con la cedula de ciudadanía No. 52.694.566 de Bogotá en mi calidad de tutora, certifico que el señor David Alberto Avendaño Olaya identificado con la cedula de ciudadanía No. 1.022.381.792 de Bogotá y código estudiantil No. 20142375026, ha superado satisfactoriamente el plan de pasantía y ha ejecutado el proyecto *Estudio para el mejoramiento de homogenizadores y aplicabilidad en clientes Tetra Pak Colombia* de acuerdo con lo planteado en su propuesta de grado modalidad pasantía, la evaluación en escala de 1 a 5 del proyecto en mención es de: 5

Sin otro particular

Cordialmente

Viviana Mejia Hoyos
Technical Sales & Service Manager
Tutora asignada

# ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DE HOMOGENIZADORES Y APLICABILIDAD EN CLIENTES TETRA PAK COLOMBIA

Avendaño Olaya David Alberto

Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Facultad Tecnológica
Ingeniería Mecánica

**OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio para el mejoramiento de homogenizadores de lácteos y aplicación en clientes de Tetra Pak Ltda. en Colombia

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Discriminar el funcionamiento de los homogenizadores para conocerlos a fondo y entender posibles mejoras en su diseño
2. Identificar las mejoras que han sufrido los distintos tipos de homogenizadores y que se encuentran actualmente en operación, realizar un mapeo de los mismos
3. Conocer los distintos tipos de mejoras que se podrían aplicar a este tipo de máquinas
4. Dar a conocer al departamento de ventas y servicio técnico el estado actual de las máquinas y presentar las propuestas de modificación respectivas

***RESUMEN***
En este proyecto se buscó la identificación de las máquinas homogenizadoras que no poseían modificaciones en pro de la optimización del uso de consumibles, contaminación y productividad en planta. Inicialmente se buscaron referencias bibliográficas para entender el funcionamiento de este tipo de módulos y la identificación de cada uno de los subsistemas que lo componen, luego se identificaron tipos de materiales y tiempos de producción estándares para cada módulo buscando dimensionar lo que implicaría una intervención de mejora; posteriormente se analizaron los tipos de actualización predeterminados por la fábrica sueca o casa matriz, la cuarta fase del proyecto comprendió la identificación de toda la base instalada de homogenizadores en Colombia identificando su modelo, serial y año de fabricación, estos tres últimos datos permitieron analizar la aplicabilidad de cada tipo de intervención, además se identificaron modificaciones en los módulos hechas anteriormente. Como fase final se consolidó el mapeo general y se remitió al área de ventas técnicas de la compañía, la cual con base en éste se encuentra presentando ofertas a los diferentes clientes alrededor del país. El modelo de este proyecto se tomó como referencia para la ejecución de otros, enfocados en los distintos tipos de módulos que Tetra Pak maneja en su portafolio a nivel global, como esterilizadores, tanques asépticos, líneas UHT, pasteurizadores, etc.

# 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo del territorio nacional la compañía sueca Tetra Pak ha logrado introducir su portafolio de homogenizadores, desde 1951 en sus comienzos como cuenta global 6400 homogenizadores y desde 1997 en el territorio nacional se han comercializado en Colombia alrededor de 120 módulos destinados a la homogenización de lácteos. Durante el transcurso de los últimos 20 años, al menos 15 nuevos diseños aplicables a homogenizadores existentes han sido desarrolladas por la fábrica, permitiendo la reducción de ruidos, la prolongación de sus materiales consumibles, la reducción de consumos de medios de servicio como agua o vapor, el aumento de su productividad y de su facilidad de mantenimiento.

La necesidad del proyecto surge en la compañía en respuesta al bajo nivel de ventas de este tipo de modificaciones, en Tetra Pak son manejadas varias líneas de negocio entre las cuales se encuentran los upgrades *(mejoras)*, el mapeo sirve para que la ejecución de los mismos no se inicie después de que los clientes manifiesten el requerimiento sino posterior a que se le plantee, anticipando e incrementando la necesidad de incrementar la productividad de las plantas.

El desarrollo de diferentes tipos de materiales para los consumibles hace que las rutinas de mantenimiento se alteren, usando materiales de vida útil prologada se reducen los costos operacionales ya que reduce también la frecuencia de la intervención en los servicios correctivos o preventivos según sea el caso

## 1.1. ¿Qué es homogenización?

Homogeneización es un término empleado en muchos campos tales como la Química, Ciencias agrícolas, Tecnología de los Alimentos, sociología y biología celular. La homogeneización es un término que connota un proceso por el que se hace que una mezcla presente las mismas propiedades en toda la sustancia, porque así lo muestra la regla general en la tecnología de los alimentos que se entiende que se realiza una mejora en la calidad final del producto. Entre las técnicas de laboratorio, la homogenización trata de disgregar los tejidos y romper las células, con el menor daño a la membrana plasmática[1]

*Homogenización de la leche:* La homogeneización consiste en pulverizar la leche entera haciéndola pasar a presión a través de pequeñas boquillas; el tamaño de los glóbulos de grasa se reduce hasta un tamaño en el que la crema ya no se separa. A ello se debe que en la «leche homogenizada» (la que fue procesada de esta forma) no se produzca tan fácilmente esa capa de crema.[2]

# 2. MARCO TEÓRICO

*Procesamiento de la leche*

La leche es un alimento nutritivo de inestimable valor que tiene un reducido tiempo de conservación que exige una cuidadosa manipulación. Se trata de un alimento altamente perecedero porque es un medio excelente para el crecimiento de microorganismos, especialmente de patógenos bacterianos, que pueden provocar el deterioro del producto y enfermedades en los consumidores. El procesamiento de la leche permite conservarla durante días, semanas o meses y contribuye a reducir las enfermedades transmitidas por los alimentos.

La vida útil de la leche puede prolongarse varios días mediante técnicas como el enfriamiento (que es el factor que más probablemente influya en la calidad de la leche cruda) o la fermentación. La pasteurización es un procedimiento por el que a través del tratamiento térmico se prolonga la vida útil de la leche y reduce el número de posibles microorganismos patógenos hasta niveles que no representan un serio peligro para la salud. La leche puede seguir elaborándose y transformarse en productos lácteos fácilmente transportables, concentrados y de alto valor, con un prolongado tiempo de conservación, como la mantequilla, el queso y mantequilla clarificada.

La elaboración de productos lácteos ofrece a los pequeños productores lecheros mayores ingresos en efectivo que la venta de la leche cruda y mayores oportunidades de llegar a los mercados regionales y urbanos. Además, la elaboración de la leche puede ayudar a hacer frente a las fluctuaciones estacionales de la oferta láctea. La transformación de la leche cruda en leche y productos elaborados puede beneficiar a comunidades enteras al generar empleos - fuera de la explotación - en la recolección, el transporte, la elaboración y la comercialización del producto.

*Conservación de la leche*

La leche es casi estéril cuando es secretada por una ubre sana. Los inhibidores naturales de la leche (p. ej., la lactoferrina y la lactoperoxidasa) impiden un aumento significativo del número de bacterias en las primeras tres o cuatro horas después del ordeño, a temperatura ambiente. El enfriamiento a 4 °C durante este período mantiene la calidad original de la leche y es el método preferido para garantizar un producto de buena calidad para la elaboración y el consumo. El enfriamiento puede realizarse mediante refrigeración mecánica o tanques refrigerantes. Las instalaciones de refrigeración tienen un costo elevado para los pequeños productores de los países en desarrollo y por lo general no se las pueden permitir más que las grandes empresas lecheras. Sin embargo, en zonas con altas concentraciones de explotaciones lecheras de pequeña escala, la creación de centros de enfriamiento de la leche por cooperativas de pequeños productores pueden representar una solución válida al problema.

En algunas zonas de los países en desarrollo, la refrigeración no es viable debido a los elevados niveles de inversión inicial y costos de funcionamiento, así como a problemas de carácter técnico, entre estos la carencia de suministro eléctrico o la falta de fiabilidad del mismo. Las opciones para reducir la temperatura o retardar el crecimiento de organismos que provocan la descomposición de la leche, consisten en hervir ésta inmediatamente después del ordeño, sumergir parcialmente los contenedores de leche en agua fría (por ejemplo corrientes de agua naturales), y utilizar el sistema de la lactoperoxidasa. Esta última opción es un sistema seguro y natural de conservación de la leche cruda aprobado por el Codex Alimentarius. La lactoperoxidasa es una encima natural presente en la leche que cumple la función de agente antibacteriano natural. Se recomienda que solo personas capacitadas utilicen el sistema de la lactoperoxidasa en los puntos de recogida, puesto que el sistema no se ha diseñado para que los productores lecheros lo utilicen, ni tampoco para sustituir a la pasteurización. El sistema de la lactoperoxidasa prolonga el tiempo de conservación de la leche cruda de siete a ocho horas a 30 °C.

Cuando la leche se puede enfriar entre 15 °C y 20 °C, el sistema de la lactoperoxidasa permite conservar durante la noche la leche de la tarde y, por tanto, recogerla una sola vez al día, lo que reduce las pérdidas de leche relacionadas con la logística, así como los costos de la recolección.

*Sistemas de procesamiento*

En los países en desarrollo, la mayor parte de la leche es procesada por pequeños procesadores, quienes producen una variedad de productos lácteos. El tipo de procesamiento utilizado puede variar de país a país y de región a región, dependiendo de los gustos locales, los hábitos alimentarios, las tradiciones culinarias y la demanda de mercado.

El procesamiento a pequeña escala en los países en desarrollo generalmente supone el uso de tecnologías tradicionales, pero los productos tienen que competir con los del sector lechero organizado (grandes establecimientos o multinacionales). La mayoría de los pequeños procesadores no tiene acceso a la capacitación y aprenden viendo, escuchando y haciendo. Estas empresas, al administrarse de forma informal sin un conocimiento especializado, hacen frente a grandes riesgos y tienen una limitada eficacia en función de los costos. A pesar de que existen equipos para la pasteurización, el envasado en bolsas de plástico y para la fabricación de mantequilla, yogurt y queso a pequeña escala, por regla general los pequeños procesadores a menudo carecen de éstos.

Como en los países en desarrollo la mayoría de la leche proviene de los pequeños productores que producen limitados volúmenes de leche (a menudo en lugares remotos), el establecimiento de plantas lecheras rentables puede ser un reto. En muchas regiones, este reto se complica debido a las fluctuaciones estacionales de la producción lechera. En las zonas tropicales y subtropicales, los volúmenes de producción de leche son mayores en la estación húmeda que en la seca, especialmente cuando se trata de animales que dependen en gran parte del pastoreo. En los climas templados y de alta montaña, la producción lechera se interrumpe o disminuye considerablemente durante la estación fría. La estacionalidad de la producción limita la elaboración y comercialización de la leche al ocasionar variaciones importantes de la oferta.

*La cadena láctea*

Las cadenas lácteas vinculan a los protagonistas y actividades involucrados en la entrega de la leche y los productos lácteos al consumidor final; con cada actividad, el producto aumenta de valor. Una cadena láctea puede abarcar la producción, transporte, procesamiento, envasado y almacenamiento de la leche. Estas actividades necesitan insumos, como financiación y materias primas, que se utilizan para añadir valor y para hacer llegar los productos lácteos a los consumidores. Cada participante en la cadena debe dar al producto el mayor valor añadido al costo mínimo.

Establecer una cadena láctea eficaz, higiénica y económica no es una tarea fácil en muchos países en desarrollo, debido, entre otros a:

- Las dificultades para establecer un sistema viable de recolección y transporte de la leche, a causa de los pequeños volúmenes de leche producida por explotación y a la lejanía de los lugares de producción;
- La estacionalidad de la oferta de leche;
- La deficiente infraestructura de transporte;
- Las deficiencias en materia de tecnología y conocimientos para la recolección y el procesamiento de la leche;
- La mala calidad de la leche cruda;

- Las distancias de los lugares de producción a las unidades de procesamiento y de ahí hasta los consumidores;
- Las dificultades para establecer instalaciones de refrigeración[3]

## 3. DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS

### 3.1. *Funcionamiento de los homogenizadores Tetra Pak*

Un homogenizador es un elemento del equipamiento de laboratorio utilizado para la homogeneización de distintos tipos de materiales, tales como tejidos, plantas, alimentos, suelo, y muchos otros. En Biología y Bioquímica, los homogeneizadores tratan de disgregar los tejidos y romper las células, con el menor daño a la membrana plasmática[4]

Un homogenizador puede ser usado también como una bomba de pistón de alta presión para trabajar presiones en el rango de 1 bar hasta 600 bar y flujos de 100 L por hora hasta 65.000 L por hora. La disposición de componentes en un módulo homogenizador parte desde el punto donde se encuentra instalada la bomba de alimentación posteriormente esta última transporta producto a la bomba de alta presión o a la zona de pistones. La válvula que se encuentra instalada a la salida de la línea de los pistones se abre cuando la presión excede cierto valor, el producto es liberado a gran velocidad y choca contra un anillo de impacto.

En la válvula las células de la leche se someten a turbulencia, cavitación y esfuerzos de corte líquido. La fuerza del choque sobre el anillo es la causa principal del rompimiento.

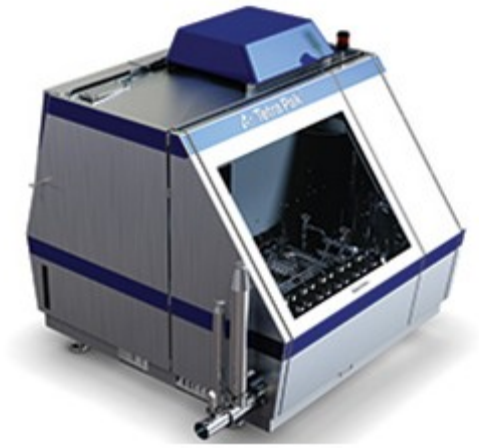

Imagen N°1 **Homogenizador Tetra Alex 400** Tomada de: http://www.tetrapak.com/co/processing/homogenization/tetra-pak-homogenizer. En línea septiembre 20 de 2015

Para una homogenización eficiente la presión en la válvula debe ser superior a 350 bar para lácteos, para otros tipos de productos este valor puede variar según su composición cristalina. La temperatura de homogenización puede depender del requerimiento del productor, para homogenización no aséptica el producto puede estar en las temperaturas de la línea de frío, es decir,

hasta máximo 5°C, para homogenización aséptica se manejan temperaturas entre el rango de 70°C y 95°C.

### *3.2. Base instalada de homogenizadores Tetra Pak en Colombia:*

Tetra Pak cuenta con alrededor de doce clientes que son considerados potenciales dentro del gremio lechero, tales como Alpina, Colanta, Algarra, Alquería, Lechesan, Parmalat, Incolacteos, Lácteos El Recreo, entre otros.

En cada una de las plantas existen instalados diferentes tipos de homogenizadores para diferentes capacidades y localizados en diferentes ubicaciones dentro de las plantas.

Como bien se mencionó anteriormente para la viabilidad de una modificación, la información inicial necesaria a conocer debe ser el modelo de la máquina, el número serial el cual determina el cliente al que se encuentra asignado cada homogenizador, la planta en la que se encuentra instalado y su año de fabricación.

Cabe resaltar que los módulos más antiguos, dependiendo el caso, pueden carecer de viabilidad en la implementación de modificaciones, ya que a partir del año 2000, Tetra Pak Suecia cambió en gran medida el diseño estructural de los homogenizadores, partiendo en dos los tipos de diseños que pudieran realizarse en cada modificación, siguiendo esto el presente estudio se enfocó en las posibles modificaciones que pudieran implementarse a equipos cuyo año de fabricación fuera posterior al año 2000.

El levantamiento de la base instalada se hizo con base a la información registrada en el servidor de la compañía como también en las visitas técnicas que se pudieron realizar en algunas de las plantas.

A continuación se relacionan los módulos homogenizadores que se encuentran en el momento activos en producción, con la información de modelo, cliente, planta y año de fabricación:

| **Módulo** | **Serial** | **Cliente** | **Planta** | **Año** |
|---|---|---|---|---|
| Tetra Alex 25 | T5845525160 | Algarra | Zipaquirá | 2005 |
| Tetra Alex 30 | T5845536189 | Algarra | Zipaquirá | 2000 |
| Tetra Alex 25 | T4625057 | Algarra | Zipaquirá | 1995 |
| Tetra Alex 30 | T5856838045 | Algarra | Zipaquirá | 2008 |
| Tetra Alex Basic 20 | T5845513348 | Alpina | Caloto | 2003 |
| Tetra Alex Basic 25 | T5845529010 | Alpina | Caloto | 1999 |
| Tetra Alex 20 | T5845518071 | Alpina | Facatativá | 1998 |
| Tetra Alex 20 | T5856816038 | Alpina | Facatativá | 2006 |
| Tetra Alex 30 | T5845536117 | Alpina | Facatativá | 1996 |
| Tetra Alex 25 | T5845522220 | Alpina | Sopó | 2002 |
| Tetra Alex Basic 25 | T5845523280 | Alpina | Sopó | 2003 |
| Tetra Alex Basic 25 | T5845524106 | Alpina | Sopó | 2004 |
| Tetra Alex Basic 25 | T5845525020 | Alpina | Sopó | 2014 |
| Tetra Alex Basic S05 | T5845557223 | Alpina | Sopó | 1997 |
| Tetra Alex 30 | T5856839001 | Alpina | Sopó | 2009 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tetra Alex 30 | 174360/1 | Alpina | Sopó | 2000 |
| Tetra Alex 30 | T4625251 | Alqueria | Cajicá | 2002 |
| Tetra Alex 20 | T5845510053 | Alqueria | Santa Marta | 2000 |
| Tetra Alex M25 | T5845528055 | Alqueria | Santa Marta | 2001 |
| Tetra Alex 20 | T5845512091 | Celema | Manizales | 2003 |
| Tetra Alex 20 | T5845513051 | Celema | Manizales | 2002 |
| Tetra Alex 20 | T5856817344 | Celema | Manizales | 2008 |
| Tetra Alex 20 | T5845511124 | Colanta | Funza | 2002 |
| Tetra Alex 25 | T5845521122 | Colanta | Funza | 2003 |
| Tetra Alex 30 | T5845531123 | Colanta | Funza | 2006 |
| Tetra Alex 30 | T5845535195 | Colanta | Funza | 2006 |
| Tetra Alex 300 | T5856973183 | Colanta | Funza | 2013 |
| Tetra Alex 30 | T5856838198 | Colanta | Medellín | 2008 |
| Tetra Alex 20 | T5856816267 | Coolechera | Barranquilla | 2007 |
| Tetra Alex 20 | T5856817002 | Coolechera | Barranquilla | 2007 |
| Tetra Alex 25 | T5845526008 | Coolechera | Barranquilla | 2006 |
| Tetra Alex 25 | T5856827155 | Coolechera | Barranquilla | 2008 |
| Tetra Alex Basic 20 | T5845510210 | El Recreo | Zipaquirá | 2000 |
| Tetra Alex 20 | T5845512070 | El Recreo | Zipaquirá | 2002 |
| TETRA ALEX 20 | T5845517004 | Freskaleche | Aguachica | 1997 |
| Tetra Alex 30 | T5845532339 | Incolácteos | Simijaca | 2002 |
| Tetra Alex 25 | U135144 | Incolácteos | Simijaca | 1993 |
| Tetra Alex 25 | T5856821330 | Lechesan | Bucaramanga | 2011 |
| Tetra Alex 25 | T5856942278 | Parmalat | Cali | 2012 |
| Tetra Alex 25 | T4625037 | Parmalat | Barranquilla | 1995 |
| Tetra Alex 20 | 500069 | Parmalat | Chia | 1993 |
| Tetra Alex 30 | T5845533090 | Parmalat | Chia | 2003 |
| Tetra Alex 30 | T5856830184 | Parmalat | Chia | 2010 |

*Tabla N° 1 Homogenizadores instalados en las principales plantas lecheras de Colombia. Tomado de Base Instalada Tetra Pak Colombia,* septiembre 22 de 2015

### *3.3. Tipos de modificaciones*

***3.3.1. Reducción de ruido:*** Esta modificación de reducción de ruido, busca disminuir la contaminación auditiva que un Tetra Alex pueda generar, según el modelo, esta modificación permite reducir desde 2 dB hasta 4 dB las emisiones sonoras. Consiste básicamente en instalar espuma de caucho especialmente desarrollada en el interior de la carcasa de la máquina, como también láminas con recubrimiento de caucho en el chasis de la máquina. El esquema del *kit de reducción de ruido* se muestra a continuación:

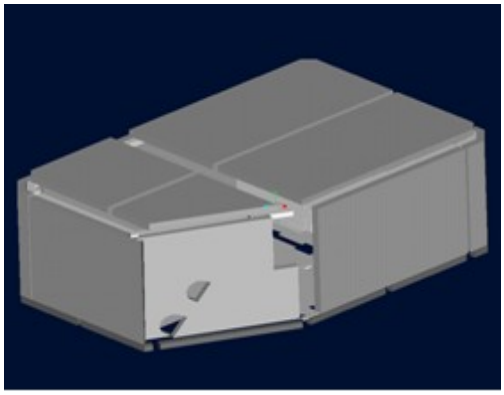

Imagen N°2 **Esquema espuma de caucho instalada en un homogenizador Tetra Alex 30** Tomada de: https://products.tetrapak.com/processingsolutions/KeyComponents/homogenizers/Pages/default.aspx. En línea septiembre 20 de 2015

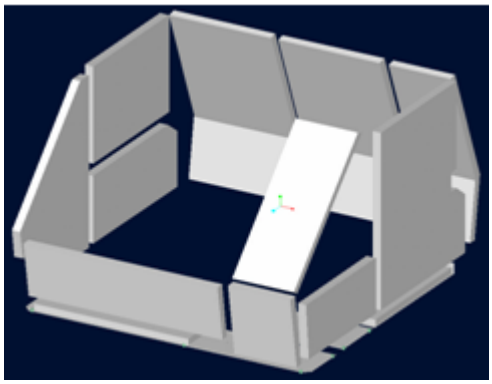

Imagen N°3 **Esquema espuma de caucho instalada en un homogenizador Tetra Alex 400** Tomada de: https://products.tetrapak.com/processingsolutions/KeyComponents/homogenizers/Pages/default.aspx. En línea septiembre 20 de 2015

***3.3.2. No Aséptico a Aséptico:*** Esta modificación permite al homogenizador procesar producto después de la pasteurización, por ende es necesario la instalación de un circuito de enfriamiento y el cambio de los pistones a asépticos, mediante el uso de pistones cromados y sellos asépticos, es decir que resistan altas temperaturas como la de UHT 95°C.

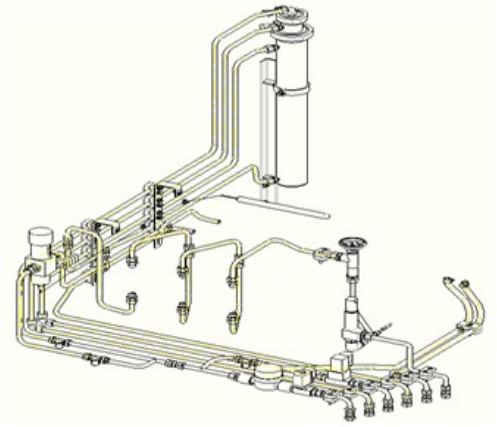

Imagen N°4 **Circuito de enfriamiento a instalar en un homogenizador Tetra Alex** Tomada de: https://products.tetrapak.com/processingsolutions/KeyComponents/homogenizers/Pages/default.aspx En línea septiembre 20 de 2015

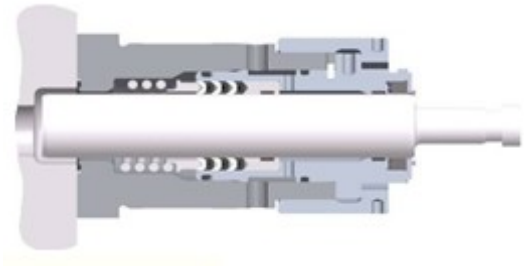

Imagen N°5 **Paquete de pistón aséptico** Tomada de: https://products.tetrapak.com/processingsolutions/KeyComponents/homogenizers/Pages/default.aspx En línea septiembre 20 de 2015

***3.3.3. Sistema hidráulico:*** Con esta modificación se logra la facilidad de mantenimiento y la reducción en los ciclos intervención, ya que el nuevo diseño en acero inoxidable elimina la necesidad de cambiar tuberías por oxidación, fue desarrollado en 1996 y su implementación inicio en el país a comienzos de 1999 en la planta de Conservas California en Barranquilla, así luce su aplicación:

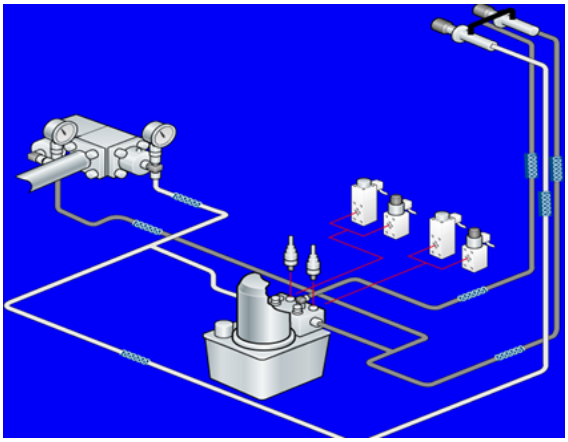

Imagen N°6 **Kit de Sistema hidráulico** Tomada de: https://products.tetrapak.com/processingsolutions/KeyComponents/homogenizers/Pages/default.aspx En línea septiembre 20 de 2015

***3.3.4. Sistema de control:*** Mediante la instalación de instrumentación, esta modificación permite controlar variables como flujo de agua de enfriamiento, temperatura de aceite, presión en el dispositivo de homogenización, entre otras. La instrumentación que del kit incluye:

- Indicador de flujo a la entrada de agua helada
- Transmisor de presión en la entrada del dispositivo de homogenización
- Sensor de nivel en el depósito de aceite
- Sensor de temperatura para aceite de lubricación en el cigüeñal

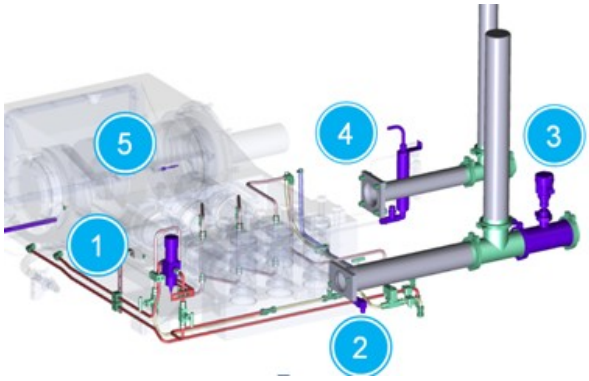


Imagen N°7 **Localización de la instrumentación a instalar.** Tomada de: https://products.tetrapak.com/processingsolutions/KeyComponents/homogenizers/Pages/default.aspx En línea septiembre 20 de 2015

***3.3.5. Válvulas de hongo:*** El desarrollo de esta modificación consistió básicamente en el cambio del material de construcción, anteriormente se fabricaba en acero al carbono sin embargo debido a las altas presiones y las temperaturas en la homogenización aséptica los empaques y la estructura de la válvula se veía afectada, sin embargo las dimensiones de empaques y el asiento permanecieron con respecto a la antigua generación de válvulas permitiendo que el cliente pueda fácilmente cambiar empaques de nueva generación en válvulas en acero al carbón.

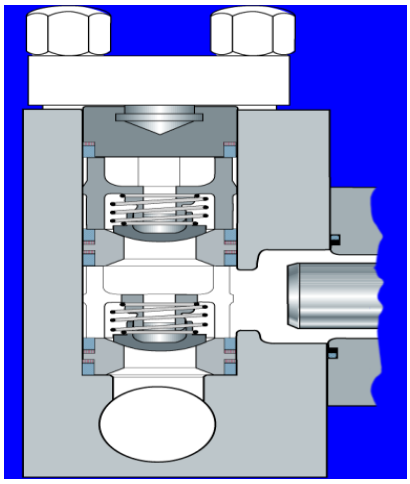

Imagen N°8 **Estructura interna de una válvula de hongo.** Tomada de: https://products.tetrapak.com/processingsolutions/KeyComponents/homogenizers/Pages/default.aspx En línea septiembre 20 de 2015

***3.3.6. Dispositivo de homogenización:*** Esta modificación consiste en el cambio en la geometría de los pistones y del amilo de impacto, haciendo que los empaques de esta zona no sufran cizallamiento; anteriormente los clientes debían cambiar estos sellos, dependiendo el caso, aproximadamente cada ocho días, lo que ocasionaba paradas en producción y costos operacionales y de mantenimiento elevados. Con el cambio de este kit, se prolonga la vida útil de los empaques hasta en cada 2000 horas de trabajo.

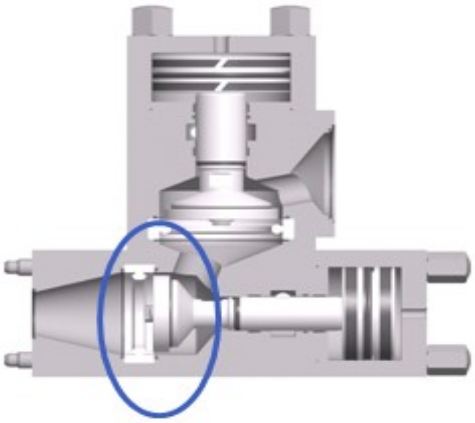

Imagen N°9 **Área de cizallamiento.** Tomada de: https://products.tetrapak.com/processingsolutions/KeyComponents/homogenizers/Pages/default.aspx En línea septiembre 20 de 2015

Imagen N°10 **Geometría de pistón y anillo de impacto.** Tomada de: https://products.tetrapak.com/processingsolutions/KeyComponents/homogenizers/Pages/default.aspx En línea septiembre 20 de 2015

***3.3.7. Pistones cerámicos:*** Esta modificación incrementa el tiempo de vida útil de los pistones que trabajando en procesos de homogenización aséptica, ya que la cerámica presenta mayor resistencia a la temperatura que otros materiales. Usualmente los pistones en acero deben ser cambiados en las rutinas de mantenimiento de 6000 horas, sin embargo los pistones solido-cerámicos pueden trabajar hasta las 12000 horas o 2 años de instalación. Además debido a su alta dureza superficial son ideales para trabajar con productos que puedan llegar a ser abrasivos, como néctares con gran contenido de azúcar o grados Brix, o para bebidas isotónicas con concentración de sales.

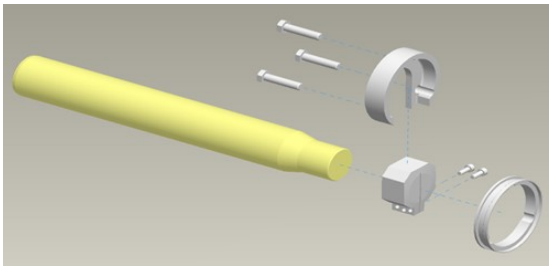

Imagen N°11 **Pistones cerámicos.** Tomada de: https://products.tetrapak.com/processingsolutions/KeyComponents/homogenizers/Pages/default.aspx En línea septiembre 20 de 2015

### *3.4. Mapeo general de modificaciones realizadas*

Luego de conocer las modificaciones típicamente usadas a nivel global y cuya aplicación podría ser viable en la base instalada del territorio nacional, se segregó la lista de dicha base identificando los homogenizadores por cliente y por planta y que por su condición actual podrían llegar a necesitar de un kit de modificación.

.

Imagen N°12 **Interior de un Homogenizador Tetra Alex 300** Tomada de: https://products.tetrapak.com/processingsolutions/KeyComponents/homogenizers/Pages/default.aspx En línea septiembre 20 de 2015

*Modificaciones realizadas:*

| Serial | Modelo | Cliente | Modificación |
|---|---|---|---|
| T5856839001 | Alex30 | Alpina Sopó | No aséptico a aséptico |
| T5845512091 | Alex20 | Celema Manizales | No aséptico a aséptico |
| 5845531123 | Alex30 | Colanta Funza | Pistones cerámicos |
| 500109 | Alex25 | Alpina Popayan | Dispositivo de homogenización |
| T5845526008 | Alex25 | Coleechera B/quilla | Unidad hidráulica |

Tabla N° 2 Homogenizadores con modificaciones en Colombia. *Tomado de Base Instalada Tetra Pak Colombia,* septiembre 22 de 2015

*Modificaciones con factibilidad de realizarse:*

| **Serial** | **Planta** | Tipo de modificación |
|---|---|---|
| **T5845517004** | Freskaleche | **Modificación HD** |
| **T5845518071** | Alpina | Modificación HD |
| **T5845529010** | Alpina | Modificación HD |
| **T5845536117** | Alpina | Modificación HD |
| **T5845536189** | Algarra | Modificación HD |
| **T4625037** | Parmalat | Modificación HD |
| **T4625057** | Algarra | Modificación HD |
| **T4625251** | Alqueria | Modificación HD |
| **T5845536189** | Algarra | Reducción de ruido |
| **T5856838045** | Algarra | Reducción de ruido |
| **T5845536117** | Alpina | Reducción de ruido |
| **T5856839001** | Alpina | Reducción de ruido |
| **174360/1** | Alpina | Reducción de ruido |
| **T4625251** | Alqueria | Reducción de ruido |
| **T5845531123** | Colanta | Reducción de ruido |
| **T5845535195** | Colanta | Reducción de ruido |
| **T5856838198** | Colanta | Reducción de ruido |
| **T5845532339** | Incolacteos | Reducción de ruido |
| **T5845533090** | Parmalat | Reducción de ruido |
| **T5856830184** | Parmalat | Reducción de ruido |
| **T5845513348** | Alpina | No aséptico a aséptico |
| **T5845529010** | Alpina | No aséptico a aséptico |
| **T5845523280** | Alpina | No aséptico a aséptico |
| **T5845524106** | Alpina | No aséptico a aséptico |
| **T5845525020** | Alpina | No aséptico a aséptico |
| **T5845557223** | Alpina | No aséptico a aséptico |
| **T5845510210** | El Recreo | No aséptico a aséptico |
| **T5845510053** | Alqueria | Sistema hidráulico |
| **T5845528055** | Alqueria | Sistema hidráulico |
| **T5845512070** | El Recreo | Sistema hidráulico |
| **T5845517004** | Freskaleche | Sistema hidráulico |
| **U135144** | Incolacteos | Sistema hidráulico |
| **T5856821330** | Lechesan | Sistema hidráulico |
| **T5845525160** | Algarra | Pistón cerámico |
| **T5845536189** | Algarra | Pistón cerámico |
| **T5845513348** | Alpina | Pistón cerámico |

| | | |
|---|---|---|
| **T5845529010** | Alpina | Pistón cerámico |
| **T5845510053** | Alqueria | Pistón cerámico |
| **T5856817344** | Celema | Pistón cerámico |
| **T5845511124** | Colanta | Pistón cerámico |
| **T5856838198** | Colanta | Pistón cerámico |
| **T5856816267** | Coolechera | Pistón cerámico |
| **T5856821330** | Lechesan | Pistón cerámico |
| **T5856942278** | Parmalat | Pistón cerámico |
| **T4625057** | Algarra | Sistema de control |
| **T5856838045** | Algarra | Sistema de control |
| **T5845513348** | Alpina | Sistema de control |
| **T5845529010** | Alpina | Sistema de control |
| **T5856838198** | Colanta | Sistema de control |
| **T5856816267** | Coolechera | Sistema de control |
| **T5856817002** | Coolechera | Sistema de control |
| **T5845512070** | El Recreo | Sistema de control |
| **T5845517004** | Freskaleche | Sistema de control |
| **T5845532339** | Incolácteos | Sistema de control |
| **U135144** | Incolácteos | Sistema de control |

Tabla N° 3 Homogenizadores con oportunidad de venta de modificación. *Tomado de Base Instalada Tetra Pak Colombia,* septiembre 22 de 2015

4. Posterior el estudio de cada una de las posibles modificaciones en los homogenizadores Tetra Alex, se discriminaron costos de los materiales necesarios para realizarlas, se relacionan a continuación:

| **COSTOS MATERIALES REQUERIDOS PARA CADA MODIFICACION** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **COP** | |
| **Kit de modificación** | **Materiales** | **Cantidad requerida** | **Unidad de medida** | **Precio unitario** | **Precio total** |
| *Reducción de rudio* | Laminas con recubrimiento de caucho | 15 | Piezas | $ 850.000,00 | $ 12.750.000,00 |
| | Espuma de caucho | 15 | Piezas | $ 420.000,00 | $ 6.300.000,00 |
| | | | | **TOTAL** | **$ 19.050.000,00** |
| *No aséptico a aséptico* | Pistones cromados | 3 | Piezas | $ 2.970.000,00 | $ 8.910.000,00 |
| | Elastomeros en EPDM | 9 | Piezas | $ 100.000,00 | $ 900.000,00 |
| | Tubería en acero inoxidable | 12 | Metros | $ 250.000,00 | $ 3.000.000,00 |
| | Codos en acero inoxidable | 20 | Piezas | $ 150.000,00 | $ 3.000.000,00 |
| | Racores | 17 | Piezas | $ 80.000,00 | $ 1.360.000,00 |
| | Manometros | 1 | Piezas | $ 820.000,00 | $ 820.000,00 |
| | Válvulas | 3 | Piezas | $ 540.000,00 | $ 1.620.000,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **TOTAL** | **$ 19.610.000,00** |
| *Sistema hidráulico* | Tubería en acero inoxidable | 12 | Metros | $ 250.000,00 | $ 3.000.000,00 |
| | Codos en acero inoxidable | 20 | Piezas | $ 150.000,00 | $ 3.000.000,00 |
| | Racores | 17 | Piezas | $ 80.000,00 | $ 1.360.000,00 |
| | | | | **TOTAL** | **$ 7.360.000,00** |
| *Sistema de control* | Indicador de flujo | 1 | Piezas | $ 3.620.000,00 | $ 3.620.000,00 |
| | Transmisor de presión | 1 | Piezas | $ 4.550.000,00 | $ 4.550.000,00 |
| | Sensor de nivel | 1 | Piezas | $ 2.000.000,00 | $ 2.000.000,00 |
| | Sensor de temperatura | 1 | Piezas | $ 1.850.000,00 | $ 1.850.000,00 |
| | | | | **TOTAL** | **$ 12.020.000,00** |
| *Válvulas de hongo* | Válvulas en acero inoxidable | 3 | Piezas | $ 3.200.000,00 | $ 9.600.000,00 |
| | Elastomeros en EPDM | 12 | Piezas | $ 100.000,00 | $ 1.200.000,00 |
| | | | | **TOTAL** | **$ 10.800.000,00** |
| *Dispositivo de homogenización* | Pistones con geometría modificada | 3 | Piezas | $ 3.500.000,00 | $ 10.500.000,00 |
| | Anillo de impacto | 3 | Piezas | $ 2.430.000,00 | $ 7.290.000,00 |
| | Asientos con geometría modificada | 3 | Piezas | $ 2.110.000,00 | $ 6.330.000,00 |
| | Elastomeros en EPDM | 6 | Piezas | $ 100.000,00 | $ 600.000,00 |
| | | | | **TOTAL** | **$ 24.720.000,00** |
| *Pistones cerámicos* | Pistones sólido-cerámicos | 3 | Piezas | $ 4.340.000,00 | $ 13.020.000,00 |
| | Elastomeros en EPDM | 6 | Piezas | $ 100.000,00 | $ 600.000,00 |
| | | | | **TOTAL** | **$ 38.940.000,00** |

Tabla N° 4 Costos de materiales para cada una de las modificaciones. *Tomado de Guía de upgrades, página 85, Tetra Pak Colombia,* consultado junio 27 de 2016

# 5. CONCLUSIONES

Al discriminar el funcionamiento de los homogenizadores se identificó que de acuerdo a su año de fabricación y modelo se pueden seleccionar aquellos módulos susceptibles de modificación, con el fin de prolongar la vida útil y productividad de sus subsistemas, reduciendo costos de inversión y generando competitividad siendo ésta una solución eficiente que Tetra Pak puede ofrecer a sus clientes, a través de modificaciones de este tipo que eviten incurrir en costos de adquisición de maquinaria nueva, haciendo que las características operativas de una máquina antigua sean similares a las de una máquina nueva.

Al identificar las mejoras aplicadas a los homogenizadores al momento de realizar esta investigación, fue necesario preparar la logística para el levantamiento de la información a través de visitas programadas y ejecutadas por parte de los ingenieros de campo, como también ofrecer soporte remoto desde las oficinas de la compañía y realizar acompañamiento posterior a la generación de los reportes técnicos, tras realizar este trabajo de campo se encontraron pocas modificaciones en el mapeo realizado, las cuales corresponden a cinco maquinas de tres modelos diferentes, instaladas en plantas lecheras de Cundinamarca, Manizales, Barranquilla y Cauca, cuyas modificaciones se relacionan con: kits de no aséptico a aséptico, pistones cerámicos, dispositivos de homogenización y unidad hidráulico.

Conociendo las características de los homogenizadores, las mejoras que pueden ser aplicadas son: kits de reducción de ruido, de transformación de producción no aséptica a aséptica, de mejoramiento del sistema hidráulico, de control automático de los módulos, de dispositivo de homogenización, de cambio de material de pistones, los mismos son ampliamente usados en la base instalada global y son respaldados por el departamento de ingeniería de la casa matriz.

Al socializar ante el departamento de ventas técnicas y servicio técnico el estado actual de los homogenizadores, se hizo entrega del mapeo y el pan de trabajo al ingeniero del área quien posteriormente presentará las propuestas de modificación respectivas y las cuales corresponden a información confidencial de Tetra Pak y el cliente. Para realizar el mapeo en mención fue necesario identificar modelo, planta en la que se encontraba instalado y año de fabricación de cada homogenizador para posteriormente definir el kit que podría ser aplicado para cada caso en particular

El presente proyecto facilitó la apropiación de conocimientos para la ejecución de este tipo de estudio, desde la fase de levantamiento de la información hasta aterrizar los resultados en propuestas que representan oportunidad de ingresos a una compañía, de esta manera se obtiene una visión más clara del trabajo que realiza un verdadero investigador empresarial. Al socializar el proyecto a un área específica de la compañía, fue necesario aprender la forma en que se creaba una propuesta de tipo comercial, como se manejaba, cuál era la mejor manera de presentar la información, la manera más clara de socializarla y retransmitirla al público interesado. Esto hizo que además de las habilidades técnicas aprendidas a lo largo del desarrollo del proyecto, se adquiriera un conocimiento que enriqueciera las habilidades de comunicación dentro de una empresa y de cara a los clientes de la misma.

*Autor*
David Alberto Avendaño Olaya - 20142375026

*Tutor*
Ing. John Alejandro Forero Casallas M.Sc.

*Agradecimiento a:*
Universidad Distrital FJC – Facultad Tecnológica
Tetra Pak Ltda. – Colombia
Equipo de ingeniería Tetra Pak Lund - Suecia

## REFERENCIAS

[1] Homogenización de tejidos y células. Técnicas instrumentales en bioquímica y biología. Francisca Barceló Mairata. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de las Islas Baleares, 2003. Pág.138

[2] Introducción a la Química industrial. Ángel Vian Ortuño. Editorial Reverté, 2006. Pág.445

[3] "Producción y productos lácteos" Disponible en: http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/procesamiento-de-la-leche/sistemas-de-procesamiento/es/#.Va7_79KqpHw

[4] Homogeneización de tejidos y células. Técnicas instrumentales en bioquímica y biología. Francisca Barceló Mairata. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de las Islas Baleares, 2003. Pág.167